

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270012 - Průmyslové inženýrství a management

Studijní specializace: Bez specializace

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza využití kapacity výrobní jednotky

Autor: Bc. Andrea Kubečková

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jana KLEINOVÁ, CSc.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Andrea KUBEČKOVÁ**
Osobní číslo: **S20N0027P**
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Analýza využití kapacity výrobní jednotky**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Popis technologie výroby
2. Metody analýzy a propočtu kapacit
3. Analýza současného stavu výrobní jednotky
4. Návrh řešení na zlepšení využití kapacity
5. Zhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. JUROVA, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2016. 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
2. MATĚJKA, Jan, KOLÁŘ, Roman. *Projektování výrobních procesů a DP*. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-12-5
3. CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jana Benešová**
CHRIST CAR WASH s.r.o., Plzeň

Datum zadání diplomové práce: **20. září 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

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

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. za cenné rady, odborné vedení a pomoc při psaní této práce.

Dále bych také chtěla poděkovat konzultantce Ing. Janě Benešové a Petru Melingerovi z firmy Christ Car Wash s.r.o. za připomínky a poskytnuté informace.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kubečková	Jméno Andrea	
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270012 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. KLEINOVÁ, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Analýza využití kapacity výrobní jednotky		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	89	TEXTOVÁ ČÁST	82	GRAFICKÁ ČÁST	7
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Práce se zabývá analýzou současného stavu využití kapacity výrobní jednotky. Teoretická část je věnována rešerši o využití kapacity, analýze práce a některým z metod průmyslového inženýrství. Praktická část se věnuje analýze současného stavu. V reakci na zjištěné ztráty a další nedostatky z analýzy jsou uvedeny návrhy na zlepšení, které mohou vést ke zvýšení využití kapacity výrobní jednotky. V závěru práce je uvedené zhodnocení navržených opatření.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Využití kapacity, efektivita, OEE, analýza a měření práce, plýtvání, metody průmyslového inženýrství

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kubečková	Name Andrea		
STUDY PROGRAMME	N0715A270012 „Department of Industrial Engineering and Management“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. KLEINOVÁ, CSc.	Name Jana		
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Analysis of Capacity Utilization of the Production Unit			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	89	TEXT PART	82	GRAPHICAL PART	7
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis deals with the analysis of the current state of the capacity utilization of the production unit. The theoretical part is devoted to the research of capacity utilization, work analysis and some of the methods of industrial engineering. The practical part is devoted to the analysis of the current situation. In response to the identified losses and other shortcomings of the analysis, suggestions for improvements are made, which may lead to an increase in the capacity utilization of the production unit. Proposed measures are evaluated at the end of the thesis.
KEY WORDS	Capacity utilization, efficiency, OEE, analysis and measurement of work, waste, methods of industrial engineering

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	9
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	12
Úvod.....	13
1 Metody analýzy práce a propočtu využití kapacit.....	14
1.1 Výrobní kapacita.....	15
1.2 Produktivita a efektivita.....	16
1.3 Studium práce a měření spotřeby času	19
1.3.1 Metody rozborové	20
1.3.2 Metody sumární.....	24
2 Principy štlhlé výroby	25
2.1 Druhy plývání	25
2.2 Vybrané metody průmyslového inženýrství.....	25
3 Popis technologie výroby ve společnosti Christ Car Wash.....	29
3.1 Představení společnosti.....	29
3.2 Popis pracoviště.....	30
4 Analýza současného stavu výrobní jednotky	35
4.1 Efektivita strojního zařízení (OEE)	35
4.2 Ztráty výroby	40
4.3 Nedostatky výroby.....	47
4.4 Shrnutí analýzy	53
5 Návrh na zlepšení současného stavu	54
5.1 Nápravná opatření na individuální ztráty a nedostatky	54
5.2 Standardizace údržby (TPM).....	56
5.3 Návrh metody 5S	61
5.4 Standardizace činností vykonávaných pracovníkem.....	71
5.5 Návrh manipulačního prostředku	73
6 Zhodnocení navržených opatření	74
6.1 Původní stav	74
6.2 Posouzení přínosů navržených opatření	74
Závěr.....	78
Seznam použitých zdrojů	79
Seznam příloh.....	81

Přehled použitých zkratk a symbolů

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
BDE	Betriebsdatenerfassung
CNC	Computer Numerical Control
FST	Fakulta strojní
KPV	Katedra průmyslového inženýrství a managementu
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
OEE	Overall Equipment Effectiveness
SMED	The Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni

Seznam obrázků

Obrázek 1: Využití stroje [9].....	17
Obrázek 2: Špagetový diagram [13].....	19
Obrázek 3: Sekvenční modely pro metodu Basic MOST [16].....	21
Obrázek 4: Formulář pro snímek pracovního dne [16]	23
Obrázek 5: Tři kroky metody SMED [20]	26
Obrázek 6: Kroky 5S [20]	27
Obrázek 7: Obráběcí centrum [21].....	30
Obrázek 8: Mapa haly (zpracováno dle [21]).....	31
Obrázek 9: Layout pracoviště (zpracováno dle [21]).....	31
Obrázek 10: 3D model roury [21]	32
Obrázek 11: 3D model profilu [21].....	32
Obrázek 12: 3D model čtyřkomorového plastu [21].....	33
Obrázek 13: Umístění rour v portálu myčky (zpracováno dle [21])	33
Obrázek 14: Umístění profilu v portálu myčky (zpracováno dle [21]).....	34
Obrázek 15: Graf OEE pro skupinu roury [autor].....	38
Obrázek 16: Graf OEE pro skupinu plasty [autor].....	39
Obrázek 17: Graf OEE pro skupinu profily [autor]	40
Obrázek 18: Graf ztrát za rok 2021 [autor]	40
Obrázek 19: Snímač hladiny chladící emulze [autor]	41
Obrázek 20: Lineární vedení svěráku [autor].....	42
Obrázek 21: Zásobník nástrojů [autor].....	42
Obrázek 22: Hlavice, na kterém je umístěn upínač [autor].....	42
Obrázek 23: MOST analýza činnosti výměna upínače ve stroji [autor]	43
Obrázek 24: Porovnání časů u výměny upínače ve stroji [autor]	44
Obrázek 25: Vývoj délky náběhu stroje v roce 2021 [autor]	44
Obrázek 26: Třískami znečištěný vnitřek stroje [autor].....	46
Obrázek 27: Poškozený materiál, který se dostal na pracoviště [autor].....	47
Obrázek 28: Snímek pracovního dne operátora [autor]	47
Obrázek 29: Roura s přilepenými kolíky [autor]	48
Obrázek 30: MOST analýza činnosti lepení závitových kolíků [autor].....	49
Obrázek 31: Porovnání časů u lepení závitových kolíků [autor]	49
Obrázek 32: Neuspořádané pomůcky na pracovišti [autor]	50
Obrázek 33: Část pracoviště pro skladování materiálu [autor]	51
Obrázek 34: Manipulační vozík [22]	51

Obrázek 35: Pracovní poloha zvedání materiálu – současný vozík [autor]	52
Obrázek 36: Návrh standardu autonomní údržby [autor].....	57
Obrázek 37: Preventivní údržba - týdenní frekvence [autor].....	58
Obrázek 38: Preventivní údržba - frekvence 14 dní a více [autor]	59
Obrázek 39: Obrazovka se sledováním životnosti nástrojů [23].....	60
Obrázek 40: Layout současného uspořádání pracoviště [autor].....	62
Obrázek 41: Současný stav pracoviště [autor]	63
Obrázek 42: Model navrženého pracoviště [autor]	64
Obrázek 43: Návrh pojízdného vozíku [autor].....	64
Obrázek 44: Současný (vlevo) a nový (vpravo) stav uspořádání upínačů [autor]	65
Obrázek 45: Označení a uspořádání šuplíků [autor]	65
Obrázek 46: Vizuální značení umístění [autor].....	66
Obrázek 47: Návrh úklidové stanice [autor]	66
Obrázek 48: Navržený standard úklidu pracoviště – první strana [autor].....	68
Obrázek 49: Navržený standard úklidu pracoviště – druhá strana [autor]	69
Obrázek 50: Návrh kontrolního listu 5S [autor].....	70
Obrázek 51: Navržený pracovní postup u výměny upínače ve stroji [autor].....	71
Obrázek 52: Navržený pracovní postup u lepení závitových kolíků [autor].....	72
Obrázek 53: Vozík pro tyčový materiál [24]	73
Obrázek 54: Pracovní poloha zvedání materiálu - navržený vozík [autor].....	73
Obrázek 55: Porovnání časů operace výměna upínače ve stroji [autor]	75
Obrázek 56: Porovnání časů operace lepení závitových kolíků [autor].....	76

Seznam tabulek

Tabulka 1: Analýza času výrobního zařízení [5]	15
Tabulka 2: Pracovní kalendář za rok 2021	35
Tabulka 3: Doby běhu zařízení vzhledem ke skupinám součástí	35
Tabulka 4: Výsledky výpočtu OEE pro roury	37
Tabulka 5: Výsledky výpočtu OEE pro plasty	38
Tabulka 6: Výsledky výpočtu OEE pro profily	39
Tabulka 7: Ztráty a jejich vliv na OEE	41
Tabulka 8: Činnosti a jejich naměřené časy - týdenní úklid	45
Tabulka 9: Naměřené časy druhy činností pracovníka	48
Tabulka 10: Vlastnosti vozíku.....	51
Tabulka 11: Zjištěné nedostatky na pracovišti a při činnosti pracovníka	52
Tabulka 12: Ztráty dle faktoru OEE s možností zlepšení	53
Tabulka 13: Souhrnná tabulka s návrhy na zlepšení	54
Tabulka 14: Souhrnná tabulka s návrhy na zlepšení	54
Tabulka 15: Činnosti úklidu a jejich naměřený čas	67
Tabulka 16: Vlastnosti navrženého vozíku [24]	73
Tabulka 17: Porovnání operace výměna upínače ve stroji.....	76
Tabulka 18: Porovnání operace lepení závitových kolíků	76
Tabulka 19: Porovnání původního a navrženého stavu - ergonomická analýza RULA	77
Tabulka 20: Porovnání původního a navrženého stavu - ergonomická analýza OWAS	77

Úvod

V dnešní době se snad všechny průmyslové podniky snaží navyšovat své kapacity, a to z důvodu stále stoupající poptávky téměř po veškerém zboží. Avšak neuvědomují si, že prvotní zaměření by se mělo týkat stávajících kapacit, které někdy nemusí být zcela využívány. Ať už se jedná o stroj nebo o pracovníka, měla by proběhnout důkladná analýza, ke které lze využít některé z metod průmyslového inženýrství. Tato analýza může vyjít v pořádku, a tak opravdu nezbyvá nic jiného než najmutí dalšího pracovníka nebo zakoupení dalšího stroje. Na druhou stranu může tato analýza poukázat na nedostatky, které by se měly vyřešit. Díky tomu se může zvýšit produktivita, aniž by se vynaložily vyšší náklady například na pořízení nového stroje.

Diplomová práce se zabývá právě analýzou konkrétního pracoviště. Analýza je prováděna ve firmě Christ Car Wash s.r.o., která vyrábí především komponenty na výrobu myček osobních a nákladních aut. Jedná se o pracoviště s obráběcím centrem AXEL 5 a jedním pracovníkem, operátorem výroby.

Analýza současného stavu a posouzení využití kapacity výrobní jednotky s následnými návrhy na zlepšení je hlavní náplní této práce. V případě analýzy se jedná o velmi důležitý krok, který dokáže odhalit jednotlivé druhy plýtvání a možné nedostatky, které ovlivňují využití kapacity konkrétní výrobní jednotky. Před jakýmkoliv změnami je tedy analýza potřebná, aby poukázala na to, jaké změny aplikovat a jakým způsobem dále reagovat. Během analýzy je ale zapotřebí věnovat se celému pracovišti a také pracovníkovi, který má na starost operace, které s chodem stroje souvisí, a může tak docházet k ovlivnění využití kapacity. Na základě zjištěného plýtvání, je možné navrhnout nápravná opatření a posoudit jejich přínosy, zda se vyplatí návrhy implementovat.

I v případě okamžitého zavedení některých navržených opatření se však může dopad těchto zlepšení dostavit až v delším časovém horizontu, což se musí při hodnocení vzít v potaz.

1 Metody analýzy práce a propočtu využití kapacit

Přestože jsou pracovníci na svém pracovišti velmi snaživí a na svoji práci se soustředí sebevíc, nemusí dosahovat požadované produktivity práce. Příčin může být celá řada. Ať již jde o samotné sladení pracovníka a stroje, které nemusí dosahovat optimální úrovně, kvůli čemuž poté narůstají časy čekání, nebo není vhodně uspořádané pracoviště a je nutné vykonávat plno zbytečných úkonů a cest či zbytečně dlouho hledat nástroje. [1]

Pokud se vezme zmiňovaná synchronizace pracovníka a stroje, dá se díky řádnému uspořádání procesů dle [1] docílit následujícího:

- Zkrácení průběžné doby výroby
- Zkvalitnění procesu
- Zvýšení produktivity
- Zajištění bezpečnosti a nižší namáhavosti práce
- Snížení zásob rozpracované výroby

Aby se docílilo zmíněného uspořádání procesů, je nutné se zabývat vlivy, které způsobují plýtvání a narušení optimálního chodu procesů. Pro odkrytí příčin plýtvání časem a kapacitami jsou využívány pohybové a následně časové studie. Pohybové studie se podílí na odhalení všech zbytečných činností nebo těch činností, které nepřinášejí přidanou hodnotu. Výstupem je nový, optimální pracovní postup. [1]

Časové studie, jak již z názvu vyplývá, pracují s časem. Díky zjištění skutečné spotřeby času lze stanovit, jak dlouho jednotlivé činnosti trvají, čím a jak dlouho jsou narušovány. Podklady jsou pak využity pro tvorbu nápravných opatření. [2]

Při časových studiích se často setkáme s činnostmi, které nepřidávají produktu hodnotu. Tyto činnosti lze definovat jako ztráty a při analýze je nutné tyto ztráty rozebrat. Ztráty, které se vyskytují u výrobní jednotky, můžeme dle [3] kategorizovat takto:

- **Prostoje související s poruchami strojů a neplánované prostoje** – Poruchám lze předcházet, a to pravidelnou údržbou, která by se tudíž neměla zanedbávat. Důležité je také neopomíjet ani malé závady.
- **Ztráty při seřizování a změně rozměrů** – Jedná se o přerušení chodu stroje, kdy se mění materiál, nástroj, nebo se stroj musí nastavit na nový rozměr. Pro zamezení těchto ztrát je možné využít metodu SMED.
- **Krátká přerušení a běh naprázdno** – Jedná se o dočasné problémy stroje, kdy se například zasekne materiál ve stroji, ale stroj může dál pracovat. Běh naprázdno a krátká přerušení se odlišují od běžných poruch, ale mohou ovlivňovat efektivitu stroje.
- **Ztráty z nevyužití rychlosti stroje** – Vyskytuje se tehdy, když je možné spatřit rozdíl mezi provozní rychlostí stroje a skutečnou rychlostí. Cílem je odstranění tohoto rozdílu mezi stanovenou a skutečnou rychlostí.
- **Kvalitativní ztráty a vícepráce** – Jedná se o ztráty způsobené nesprávným používáním zařízení. Je nutné hledat příčiny vad a nevytvářet pouze provizorní nápravy.
- **Ztráty při náběhu** – Objevují se v případě postupného najíždění na plný výkon. Jejich identifikace bývá často obtížná.

Jednotlivé prostoje lze ještě v rámci analýzy rozdělit, a to podle příčiny, která je způsobila. Podle [1] lze příčiny ztrát rozdělit například takto:

- Technologické (čistění)
- Stav zařízení (opravy)
- Pracovní režim (směny)
- Organizace a řízení výroby (obsluha více strojů, změny velikosti výrobních dávek)

Během odhalování plýtvání a analýzy kapacit lze v praxi narazit na využití různých měrných jednotek. Volba konkrétní míry závisí na mnoha aspektech především na druhu kapacitní jednotky, typu výroby nebo na cílech monitorovacího a řídicího systému. Často je možné se setkat s normovanými pracovními hodinami, počty kusů vyrobených ve výrobě nebo množstvím zpracovaného materiálu za stanovený čas. Například normovaný čas je možné získat pomocí metod MTM nebo časových studií. [4]

Veškeré metody a jednotlivé termíny týkající se výrobní kapacity a její analýzy jsou probrány v následujících kapitolách.

1.1 Výrobní kapacita

„Výrobní kapacitou můžeme rozumět množství výrobků stejného druhu, které lze vyrobit za určitých podmínek, na daném výrobním zařízení za stanovené časové období.“ [1]

Z definice vyplývá, že lze stanovit normu, která definuje množství, které se dokáže vyrobit za jednotku času na daném výrobním zařízení. Dle [5] je pro normování kapacit využíván časový fond výrobního zařízení. Rozlišují se tři časové fondy:

- Kalendářní (počet dnů v období)
- Nominální (počet pracovních dnů v období)
- Využitelný/efektivní (nominální fond minus neplánovaná přerušení)

Podle vybraného časového fondu se pak odvíjí i dané kapacitní normy:

- Norma využitelného časového fondu
- Norma výkonnosti
- Norma celkové kapacity

Pro stanovení norem je ale nutná analýza výrobních kapacit z hlediska jejich současného a možného využití. Jak je uváděno v [5], je nutné rozlišit časovou strukturu z hlediska činnosti a nečinnosti výrobní jednotky, což ukazuje následující tabulka.

Tabulka 1: Analýza času výrobního zařízení [5]

Čas činnosti			Čas nečinnosti		
Čas výrobního technologického chodu			Čas nevýrobního chodu (klidu)	Údržba, opravy	Nepracuje
Čas hlavního chodu		Čas pomocného chodu			
Strojní	Strojně ruční				

Samotná norma by se ale neměla odvíjet jen od množství výrobků a časového období. Dle [1] by měla také respektovat další podmínky, jako například:

- Ekonomickou efektivnost
- Potřebnou jakost
- Podmínky bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci

Je zřejmé, že stanovení množství výrobků, časového období a respektování podmínek pro samostatnou jednotku výrobního zařízení nemusí být někdy jednoduchá záležitost, například když takovýchto jednotek může být na jednom pracovišti více a těchto pracovišť je v celé dílně desítky. Právě proto lze v určitých případech, převážně z důvodu efektivity, realizovat kapacitní propočty ne na jednotku výrobního zařízení, ale provádějí se propočty právě na úseky pracovišť nebo celé dílny. [1]

Jako výsledek výpočtu výrobních kapacit se můžou (mimo vyrovnaný stav) vyskytnout dle [4] dva hlavní problémy:

- **Nedostatek kapacit** – Způsobení růstu nejistoty ve výrobě, neplnění výrobního plánu, prodlužování termínů dodávek výrobků zákazníkům, frustrace pracovníků.
- **Nadměrné kapacity** – Nízké využití zdrojů, růst neefektivnosti výroby, růst výrobních nákladů, klesající rentabilita.

Je zřejmé, že oba případy tak negativně ovlivňují procesy v organizaci a celkovou efektivitu, čemuž se věnuje následující kapitola.

1.2 Produktivita a efektivita

Efektivitu můžeme popsat jako vzájemný vztah mezi používanými vstupy a produkovánými výstupy. Jedná se o celistvý vztah využitelnosti. Co se týče podnikových procesů, míra efektivnosti je vyjádřena využitím výrobních faktorů a jejich vzájemným ovlivňováním v procesu výroby. Zato samotnou produktivitu lze charakterizovat jako jeden z možných ukazatelů efektivity, který vyjadřuje efektivní využívání výrobních zdrojů. [6]

Dnes je produktivita slovo, na které se soustřeďuje mnoho firem. Čím dál více manažerů společností všech možných odvětví sleduje a pracuje s produktivitou, protože ji vnímají jako indikátor výkonosti nejen určitých oddělení ale i celé firmy. [7]

Produktivitu lze dle [6] definovat jako poměr mezi objemem produkce a množstvím vstupů:

$$\text{Ukazatel produktivity} = \frac{\text{Výstupy}}{\text{Vstupy}} \quad (1)$$

V čitateli se nachází výstupy, které zjednodušeně chápeme jako zboží či služby. Dají se vyjádřit v jednotkách nebo objemu jako například v litrech, tunách, kusech. Naopak vstupy, které jsou ve jmenovateli, lze třídit do několika kategorií jako pracovní síly, výrobní zařízení, materiál či kapitál. [7]

Obecný ukazatel produktivity lze dle [7] dále rozčlenit na tři typy poměrů:

- **Parciální produktivita** – Jedná se o poměr celkového produktu vzhledem ke konkrétnímu typu vstupu.
- **Index produktivity** – Výsledky měření produktivity porovnávají s určitými standardy. Standardy jsou určovány například jako výsledky předchozích období či výsledky konkurence.
- **Celková produktivita** – Jedná se o produktivitu všech výrobních faktorů (práce, půdy a kapitálu) bez hodnocení vzájemného vlivu.

Produktivita vyžaduje neustálou snahu přizpůsobovat ekonomické aktivity na stále se měnící podmínky a požadavky nových metod a postupů. Produktivita tak zahrnuje kroky managementu spojené s vývojem a inovacemi v oblasti technologií, vědy apod., ale také s motivací výkonných i řídicích pracovníků. [6]

Je tedy zřejmé, že pracovat s produktivitou by měly opravdu všechny firmy, jelikož díky ní může společnost růst a posouvat se kupředu. Mezi faktory, které k tomu firmy mohou využít a které ovlivňují produktivitu se podle [7] například řadí:

- Pracovní postupy a metody
- Kvalita výrobního zařízení
- Schopnosti a znalosti pracovníků
- Systém odměňování a hodnocení
- Využívání dostupných zdrojů
- Využití metod průmyslového inženýrství

Efektivita strojního zařízení

Pokud se vrátíme zpátky k efektivnosti, která tedy zobrazuje celkovou využitelnost, můžeme její analýzu uskutečnit nejen na celkové firmě, ale také jen na jednotlivých pracovištích, a dokonce i na jednotlivých strojích, zařízeních. Nejčastěji se pro měření efektivity strojního zařízení využívá ukazatel efektivnosti OEE (Overall equipment effectiveness), který pokrývá hned několik měřítek a dokáže souhrnně ukázat, jak je stroj efektivní.

Často bývá tento ukazatel označován jako jedna z nejlepších metrik a představuje zásadní informaci pro podniky, které chtějí vylepšovat výrobní procesy a zavádět štíhlou výrobu. Je vhodný pro snižování nalezených ztrát, protože v sobě zahrnuje více složek ovlivňujících celkovou efektivnost. Dané složky lze samostatně vyhodnocovat. Díky tomu lze zlepšovat výkon nebo kvalitu ve výrobě a zvýšit tak produktivitu výrobních zařízení. [8]

Díky ukazateli se dají zjistit hlavní příčiny časových ztrát a stanovit přesné využití kapacity stroje, jak je naznačeno na obrázku 1.



Obrázek 1: Využití stroje [9]

Výpočet OEE

Samotný výpočet OEE je složen ze tří faktorů, které se mezi sebou následně vynásobí.

$$\text{OEE} = \text{Využití} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita} \times (100 \%) \quad (2)$$

Využití bere v úvahu výrobní ztráty. Jedná se o všechny události, které zastaví plánovanou výrobu na dobu několika minut a déle. Jsou zde zahrnuty plánovaná zastavení (přestavba, preventivní údržba) a neplánovaná zastavení, které jsou zapříčiněny prostoji, poruchami či opravami strojů.

$$\text{Využití} = \frac{\text{Skutečná doba běhu zařízení}}{\text{Očekávaná doba běhu zařízení}} \quad (3)$$

Výkon zohledňuje ztráty výkonu. Daný faktor zahrnuje veškeré vlivy, které zapříčiňují, že výrobní zařízení pracuje při běhu při nižší než maximální možné rychlosti. Ideální doba cyklu je nejrychlejší možný čas na výrobu jednoho kusu, v případě vynásobení celkovým počtem kusů je dán nejrychlejší možný čas na výrobu celkového množství kusů.

$$\text{Výkon} = \frac{\text{Celkový počet vyrobených kusů} \times \text{délka cyklu (jeden kus)}}{\text{Skutečná doba běhu zařízení}} \quad (4)$$

Kvalita zohledňuje ztrátu kvality, která započítává vyrobené kusy, u kterých nejsou splněny požadavky na kvalitu, včetně kusů, které jsou následně přepracovány.

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Počet vyrobených kvalitních kusů}}{\text{Celkový počet vyrobených kusů}} \quad (5)$$

Výpočet OEE byl zpracován na základě zdrojů [10] a [11].

Po výpočtu ukazatele OEE je nutné interpretovat výsledek a porozumět mu. Výslednou hodnotou OEE se zabývá [8] a [11]. Výsledná hodnota je udávána v procentech a vyjadřuje procento výrobního času, ve kterém je zařízení skutečně produktivní. Pokud je ukazatel OEE na hodnotě 100 %, vyznačuje to výrobu pouze kvalitních výrobků na maximální výkon bez zbytečných zastávek. V praxi je ale často výsledná hodnota nižší. OEE, které vychází více než 85 % ukazuje velmi dobrý výsledek, tedy že stroj pracuje velmi efektivně. Hodnota 60 % OEE je poměrně časté a naznačuje, že je značný prostor pro vylepšení. Ještě nižší hodnota, a to 40 % OEE, je poměrně obvyklá pro výrobní společnosti, které se právě o OEE začínají zajímat a přichází se způsoby, jak zlepšovat výkonnost. Je to velmi nízké skóre, které je nutné zvýšit.

Jak již bylo zmíněno, analýza efektivity strojního zařízení nemusí vyjít zrovna optimálně. Je tedy nutné udělat opatření, které ukazatel OEE zvýší. Je nezbytné se zaměřit na jednotlivé druhy plýtvání, které vznikají, a eliminovat je. Například v případě poruchovosti zařízení je uváděno řešení TPM, které je ovšem velmi komplexní a zahrnuje zapojení celé organizace. Pro efektivní výměnu nástrojů, forem, eliminaci čekání a dlouhého seřizování je vhodná metoda SMED s případnou kombinací dalších metod jako například 5S apod. Pokud je problémem velká zmetkovitost nebo špatná kvalita výrobků, je nutné se zaměřit na předcházení chyb v procesu výroby. [10]

Kromě efektivity zařízení a využití ukazatele OEE, se lze zaměřit i na další oblasti, které lze u výrobního zařízení monitorovat a vyhodnocovat. K těmto parametrům se dle [12] například řadí:

- **Operační čas** – Záznam délky dané operace, kdy je stroj v chodu a pracuje na zhotovení produktu.
- **Rychlost stroje**
- **Nekvalita** – Automatické záznamy o nekvalitní výrobě, počtu zmetků.
- **Bezpečnost práce a pracovní prostředí** – Sledování stavu a autodiagnostika zařízení, např. bezpečnostních spínačů, světelných závor, tlakových senzorů (lišty, nášlapné rohože). Také monitorování teploty a vlhkosti pracovního prostředí.
- **Spotřeba energií** – Energie v podobě elektřiny či provozních látek. Možný podklad pro dlouhodobé analýzy a následné předpovědi údržby a propočtu efektivity.

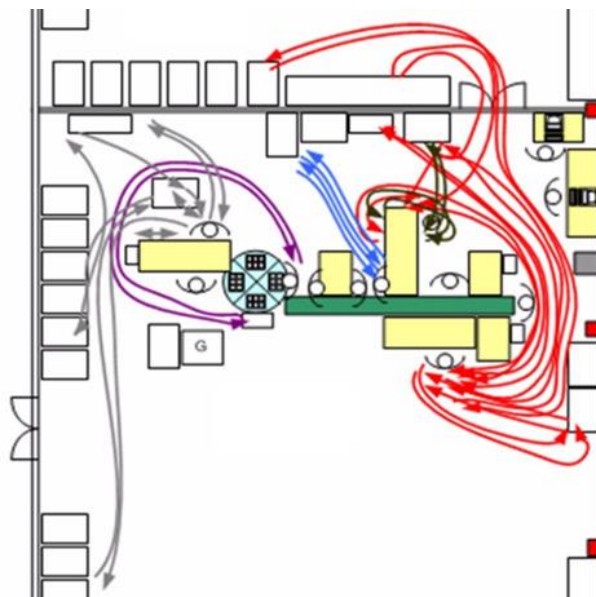
S analýzou se ale nemusí končit jen u stroje. Kromě efektivity strojního zařízení je možné provést celkovou analýzu pracoviště, díky které lze určit možnosti pro zlepšení, navýšení produktivity a omezení plýtvání. Dalším užitečným prvkem zaměřeným na efektivitu může být analýza práce z hlediska pohybu a spotřeby času, na což se zaměřuje další kapitola.

1.3 Studium práce a měření spotřeby času

V návaznosti na zvýšení efektivity a odhalení příčin plýtvání časem a kapacitami se lze setkat s pojmy pohybové a časové studie.

Pohybové studie se týkají analýzy pracovní metody. Smyslem je rozpoznat a následně odstranit nadbytečné činnosti jako je plýtvání časem, duplicity, zbytečná chůze na velké vzdálenosti, přemísťování předmětů a materiálu na velkou vzdálenost. Dále se také zabývají sjednocením a co největším zjednodušením provádění společných operací. Výsledkem je stanovený postup s co nejkratším průběhem operace a efektivním využitím zdrojů, který zároveň respektuje pracoviště, vybavení a další podmínky. [5]

K analýze jsou využívána klasická grafická znázornění, ale také moderní technické prostředky. Konkrétně se jedná o výkresy, náčrty a prostorové modely. Dále je možné využití diagramů, mezi známější se řadí například postupové diagramy či špagetový diagram, který je uveden na obrázku 2. [2]



Obrázek 2: Špagetový diagram [13]

Časové studie, tedy měření času, tykající se normování práce se snaží určit optimální spotřebu času pro vykonávané pracovní operace na konkrétních pracovištích. Stanovují se pro vymezenou činnost, používané nástroje nebo konkrétní pracovní postup. Při měření času lze zohlednit i kvalifikaci pracovníka. [1]

Při časové studii je důležité stanovit si co všechno je zahrnuto do měření spotřeby času, a také jaké podmínky by měly být dodrženy. Obě souvislosti řeší [14].

Měření spotřeby času zahrnuje:

- Zjištění náplně pracovní činnosti, jednotlivých složek a doby jejich trvání, a také podmínek pracoviště
- Měření doby přestávek a dob zbytečných činností a ztrát a následné zjištění jejich příčin
- Rozbor naměřených časů
- Zjištění míst s velkou spotřebou času a návrh snížení
- Stanovení optimální spotřeby pro stanovené podmínky
- Stanovení norem času pro jednotlivé činnosti a podmínky, za kterých mají být vykonány

Mezi podmínky pro měření času patří:

- Vymezení cíle zkoumání a měření času
- Určení objektu (pracoviště, zařízení)
- Zajištění spolupráce pracovníků provádějící měření, pracovníků vykonávající činnost, mistry a s dalšími zainteresovanými osobami
- Určení základních identifikačních údajů (např.: den měření, označení pracoviště, osob, údaje o pozorování, průběh pozorování, ...)
- Zvolení vhodných metod zjišťování spotřeby času
- Rozdělení pracovní činnosti na dílčí složky
- Stanovení doby pozorování
- Příprava formulářů a dalších podkladů a pomůcek

Při analýze času je možno postupovat různými metodami. Obecně lze tyto metody rozdělit podle [15] na:

- **Metody rozborové** – Stojí na objektivním stanovení spotřeby času a zároveň poskytují přesnou časovou spotřebu. Zjištění velikosti spotřeby času je založené na využití matematiky, statistiky a pravděpodobnosti.
- **Metody sumární** – Založené na předpokladech, určují nepřesnou spotřebu času.

1.3.1 Metody rozborové

Rozborové metody, jak bylo řečeno, stanovují přesnou časovou spotřebu. Řadí se sem metody rozborové výpočtové, metody rozborové porovnávací a metody rozborové chronometrážní.

Metody rozborové výpočtové

Jedná se o technický propočet podle schválených normativů nebo databází. Jsou zde zahrnuty také úkonové a pohybové normativy, které určují podrobnost rozborů jednotlivých aktivit. [15]

Význam metody spočívá v rozložení pracovní operace na jednotlivé pracovní úkony a pohyby, u kterých je následně stanovena spotřeba času podle určených normativů. Základem metod jsou mikropohybové studie, které jsou založené na definování therbligů¹. [1]

¹ Američtí vědci zabývající se managementem a organizací práce L. Gilbrethová a F. Gilbreth definovali 17 základních pohybů, pojmenovaných jako therbligy (obrácené čtení jmen autorů). [1]

Doby trvání jednotlivých pohybových prvků jsou ovlivněné konkrétními podmínkami a vlivy jako je například způsob a složitost provedení pohybů, vzdálenost, hmotnost či odpor. [14]

K nejznámějším metodám v České republice patří MTM metoda a metoda MOST, které se dostává stále větší popularity. Obě metody mají různé modifikace dle trvání jednotlivých činností – MTM 1, MTM 2, MTM 3 a Mini MOST, Basic MOST, Maxi MOST. MTM metoda i metoda MOST patří do metod **nepřímého měření času pracovní činnosti**. Výhody metod nepřímého měření času jsou především objektivnost, možnost použití pro stanovení budoucích operací a dále využití metod při racionalizaci pracovního postupu a uspořádání pracoviště. [16]

- **MTM**

Základem pro metodu MTM (Methods Time Measurement) je modifikace MTM 1, která je nejpresnější, nejpodrobnější, ale také nejpracnější, tudíž zabere nejvíce času. [16]

Problémem u této metody může být stanovení detailního popisu činností, přesná specifikace pohybu (operátoři často nevykonávají pohyb stejně), značná časová náročnost a složitost celého systému analýzy. Pro zrychlení analýzy jsou tudíž využívány odvozené metody jako například MTM 2. [16]

Základní pohyby jsou sloučeny do opakovaných sledů. U výchozí metodiky je celkem 26 pohybů rukou, ramen, očí, těla a dolních končetin. Konkrétní čas trvání jednotlivých pohybů je určen v závislosti na vzdálenosti, hmotnosti a složitosti. [1]

- **MOST**

Principem metody MOST (Maynard Operation Sequence Technique) je skutečnost, že libovolná práce je přemísťování hmoty či objektu a lze ji charakterizovat jedním ze čtyř sekvenčních modelů. Následně jsou k jednotlivým parametrům sekvenčních modelů přiřazeny stanovené indexy. [16]

K popisu manuální práce jsou zapotřebí tři základní sekvence aktivit MOST, případně čtvrtá, která slouží pro přemístění pomocí ručního jeřábu. Aktivity včetně sekvenčního modelu a popisu znázorňuje obrázek 3.

Sekvenční modely pro systém Basic MOST		
Aktivita/druh pohybu	Sekvenční model	Parametr
Obecné přemístění	ABGABPA	A - Action distance (Akce na určitou vzdálenost)
		B - Body motion (Pohyb těla)
		G - Gain control (Získání kontroly)
		P - Placement (Umístění)
Řízené přemístění	ABGMXA	M - Move controlled (Přesun řízený)
		X - Processtime (Procesní čas)
		I - Alignment (Vyrovnání)
Použití ručního nástroje	ABGABP*ABPA	F - Fasten (Utáhnout)
		L - Loosen (Uvolnit)
		C - Cut (Dělit)
		S - Surface treat (Povrchová úprava)
		M - Measure (Měřit)
		R - Recor (Zaznamenat)
Použití ručního jeřábu	ATKFLVPTA	T - Think (Myslet)
		T - Transport unloaded (Transport prázdný)
		K - Hook up and unhook (Zaháknutí a vyháknutí)
		F - Free object (Uvolnění objektu)
		L - Loaded mode (Transport naložený)
V - Vertical Move (Vertikální přemístění)		

Obrázek 3: Sekvenční modely pro metodu Basic MOST [16]

Důležité je vědět, v jakém případě jakou sekvenci pohybů využít. Bližší specifikaci jednotlivých sekvencí popsal [7]:

- **Obecné přemístění** – Přemístění volně vzduchem.
- **Řízené přemístění** – Přemístění objektu, který je stále v kontaktu s povrchem.
- **Použití nástroje** – Využívání ručního nástroje, například kladiva nebo šroubováku.
- **Použití ručního jeřábu**

Příklad zápisu metody MOST se sekvencí obecného přemístění může vypadat následovně:

A₁₀B₆G₃A₁₀B₀P₁A₀

V určitých situacích analýzy práce, se může objevit situace, kdy pracovník využívá například klávesnici nebo myš. Právě proto je také někdy využívána další sekvence pro administrativní aktivity, a to použití zařízení. Patří sem dle [17] přesně tři parametry:

- W = Keyboard
- K = Keypad
- H = Letter/Paper

Jelikož se jedná o rychlé pohyby, výsledkem bývá velmi krátký časový úsek, který by se těžko vyjadřoval v běžných časových jednotkách. Pro obě metody se tak využívá speciální jednotka TMU (Time Measurement Units), která představuje 0,00001 hodiny čili 0,0006 minuty anebo také 0,036 sekundy. [17]

Na závěr je ještě vhodné vyzdvihnout výhody metody MOST, ty jsou dle [16] následovné:

- Příznivý poměr mezi náročností analýzy a její výslednou přesností
- Objektivnost
- Možnost definovat časy budoucích operací
- Identifikace plýtvání během vykonávané práce

Metody rozborově porovnávací

Metody využívají technický propočít na bázi pečlivého porovnávání přesně určených částí operace pro obdobné výrobky. [15]

Principem je, že u výrobků, které si jsou například analogické tvarem nebo technologií, se norma času stanovuje porovnáváním s časy výrobků odlišné velikosti. Tyto výrobky mají stanovenou normu z minulosti přesnou analytickou metodou. [1]

Metody rozborově chronometrážní

Jedná se o často využívané metody, kdy základem je snímkování operace. Přesně se jedná o **přímé měření spotřeby času** u cyklicky se opakujících operací. [15]

Spotřeba času se určuje za pomoci stopek, vhodných záznamových formulářů a také může být k dispozici specializované zařízení či software. Obecně se rozlišují dva možné přístupy v oblasti přímého měření. Pokud je cílem pozorování a určení času operace, mluvíme o tzv. chronometráži nebo snímku operace. Nebo pokud se soustředíme na sledování pracovníka, jedná se o snímek pracovního dne. [16]

- **Chronometráž**

Tato metoda patří mezi nejpoužívanější a slouží ke stanovení délky trvání určitého pracovního děje či operace. Principem metody je rozdělení daného měřeného děje na menší dílčí úkony. Spotřeba času konkrétních úkonů je následně zapsána do formuláře. [16]

Prostřednictvím této metody se získávají podklady pro vylepšení pracovního postupu, zlepšení organizace práce a snížení spotřeby časů prvků i celé operace. Nejčastěji se v praxi využívá plynulá nebo výběrová chronometráž či snímek průběhu operace, které popisuje [14]:

Plynulá chronometráž – Měření průběhu operace s předem známým sledem jednotlivých úkonů. Nejprve se zaznamená sled činností a následně se během měření dopisují časy.

Výběrová chronometráž – Měření jen určité části operace, nejčastěji těch, které se doposud neprováděly nebo je u nich nutné změnit pracovní postup. Je zde vhodné využívat pro měření videozáznam, neboť bez něj by mohlo docházet k zápisu chybných údajů.

Snímek průběhu operace – Zabývá se sledováním operace, při které není předem jasný sled jednotlivých pracovních úkonů. Při měření je nutné zaznamenávat nejen čas, ale i popis jednotlivých úkonů.


- **Snímek pracovního dne**

Jde o způsob souvislého pozorování veškeré spotřeby času během celé směny. Důležité je mít následně celkový přehled o spotřebě času. Tato metoda umožňuje určit eventuální nedostatky a plýtvání či stanovit poměr aktivit, které nepřidávají hodnotu. Je také možné vymezit celkově nový postup pracovních operací. Snímek pracovního dne je vhodný pro získání informací o současném stavu na pracovišti a využití všech dostupných zdrojů. [16]

Snímek pracovního dne nemusí být dělán jen pro jednoho zaměstnance, existuje jich více druhů. Dle [2] lze najít tyto druhy snímků pracovního dne:

- **Snímek pracovního dne jednotlivce** – Pozorovaný je jen jeden pracovník.
- **Snímek pracovního dne čety** – Pozorováno je více pracovníků najednou.
- **Hromadný snímek pracovního dne** – Pozorování několika pracovišť najednou.
- **Vlastní snímek pracovního dne** – Pozorování zaznamenává sám pracovník.
- **Momentové pozorování** – Zjištění podílu vybraných činností a ztrát na času směny.

Na obrázku 4 je uveden příklad formuláře, který byl zmíněn výše, a který slouží k popisu úkonů a záznamu spotřeby času.

	Datum: 20. 8. 2010		POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č: 1	
	Směna: ranní			Pozoroval: Dlabač	
	Od do: 6:00 - 14:00			Pozorovaný: Fiala	
Pracoviště: Montáž (linka 2)			Název stroje (ev. číslo):		
Výrobek 1 (název, číslo): AH 330			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 2 (název, číslo): AH 530			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 3 (název, číslo):			Dosažený výr. výkon:		
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:01	MP	Mimo pracoviště - hledání prázdné přepravky
0:00:01	0:00:01	0:00:02	0:00:01	PVP	Práce na vlastním pracovišti - montáž
0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:01	DOK	Dokumentace - zápis počtu vyrobených kusů
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:01	Č	Čekání na díly z lakovny
postupný čas odečítaný ze stopky vždy při změně činnosti operátora	čas zahájení a ukončení činnosti (dva pod sebou uvedené postupné časy)		vypočítaná doba trvání činnosti (od - do)	symbol pro popis dané činnosti	vysvětlení daného symbolu či poznámka k vykonávané činnosti

Obrázek 4: Formulář pro snímek pracovního dne [16]

1.3.2 Metody sumární

Tyto metody stanovují nutný čas pouze na základě domněnek a předpokladů o pracovních postupech a podmínkách pracoviště. Sumární metody jako nástroj pro zdokonalení výroby není možné samostatně využívat. Jsou zde však situace pro možné dočasné využití těchto metod jako například zavádění nového výrobku, neobvyklé či neopakovatelné výroby, popřípadě je lze využít u malých podniků s kusovou výrobou. Co se týče uvedených případů, často ani není možné provádět měření za využití rozborových metod. [14]

Mezi sumární metody je možno dle [15] zařadit:

- Odborný odhad
- Sumárně porovnávací metodu
- Metody empirických vzorců a náhradních funkčních závislostí
- Metody statistické
- Metody bodovací

Po analýze konkrétního pracoviště za pomoci časových a pohybových studií a následného rozboru nedostatků je vhodné zvolit nápravná opatření, které povedou ke zlepšení aktuálního stavu. V následující kapitole jsou uvedené a popsány možné metody průmyslového inženýrství, které mohou být na pracovišti zavedeny a vylepšit využití kapacity výrobního zařízení.

2 Principy štíhlé výroby

Pro zlepšení využití kapacity výrobního zařízení je potřeba odstranit zbytečné činnosti a nesprávně zavedené postupy, které byly nalezeny během analýzy. Eliminace plýtvání spadá do filozofie štíhlého podniku (Lean Organization). Jedná se o systém, kterým se podnik řídí, aby dosáhl dokonalé rovnováhy mezi kapacitou a pracovní zátěží. Podnik má disponovat správným množstvím pracovníků, materiálu, výrobních zařízení a množstvím produktů, které vyžadují zákazníci, a to v požadovaný čas a v požadované kvalitě. [18]

2.1 Druhy plýtvání

S filozofií štíhlého podniku je spojen japonský pojem Muda (plýtvání). Muda definuje dle [3] sedm základních druhů plýtvání:

- Nadprodukce
- Nadbytečné zásoby
- Defekty
- Zbytečná manipulace
- Špatné zpracování
- Čekání
- Transport

Je možné se také setkat i s osmým druhem plýtvání, jak uvádí [19], což je nevyužití potenciálu pracovníků. Později byl vytvořen koncept 3M, který kromě plýtvání Muda, dále zahrnuje nerovnoměrnost výkonu – Mura a přetížení systému – Muri. Nejsnáze identifikovatelná je kategorie Muda, neboť jde o zjevné plýtvání, a tak se firmy zaměřují především na tuto oblast. Pro správně nastavený proces zlepšování a udržení konkurenceschopnosti je však nutné vnímat 3M jako celek.

Štíhlý podnik může aplikovat hned několik metod a nástrojů, které je možné na pracovišti využít a zamezit tak plýtvání, které má vliv na využívání kapacity strojního zařízení. Dále jsou uvedeny některé z nich.

2.2 Vybrané metody průmyslového inženýrství

V podkapitole jsou blíže specifikovány metody průmyslového inženýrství, díky kterým lze eliminovat plýtvání, zefektivnit určité pracovní procesy nebo zlepšit kvalitu. Jedná se například o metodu SMED, TPM nebo 5S.

Metoda SMED

SMED (The Single Minute Exchange of Die) je metoda vyvíjena v druhé polovině 20. století Shigeo Shingem. Autor byl konzultantem mnoha japonských firem, kde danou metodu mohl uplatnit a zaznamenat s ní značné přínosy. [18]

Konkrétně se jedná o metodiku štíhlé výroby, jejíž využití vede ke snížení plýtvání ve výrobním procesu. Jedná se o nástroj využívaný u přestavby strojního zařízení z výroby současného produktu na odlišný produkt. [20]

Před rozebráním jednotlivých kroků, je podstatné zmínit základní pojmy, se kterými se poté pracuje – čas seřizování, interní činnosti a externí činnosti.

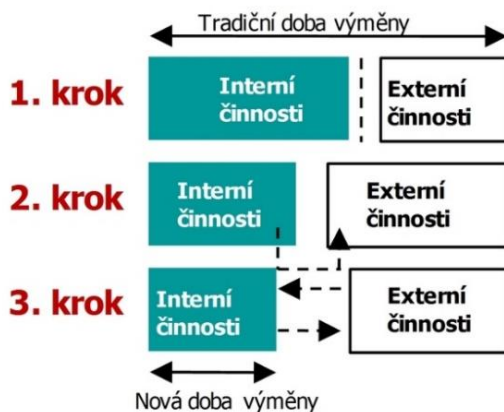
Čas seřizování je časový úsek od ukončení výroby posledního kusu, až do výroby prvního kvalitního kusu. V tomto časovém oddílu můžeme najít činnosti jako například odstranění nářadí a přípravků, seřídění nového potřebného nářadí, nastavení a doladění parametrů nového procesu a zkušební běhy. [9]

Interní činnosti lze chápat jako ty, které se mohou uskutečnit pouze v okamžiku, když je stroj vypnutý. Jedná se například o fyzické vyjmutí jednotlivých komponentů ze strojního zařízení.

Externí činnosti jsou ty, které lze vykonávat i během chodu stroje. Patří sem například příprava jednotlivých komponent ze skladu a přesun na místo výměny, příprava materiálu a konkrétních nástrojů. Jak vyplývá z definice, činnosti lze provádět i když proces běží a stroj může být v chodu delší čas. [18]

Dle [7], organizace, které se rozhodnou využít metodu SMED, obvykle postupují podle tří kroků, které znázorňuje obrázek 5:

- Identifikace interních a externích činností při seřízení
- Přesun co nejvíce interních činností na externí činnosti
- Zlepšování interního a externího času seřízení



Obrázek 5: Tři kroky metody SMED [20]

Při aplikaci metody SMED lze zjistit, že při přestavbě vzniká plýtvání. Plýtvání při změnách a seřizování lze dle [7] třídit do čtyř hlavních skupin, které zachycují zjevné plýtvání, ale i plýtvání skryté jako například utahování šroubů.

- **Plýtvání při přípravě na změnu** – Objevuje se zde především hledání pomůcek, přípravků, zjišťování správného postupu v době výměny apod.
- **Plýtvání při montáži a demontáži** – V tomto případě se jedná o takové druhy plýtvání jako je povolování a utahování šroubů s mnoha závity, odstraňování a vkládání podložek, pozorování druhého pracovníka při práci, případně čekání na pracovníka.
- **Plýtvání při doseřizování a zkouškách** – Ve třetím případě se projevuje plýtvání jako často opakované pohyby například přesné umístění nástrojů.
- **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – Zde se objevuje jako hlavní druh plýtvání zahřívání stroje nebo čekání připraveného stroje na možnost vyrábět.

TPM

TPM (Total Productive Maintenance) metoda bývá často zmiňována i v souvislosti s ukazatelem OEE, ačkoliv spíše než o metodu, se jedná o způsob myšlení či řízení organizace. TPM se zabývá přesnou a organizovanou údržbou. Usiluje o snížení selhání strojního zařízení, ztrát a dalších problémů, které negativně ovlivňují efektivitu stroje a celkově i produktivitu procesu. TPM zahrnuje každého zaměstnance od pracovníků, seřizovačů až k hlavnímu

managementu společnosti. Právě díky této skutečnosti se nejedná jen o běžnou metodu, ale spíše o komplexní řídicí systém celé společnosti. [18]

Hlavními cíli TPM dle [18] jsou:

- Redukce strojních a procesních prostojů
- U pracovníků navýšit odpovědnost za možné problémy související se zařízením
- Zajištění stálého úklidu pracoviště
- Snížení nákladů na provoz stroje
- Zlepšení kvality produktu

Metoda TPM je spjata především s efektivitou zařízení, s čímž souvisí údržba, na kterou se metoda zaměřuje. Jedná se o údržbu plánovanou (preventivní), ale také samostatnou (autonomní). Autonomní údržba má za cíl delegovat část odpovědnosti za údržbu operátorům pracoviště. Tato údržba zahrnuje jednodušší aktivity jako mazání a dále také čištění stroje. Díky této údržbě také pracovník poznává zařízení a dokáže problémům předcházet nebo poruchy přesně specifikovat. Důležitou částí je také preventivní údržba. Náplní této údržby je inspekce, aby mohlo dojít k včasné identifikaci problémů a reakci na ně. Zahrnuje opravu také složitějších částí, na kterou je potřeba dostatek času. [7]

5S

5S (zkratka pěti japonských slov) je nástrojem štíhlé výroby k odstranění plýtvání, který ale není pouze o úklidu, jak si mnozí myslí. Ze zavedení a dodržování dané metody plynou mnohem větší výhody, jak zmiňuje [11]:

- Zvětšení pracovní plochy, díky odsunutí nepotřebných nástrojů a vybavení
- Snížení odpadu, vizualizace zásob (maximální a minimální úroveň)
- Větší odpovědnost pracovníků, zapojení do procesu a údržba zařízení
- Bezpečnější a udržované pracoviště

Poté co byly zmíněny důvody pro zavedení je vhodné popsat jednotlivé kroky metody dle [20]:



Obrázek 6: Kroky 5S [20]

- **Separovat** – Oddělení položek, které je nutné na pracovišti mít, a které je potřeba odstranit.
- **Systematizovat** – Hledání vhodného místa pro umístění položek. Bere se zde v potaz hlavně frekvence využití.
- **Stále čistit** – Definice místa, které je nutné udržovat v čistotě, co je k čištění zapotřebí a frekvenci čištění.
- **Standardizovat** – Vytvoření těchto kroků jako standard, aby nedošlo k porušování a návratu k původnímu stavu pracoviště.
- **Sebedisciplína** – Prostor pro vylepšování zavedeného stavu, konání auditů a školení.

Poka Yoke

Název lze přeložit jako vyhnutí se chybám, což je i smysl samotné metody. Během různých výrobních procesů mohou nastat příležitosti k chybám a pracovník, aniž by úmyslně chtěl, chybu udělá a vzniká tak nekvalitní výrobek. Daný systém má za cíl těmto vadám předcházet nebo upozornit pracovníky včas, nikoliv až na konci procesu. Pro upozornění jsou využívány

různé prostředky jako například světelná upozornění, počítadla, spínače apod. Díky těmto prostředkům systém plní funkce jako vypnutí, kontrola a varování. [7]

Vady, kterým lze pomocí metody předcházet jsou dle [20] kupříkladu tyto:

- Zcela vynechaná montážní operace
- Chybně provedená operace
- Nesprávné uložení dílu
- Použití chybného dílu
- Uvolněný, nedotažený díl
- Nesprávně nastavené zařízení
- Nepřipravenost přípravků a nástrojů

Vizuální management

Metodu Poka Yoke nebo 5S lze také podpořit vizuálním managementem. Pracoviště, které metodu využívá má stanovený řád, je organizované, vše je popsáno a jasně definované. Jsou zde využívány ukazatele a prvky napomáhající odhalit odchylky. Díky tomu lze snížit chybovost, určit potřebnou plochu pro jednotlivé prvky výroby či standardizovat postupy. [20]

Kromě kontrolních karet, podlahového značení apod. je zde často využíván Andon. Jde o systém rychlého hlášení problémů. Daný vizuální nástroj zobrazuje stav produkce v reálném čase, pracovníci jsou ihned informováni, a mohou tak reagovat na vzniklé problémy na konkrétní lince nebo u stroje. [19]

Samotná forma signalizačního zařízení může nabývat mnoha forem, například se může jednat o semafor, zvukový signál nebo kontrolní desku. Systém vizuálního managementu není schopen odstraňovat vzniklé poruchy, ale může zrychlit a zjednodušit reakci na nečekaně vzniklé abnormality. Nemusí však jen oznamovat poruchovost a upozorňovat na problémy, ale může také hlásit výsledky plnění výrobního plánu na jednotlivých linkách. [9]

3 Popis technologie výroby ve společnosti Christ Car Wash

V této kapitole je blíže představeno konkrétní pracoviště, kterého se týká analýza využití kapacity výrobní jednotky. Je zde popsáno nejen samotné výrobní zařízení, ale také úkoly obsluhy a součásti obráběné na daném pracovišti.

3.1 Představení společnosti

Před popisem technologie výroby a samotného pracoviště s výrobním zařízením je uvedeno několik základních informací o firmě.

Christ Car Wash

Společnost Christ je od roku 1963 jedním z hlavních výrobců mycích linek v Evropě. V roce 1879 ji založil Anton Christ jako řemeslný podnik v Německu, který se zaměřoval na výrobu sít na obilí, drátěné pletivo a kostelní mříže. Později se také orientovala na výrobu pásové oceli, hřebíků a drátů. [21]

Právě v roce 1963 byla postavena první mycí linka a následně i další mycí linky na zakázku. Odvětví výroby mycích linek se tak stalo základem budoucí výroby podniku. Od roku 1980 se zcela zastavila výroba pásové oceli a zaměřila se jen na výrobu mycích linek a mycích tunelů.

V roce 1996 byla založena dceřiná společnost Christ Car Wash s.r.o. v České republice. Zde se vyrábí veškeré komponenty nutné pro složení finálního výrobku – mycí linky, a následně jsou posílány do Německa, kde je mycí linka složena. Další dceřiné společnosti se nacházejí po celé Evropě – Rakousko, Švýcarsko, Nizozemí, Slovensko, Maďarsko, Španělsko a Francie. [21]

Výrobky

Hlavní výrobní program:

- Portálové mycí linky
- Mycí linky pro nákladní vozy a autobusy
- Tramvajové mycí linky
- Mycí tunely
- Čističky odpadních vod
- Samoobslužné myčky
- Leštící linky

Příslušenství:

- Zařízení pro mytí podvozku
- Čtečky platebních a magnetických karet
- Přístroje pro posuv vozidel
- Produkty pro mytí a údržbu
- Příslušenství pro samoobslužné myčky
- Vysavače

3.2 Popis pracoviště

Pracoviště, kterého se diplomová práce týká, je označováno jako AXEL 5. Nachází se zde pětiosé obráběcí centrum využívané obzvláště k vrtacím a frézovacím operacím. Centrum je vhodné především ke zpracování měkkého materiálu jako jsou například hliníkové profily. Centrum obsahuje elektrovřetenou s výkonem 22 kW, které dokáže vyvinout až 24000 otáček za minutu.



Obrázek 7: Obráběcí centrum [21]

Hlava stroje má pět os, díky tomu je možná práce z více úhlů, aniž by bylo nutné obráběný díl přesouvat. Obráběcí centrum je také výhodné z hlediska své délky, neboť společnost se zaměřuje na výrobu myček i pro vlaky nebo autobusy, a tak je nutné mít například profily dostatečně dlouhé, což je daný stroj schopný obrábět.

Ve firmě Christ je obráběcí centrum využíváno pro obrábění profilů nebo rour z hliníku a plastu. Materiál pro výrobu je nakupován v určité délce a následně je pomocí stroje AXEL 5 nařezán na potřebnou délku. Po dalších úpravách, například vrtání či frézování, lze profily a roury přímo využít při konstrukci mycí linky, a to při montáži ještě v České republice. Naopak plasty se po úpravách nikam nemontují, ale jsou transportovány společně s konstrukcí do Německa, kde vzniká finální výrobek.

Veškeré délky a požadované otvory, drážky nebo závity je nutné nejprve naprogramovat dle výkresu, a poté již dle potřeb vybrat materiál a upravovat součást. Celý proces zahrnuje výrobu podle stanoveného programu, kontrolu polotovaru a průběžné čištění pracovního místa a stroje.

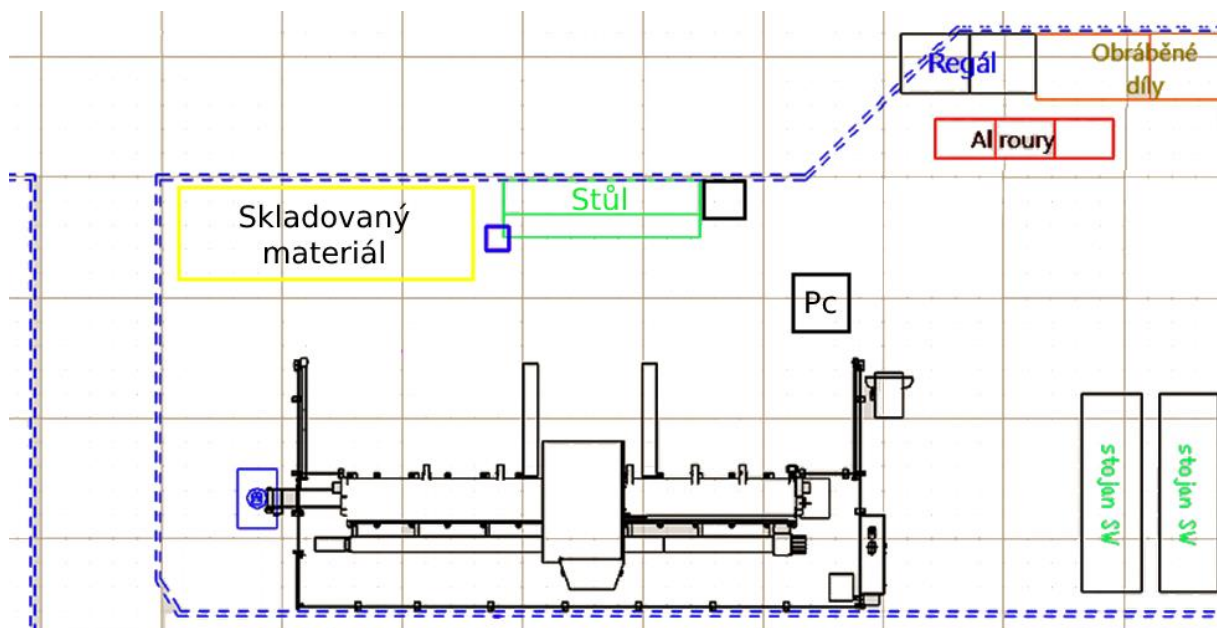
Stroj je v provozu dvě směny (ranní a noční) po 7,5 hodinách od pondělí do pátku, vyjma svátků a závodní dovolené. Každý pátek je na stroji prováděno dvouhodinové důkladné čištění samotným operátorem během ranní směny.

Na obrázku 8 je vyznačen plán celé výrobní haly společnosti s vyznačením obrobny, kde se pracoviště nachází.



Obrázek 8: Mapa haly (zpracováno dle [21])

Na obrázku číslo 9 lze vidět layout pracoviště se strojem AXEL 5. Pracoviště kromě obráběcího centra obsahuje počítač pro správu stroje, BDE panel (vychází z německého slova Betriebsdatenerfassung) na zachycení všech událostí vykonaných na stroji, dále také pracovní stůl pro případnou nápravu vadných kusů nebo nutné práce, které na stroji nelze vykonat. Je zde také vymezený prostor na uložení hotových součástí, které jsou pak následně přesunuty na expediční středisko. Dále je zde místo pro skladování materiálu. Také se zde nachází pomocné nebo upozorňovací prvky (návody, vzory, postupy, vyznačená místa, bezpečnost, ...). Nakonec je také obsluze pracoviště k dispozici jeřáb pro snadnější manipulaci.



Obrázek 9: Layout pracoviště (zpracováno dle [21])

Pracovní náplň operátora a stroje

CNC stroj se řídí dle pokynů operátora. Nejdříve jsou nastaveny upínače k uchycení materiálu, a poté stroj postupuje dle zvoleného programu a jednotlivé parametry si tak nastaví sám. Přestože se jedná o CNC stroj řízený počítačem, je nutná přítomnost operátora na pracovišti během celého procesu.

Operátor na pracovišti má několik úkolů závislých na konkrétní situaci. K hlavní náplni operátora patří příprava potřebného nástrojů pro konkrétní součásti, kdy je nutné tyto nástroje zkontrolovat, například kvůli možnému poškození. Kromě kontroly je také potřeba zvolit správný materiál, především probíhá kontrola rozměrů – délky. Při přechodu na jinou typovou skupinu je na stroji nutné provést přenastavení. Veškeré činnosti, co jsou zahrnuty do přenastavení jsou zaznamenávány, dokud není vyroben první kvalitní kus.

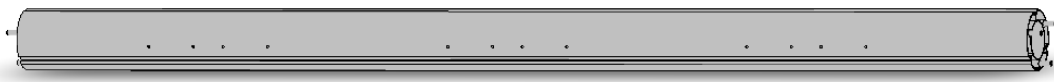
Pro vytvoření dílu je nutné dle výrobního plánu (příkazu) připravit nástroje do stroje, které je specifické pro jednotlivé skupiny dílů. Následně je zvolen program na počítači. Po nastavení stroje obsluha zkontroluje, zda je vše nastavené správně, pak vloží materiál do stroje a přirazí ho na doraz nulového bodu. Po rozběhnutí stroje je opět nutné zaznamenávat veškeré činnosti operátorem do BDE panelu, který slouží ke sběru dat od obsluhy (počet vyrobených kusů, zmetků a délka výroby).

Po celou dobu výroby je nutné provádět kontrolu chodu stroje kvůli případným chybám ve výrobě jako je například zalomení závitníku nebo vrtáku. Tyto chyby pak vyžadují dodatečný čas na manuální opravu. Kromě kontroly stroje a náradí je potřeba přezkoumávat a měřit hotové kusy. V případě určitých součástí (především typová skupina roury) je ještě následně potřeba provést zámečnické práce jako je lepení závitových kolíků u pracovního stolu.

Součásti obráběné na daném pracovišti

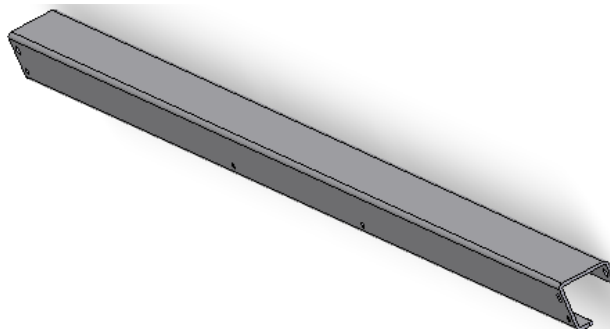
Součásti, které lze pomocí stroje obrábět, je mnoho a vyrábějí se podle aktuálních požadavků. Pro jednodušší orientaci se dělí do tří základních typových skupin:

1. Stranové a střešní roury (200 druhů)



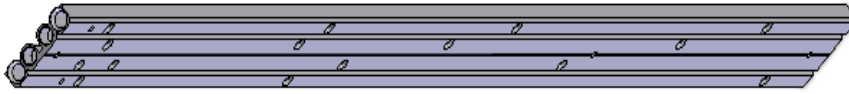
Obrázek 10: 3D model roury [21]

2. U a I profily (50 druhů)



Obrázek 11: 3D model profilu [21]

3. Jednokomorové a čtyřkomorové plasty (60 druhů)

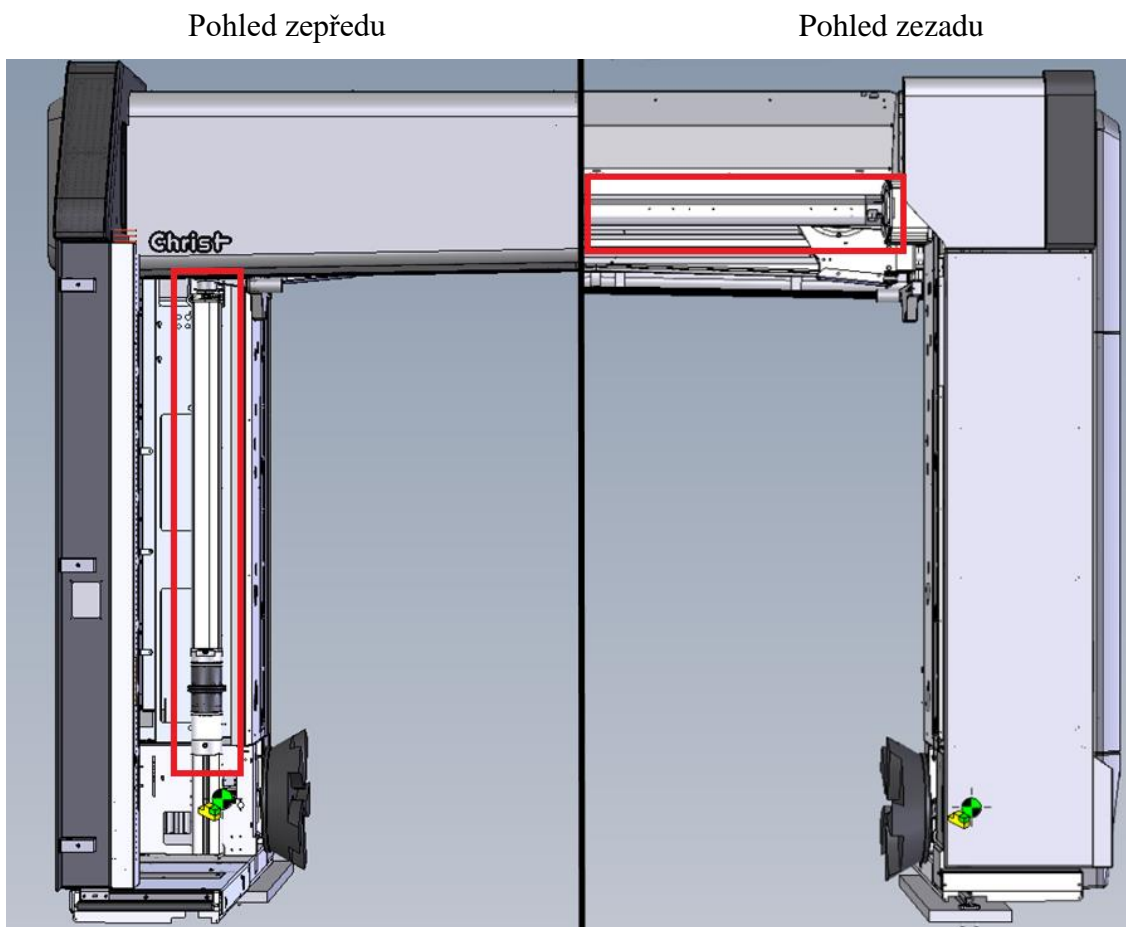


Obrázek 12: 3D model čtyřkomorového plastu [21]

Skupiny se od sebe odlišují především tvarem a materiálem. Stroj pro jednotlivé součásti v každé skupině je v určitých případech potřeba přenastavit změnou nástrojů (upínačů), navolit jiný program, nastavit upínání a provést kontrolu. Pro každou součást je stanoven výrobní čas na kus.

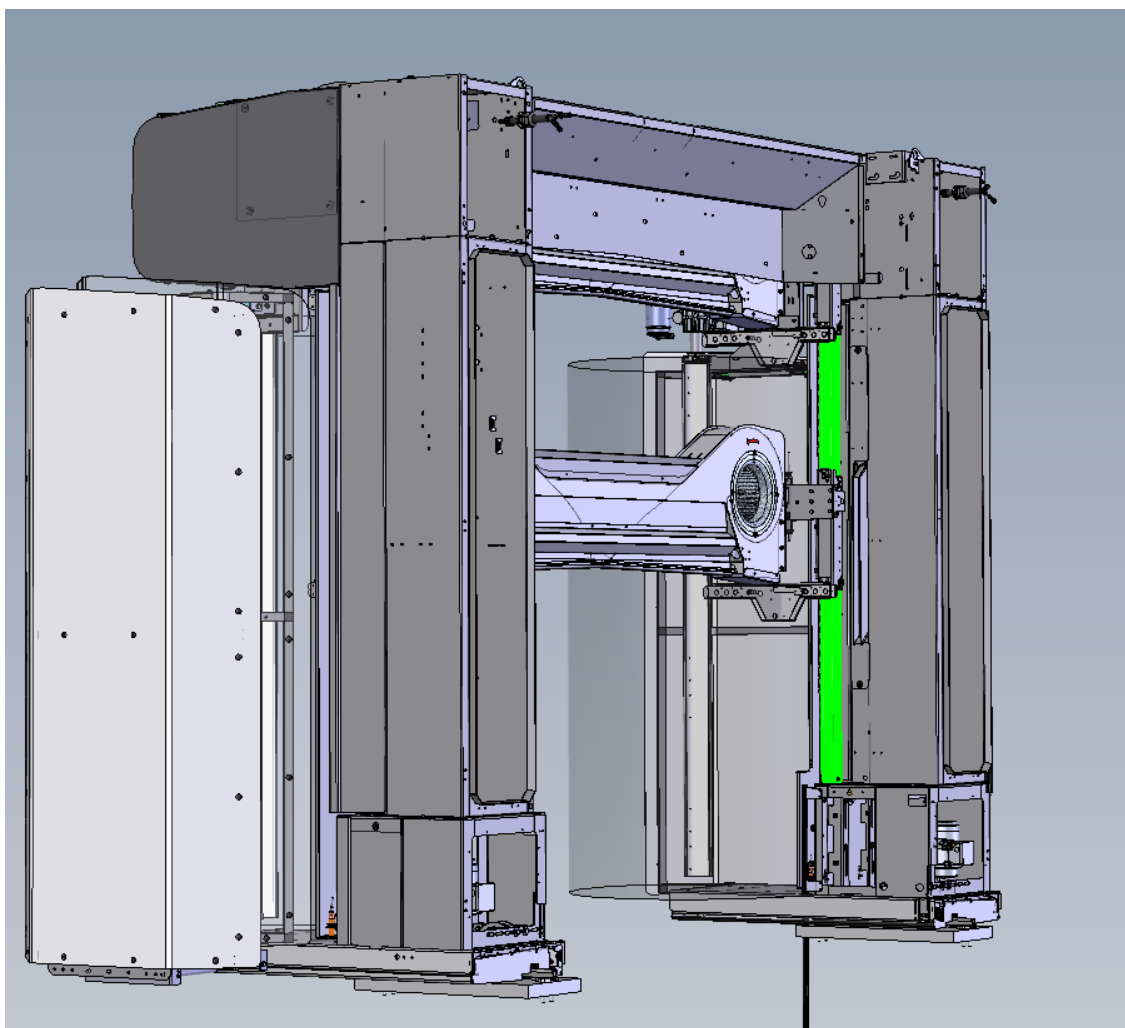
Objednávky na součásti, které společnost přijímá z Německa, chodí vždy každý týden. Požadované množství na vyráběné součásti není jednotné, každý týden se mění.

Na následujících obrázcích lze vidět umístění vyráběných součástí v mycí lince kromě plastů, které jsou baleny zvlášť a montáž probíhá až v Německu. Obrázek 13 zobrazuje umístění stranové roury na pohledu zepředu a roury střešní na pohledu zezadu.



Obrázek 13: Umístění rour v portálu myčky (zpracováno dle [21])

Na obrázku 14 je zvýrazněné umístění profilu v myčce.



Obrázek 14: Umístění profilu v portálu myčky (zpracováno dle [21])

4 Analýza současného stavu výrobní jednotky

Následuje kapitola věnovaná podstatě práci, analýze stavu výrobní jednotky spolu s celkovou analýzou pracoviště. Pro zobrazení efektivnosti výrobní jednotky je využit ukazatel OEE. Rovněž jsou dále představeny ztráty a další nedostatky, které byly na pracovišti zjištěny.

4.1 Efektivita strojního zařízení (OEE)

Díky datům, které se zapisují do stroje během pracovních operací, bylo možné vyselektovat potřebná data pro výpočet OEE a zjistit stav na daném pracovišti. Výpočet je proveden s daty za rok 2021, proto jsou využity pro výpočet dostupného výrobního času údaje za daný rok.

Výpočet OEE je proveden pro tři typové skupiny součástí, které se na stroji vyrábí. Dále je vyselektována skupina součástí, která si z hlediska OEE ukazatele vede nejhůře a následně se právě na tu typovou skupinu práce zaměřuje.

K výpočtu musí být nejdříve vypočítán časový fond za dané období, tedy za rok 2021. Firma počítala s tím, že provoz stroje bude plynulý po dobu dvou směn vyjma přestávek pracovníků a celozávodní dovolené. Také musí být započítáno čištění stroje, které probíhá každý pátek dvě hodiny. Výpočet časového fondu je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Pracovní kalendář za rok 2021

Měsíc	Pracovní dny	Směny	Délka směny	Celkem hodin	Počet pátků v měsíci	Týdenní čištění [hod]	Celkem [hod]
Leden	20	2	7,5	300	4	2	292
Únor	20	2	7,5	300	4	2	292
Březen	23	2	7,5	345	4	2	337
Duben	20	2	7,5	300	4	2	292
Květen	21	2	7,5	315	4	2	307
Červen	22	2	7,5	330	4	2	322
Červenec	20	2	7,5	300	5	2	290
Srpen	22	2	7,5	330	4	2	322
Září	21	2	7,5	315	4	2	307
Říjen	20	2	7,5	300	5	2	290
Listopad	21	2	7,5	315	4	2	307
Prosinec	16	2	7,5	240	3	2	234
Celkem pracovních hodin za rok:							3592
Celkem pracovních minut za rok:							215 520

Následující hodnoty v tabulce 3 ukazují časové zastoupení jednotlivých skupin součástí.

Tabulka 3: Doby běhu zařízení vzhledem ke skupinám součástí

Skupiny součástí	Skutečná doba běhu zařízení [min]	Ztráty [min]	Očekávaná doba běhu zařízení [min]
Roury	115842,85	37255,54	153098,39
Plasty	5094,44	580,94	5675,38
Profily	47937,34	8808,89	56746,23
Celkem	168874,63	46645,37	215520

Následuje provedení výpočtu OEE u jednotlivých skupin.

I. Výpočet OEE pro skupinu roury

Výpočty jsou znázorněny u skupiny součástek roury, u zbylých dvou skupin (plasty a profily) jsou prezentovány již jen výsledky.

Využití

V čitateli vzorce se nachází skutečná doba běhu zařízení, která vyplývá z interních dat stroje. Byl stanoven celkový čas provozu stroje, ze kterého byly následně odečteny ztrátové časy. Tyto ztráty jsou analyzovány dále.

Skutečná doba běhu zařízení – 115 842,85 min

Očekávaná doba běhu zařízení – 153 098,39 min

Provedený výpočet:

$$\text{Využití} = \frac{115\,842,85}{153\,098,39} = 0,7567 = \mathbf{75,67\%}$$

Využití stroje při výrobě rour vyšlo 75,67 %. Dalším krokem je výpočet výkonu.

Výkon

Jelikož se na stroji vyrábí více druhů výrobků, a musel by se tak OEE výpočet dělat pro každý výrobek zvlášť, je použita metoda typového reprezentanta.

Jako typový reprezentant je pro skupinu roury využita součástka **BÜRSTENROHR L=3225MM WB2900 HB-SYSTEM NUFA C3000**, jelikož byla tato součást nejčastěji vyráběna. Čas na kus je u vybrané součásti **35 minut**. Přes tento čas na kus je následně vypočítán převodní součinitel u všech ostatních součástí a následně počet kusů.

Příklad výpočtu typového reprezentanta pro součást WICKELROHR KPL. DFB2600 WICKELWELLE:

Čas na kus: 5 minut

Vyrobeno počet kusů: 5

$$\text{Převodní součinitel} = \frac{5}{35} = 0,143$$

$$\text{Přepočtený počet kusů} = 5 \times 0,143 = 0,714$$

Tento výpočet byl uskutečněn vzhledem ke všem součástkám zařazených do skupiny roury. Díky výpočtu byly převedeny všechny kusy vyrobených součástek na typového reprezentanta (součástka BÜRSTENROHR).

Na základě propočtů byl stanoven celkový počet přepočtených výsledných kusů.

Celkový počet přepočtených kusů – 3059 kusů

Délka cyklu (jeden kus) – 35 min

Skutečná doba běhu zařízení – 115 842,85 min

Provedený výpočet:

$$\text{Výkon} = \frac{3059 \times 35}{115\,842,85} = 0,9242 = \mathbf{92,42\%}$$

Výkon stroje pro skupinu rour vyšel 92 %. Následuje výpočet kvality.

Kvalita

Počet kusů vyrobených za rok 2021 byl opět vypočítán dle typového reprezentanta, z důvodu toho, že jsou vyráběny různé součásti.

Počet vyrobených kvalitních kusů – 3059 kusů

Celkový počet vyrobených kusů – 3066 kusů

Provedený výpočet:

$$\text{Kvalita} = \frac{3059}{3066} = 0,9977 = \mathbf{99,77\%}$$

Výsledek kvality je téměř 100 %. Nyní jsou již vypočteny všechny hodnoty a je možné vypočítat celkovou hodnotu OEE.

OEE

K výpočtu OEE jsou použity výsledky z využití, výkonu a kvality.

Využití: 75,67 %

Výkon: 92,42 %

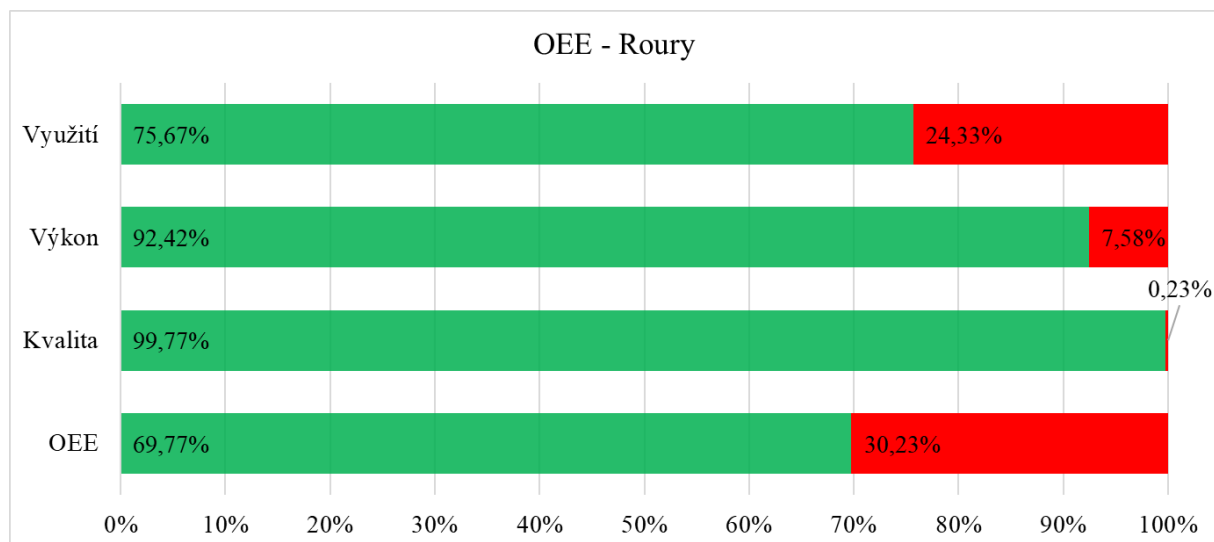
Kvalita: 99,77 %

$$\text{OEE} = 0,7567 \times 0,9242 \times 0,9977 = 0,6977 = \mathbf{69,77\%}$$

Veškeré výsledné hodnoty jsou dále převedeny do tabulky 5 a následně jsou vyobrazeny v grafu na obrázku 15.

Tabulka 4: Výsledky výpočtu OEE pro roury

Skutečná doba běhu zařízení	115842,85
Očekávaná doba běhu zařízení	153098,39
Využití	0,7567
Celkový počet vyrobených kusů	3059
Délka cyklu (jeden kus)	35
Skutečná doba běhu zařízení	115842,85
Výkon	0,9242
Počet vyrobených kvalitních kusů	3059
Celkový počet vyrobených kusů	3066
Kvalita	0,9977
Využití	0,7567
Výkon	0,9242
Kvalita	0,9977
OEE	0,6977



Obrázek 15: Graf OEE pro skupinu roury [autor]

Výsledek OEE typové skupiny roury vyšel 69,77 %. Je zde tedy prostor pro zlepšení.

Následují již jen výsledky pro další dvě typové skupiny.

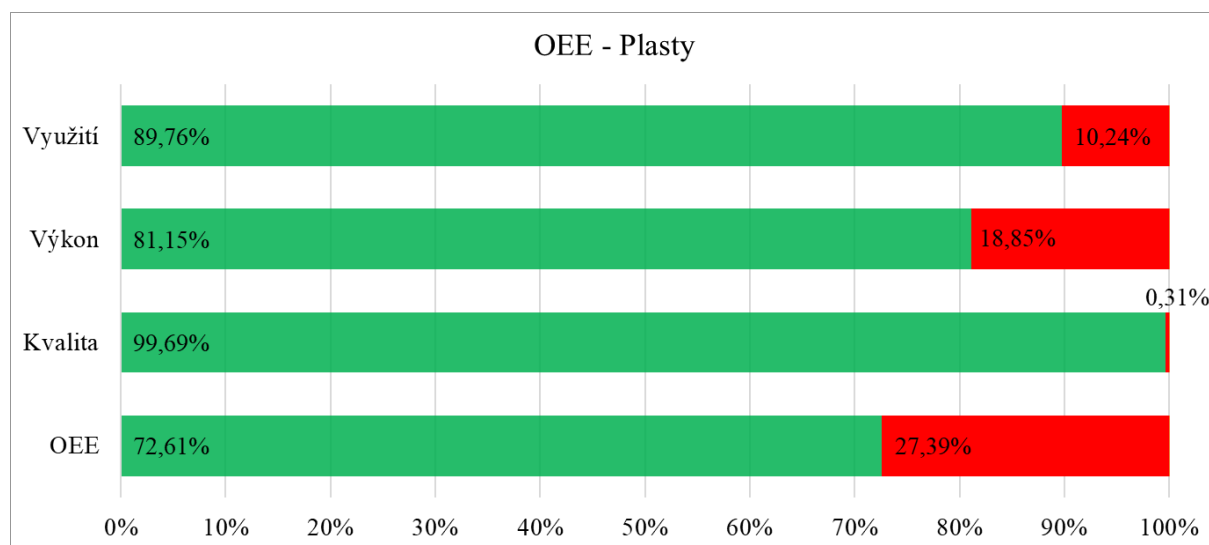
II. Výpočet OEE po skupinu plasty

Stejně jako výpočet rour je proveden i výpočet u skupiny plasty. V tabulce 5 lze vidět jednotlivé veličiny a výsledky.

Tabulka 5: Výsledky výpočtu OEE pro plasty

Skutečná doba běhu zařízení	5094,44
Očekávaná doba běhu zařízení	5675,38
Využití	0,8976
Celkový počet vyrobených kusů	318
Délka cyklu (jeden kus)	13
Skutečná doba běhu zařízení	5094,44
Výkon	0,8115
Počet vyrobených kvalitních kusů	318
Celkový počet vyrobených kusů	319
Kvalita	0,9969
Využití	0,8976
Výkon	0,8115
Kvalita	0,9969
OEE	0,7261

Výsledné hodnoty využití, výkonu, kvality a celkového OEE pro skupinu plasty lze pro lepší znázornění vložit do grafu na obrázku 16.



Obrázek 16: Graf OEE pro skupinu plasty [autor]

Skupina plasty vychází lépe než roury. Jedná se o skupinu, která se během roku příliš nevyrobila. Lze se jimi tedy zabývat ohledně zlepšení, nejsou ale hlavní prioritou.

III. Výpočet OEE pro skupinu profily

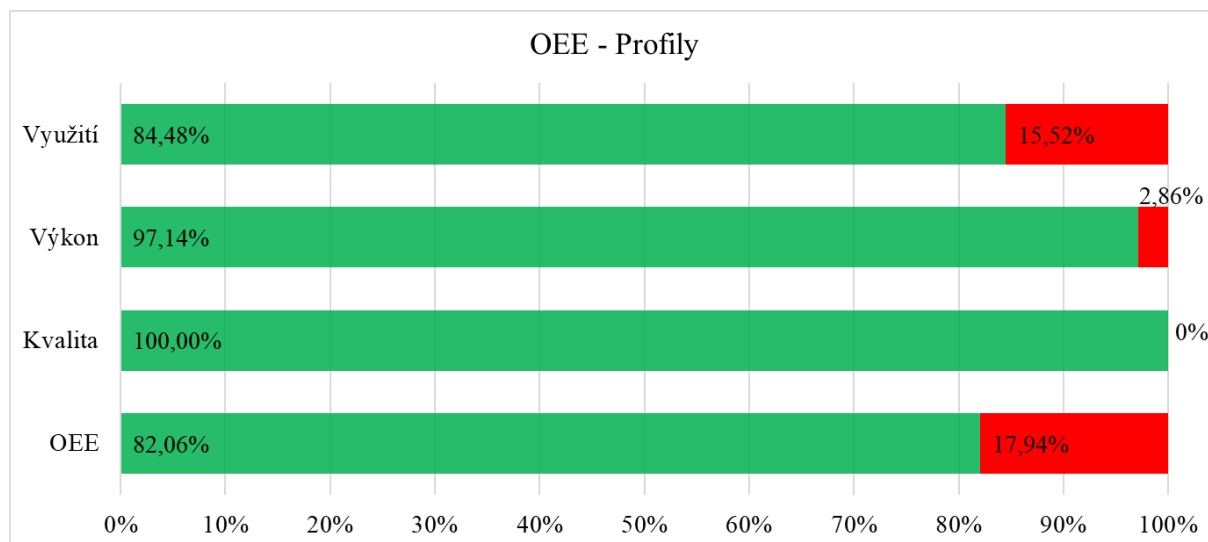
Poslední skupinou jsou profily.

V tabulce 4 lze vidět výsledky výpočtu OEE pro skupinu profily.

Tabulka 6: Výsledky výpočtu OEE pro profily

Skutečná doba běhu zařízení	47937,34
Očekávaná doba běhu zařízení	56746,23
Využití	0,8448
Celkový počet vyrobených kusů	9313
Délka cyklu (jeden kus)	5
Skutečná doba běhu zařízení	47937,34
Výkon	0,9714
Počet vyrobených kvalitních kusů	9313
Celkový počet vyrobených kusů	9313
Kvalita	1
Využití	0,8448
Výkon	0,9714
Kvalita	1
OEE	0,8206

Hodnoty pro profily jsou, stejně jako pro ostatní skupiny, znázorněny v grafu na obrázku 17.



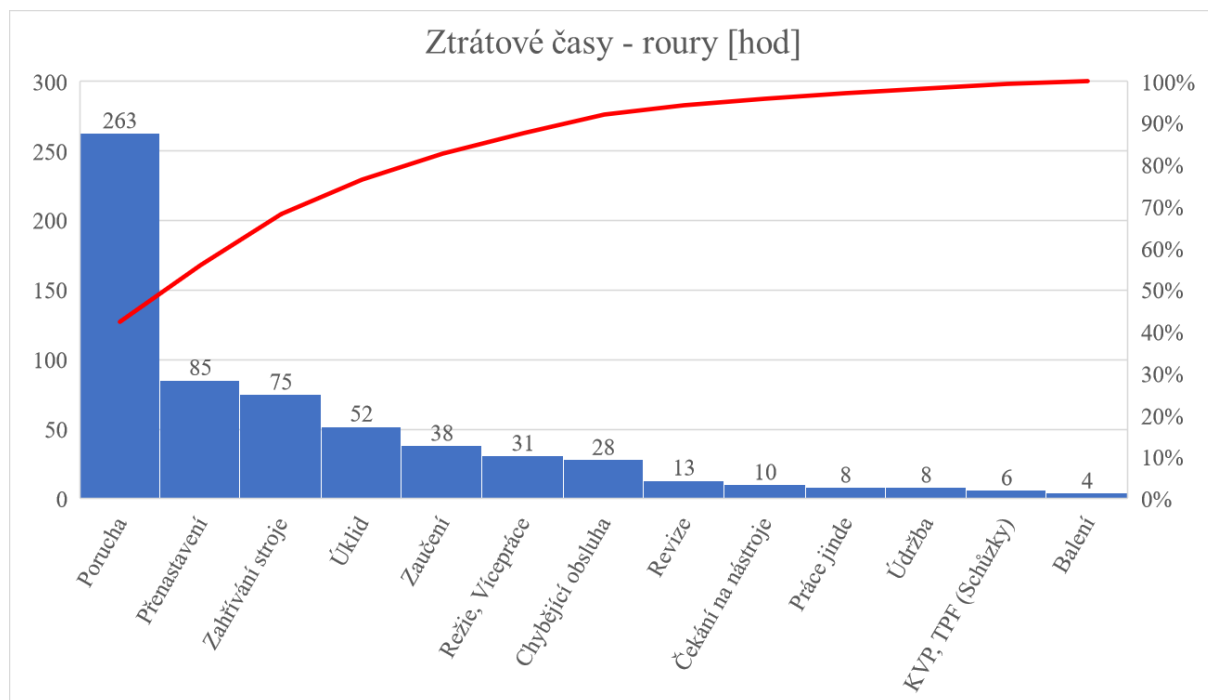
Obrázek 17: Graf OEE pro skupinu profily [autor]

Profily vyšly z hlediska ukazatele OEE nejlépe. I když je zde možnost zlepšení, je výhodnější se nejdříve zaměřit na skupinu, která vyšla nejhůře, a to na skupinu roury. Následující kapitoly jsou tedy zaměřeny přímo na tuto typovou skupinu.

4.2 Ztráty výroby

Při zastavení výroby nebo jiných nestandardních situacích musí pracovník zaznamenat důvod této situace nebo zastavení. Vybírá z několika možností, které jsou přednastaveny v počítači stroje. Po skončení události je v počítači opět zaznamenáno rozběhnutí výroby. Díky tomuto procesu lze vyčíst ztráty, které jsou zaznamenány pracovníkem, společně s časem trvání.

Na grafu (obrázek 18) jsou znázorněny ztráty na pracovišti za rok 2021 pro skupinu roury.



Obrázek 18: Graf ztrát za rok 2021 [autor]

Ze ztrátových časů byla vytvořena tabulka 7, kde jsou rozděleny zjištěné ztrátové časy podle toho, na jaký jednotlivý faktor OEE mají vliv.

Tabulka 7: Ztráty a jejich vliv na OEE

Faktor OEE	Ztráta
Využití	<ul style="list-style-type: none">• Porucha• Přenastavení• Zahřívání stroje• Chybějící obsluha• Práce jinde• Údržba• Schůzky• Balení
Výkon	<ul style="list-style-type: none">• Úklid• Zaučení• Revize• Čekání na nástroje
Kvalita	<ul style="list-style-type: none">• Režie, Vícepráce

V následující části je uveden popis jednotlivých ztrátových časů, které jsou seřazeny dle jednotlivých faktorů OEE, na který mají vliv.

I. Ztráty v oblasti využití

- Porucha

Jak lze vidět z grafu, přes 40 % celkového ztrátového času mají na svědomí poruchy. Celkem poruchy při výrobě rour zabraly přes 260 hodin. Úzce je s tím spojená i třetí největší ztráta, a to zahřívání stroje. Některá porucha totiž mohla způsobit pomalejší zahřívání, a proto pracovník musel déle čekat na zahřátí stroje.

Při poruchách dochází k takzvané reaktivní údržbě, tedy že zásah na stroji je až v okamžiku, kdy dojde k poruše. Takováto údržba je poté velice časově nákladná a má velký dopad na využití kapacity výrobní jednotky. Ke stroji není jasně určen žádný standard údržby, který by určoval co, kdy a jak se má udržovat a díky tomu pomohl eliminovat vysoké ztrátové časy poruch. Předmět údržby je ještě dále řešen v odstavci Údržba.

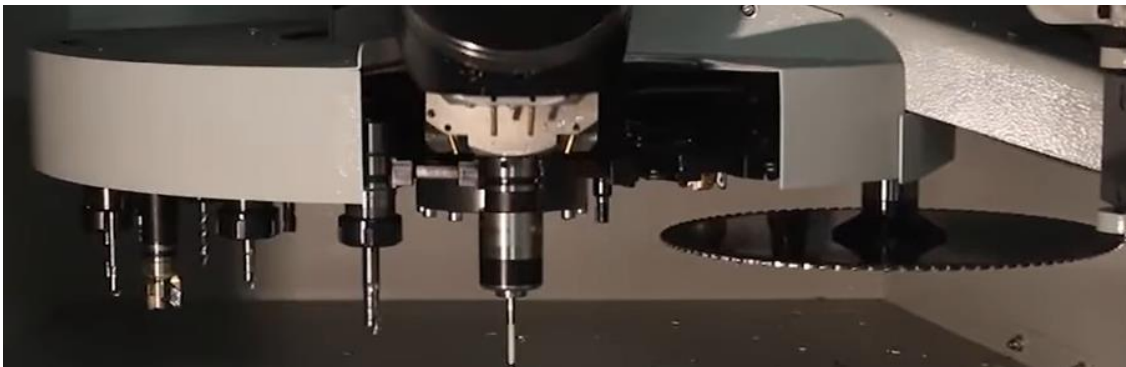
Na pracovišti nedochází k zaznamenávání poruch a příčin vzniku. Nelze tedy ze vzniklých poruch přijímat opatření, která by zabránila opakování poruchy. Kvůli tomu může neustále docházet ke stejným poruchám, které snižují efektivitu výrobní jednotky. Při rozboru s vedoucím výroby byly posouzeny části stroje (obrázek 19-21) jako nejnáchylnější k poruše.



Obrázek 19: Snímač hladiny chladicí emulze [autor]



Obrázek 20: Lineární vedení svěráku [autor]



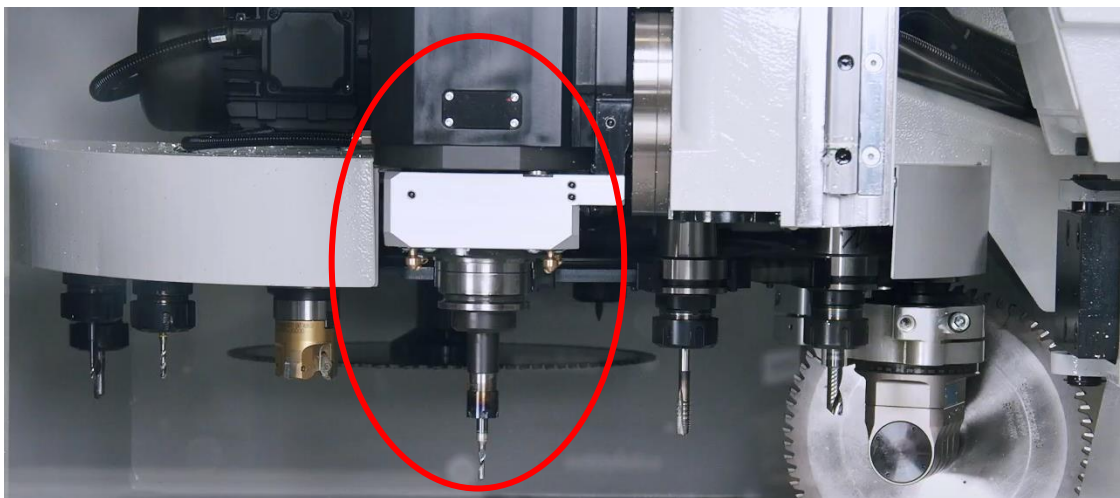
Obrázek 21: Zásobník nástrojů [autor]

Tyto části stroje, na kterých jsou poruchy nejčastěji, lze označit jako kritická místa stroje.

- Přenastavení

Jedná se o přechod na výrobu jiné součásti. Přenastavení obsahuje časy potřebné k výměně upínačů ve stroji, což provádí pracovník při vypnutém stroji, a také nutné odladění 1. kusu součásti v sérii.

Pracovník nejdříve připraví stroj, jehož rameno přejde do polohy pro výměnu upínače. Poté stiskne tlačítko, aby stroj upínač uvolnil. Po jeho vyjmutí z ramena nasadí pracovník ihned upínač jiný a opět stiskne tlačítko, čímž ho uchytí na místo. Poté zavře dveře stroje a pokračuje s operací na počítači. Na obrázku 22 lze vidět rameno stroje s upínačem, který je určen k výměně.



Obrázek 22: Hlavice, na kterém je umístěn upínač [autor]

Po výměně upínače je nutné odladit 1. kus. Toto odladění kontroluje pracovník pohledem do stroje, kde vidí, zdali se součást vyrábí tak jak má. Po rozhovoru s pracovníkem bylo zjištěno, že jelikož se jedná o CNC stroj, odladění 1. kusu téměř vždy vyjde v pořádku a jsou problémy maximálně v jednotkách kusů za rok a ty jsou povětšinou způsobeny opotřebovaným nástrojem.

Pro zvýšení využití kapacity je nutné se zaměřit především na činnosti, kdy je stroj vypnutý. Pro analýzu a zjištění, jestli při této činnosti dochází k plýtvání, proběhlo její měření, které zjistilo, že výměna upínače pracovníkovi zabere 4,87 minuty.

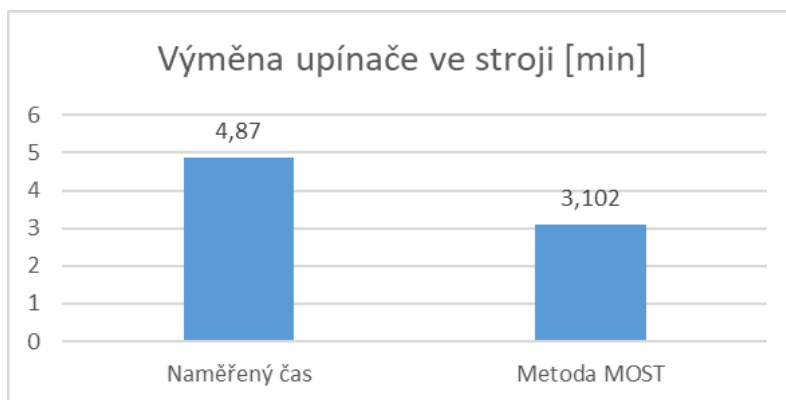
Následně byla provedena MOST analýza činnosti, která je znázorněna na obrázku 23.

Poř.	Postup		Modelový sled	Četnost	TMU	Sec
1	Stisk tlačítka a spuštění stroje	Ř	A 3 B 0 G 1 M 1 X 42 I 0 A 3	1	50	1,8
2	Kontrola nastavení PC a zadání dat	P	A 0 B 0 G 1 A 0 B 0 P 1 K 3 A 0 B 0 P 1 A 0	1	6	0,216
3	Koordinace na PC	P	A 0 B 0 G 1 A 0 B 0 P 1 W (1)10 A 0 B 0 P 1 A 0	1	13	0,468
4	Výběr nového upínače	O	A 3 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 A 0	1	8	0,288
5	Otevření/zavření šuplíku	Ř	A 1 B 0 G 1 M 3 X 0 I 0 A 0	1	5	0,18
6	Vyndání posuvky z pouzdra a měření	P	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 M 16 A 1 B 0 P 1 A 0	1	24	0,864
7	Přenesení upínače ke stroji	O	A 1 B 0 G 1 A 6 B 0 P 0 A 0	1	8	0,288
8	Otevření/zavření dvířek u stroje	Ř	A 1 B 0 G 1 M 6 X 0 I 0 A 0	1	8	0,288
9	Utažení upínače	P	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 F 6 A 0 B 0 P 0 A 0	1	10	0,36
10	Odmontování starého upínače	P	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 L 6 A 0 B 0 P 0 A 0	1	10	0,36
11	Stisk tlačítka	Ř	A 3 B 0 G 1 M 1 X 1 I 0 A 0	1	6	0,216
12	Koordinace na PC	P	A 0 B 0 G 1 A 0 B 0 P 1 W (1)2 A 0 B 0 P 1 A 0	1	5	0,18
13	Přemístění starého upínače na stůl	O	A 0 B 0 G 0 A 6 B 0 P 1 A 0	1	7	0,252
14	Úklid měřidla (do pouzdra)	O	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 A 0	1	6	0,216
15	Nastavení stroje na PC	P	A 3 B 0 G 1 A 0 B 0 P 1 W (1)20 A 0 B 0 P 1 A 0	1	26	0,936
16	Stisk tlačítka + náběh stroje	Ř	A 1 B 0 G 1 M 1 X 131 I 0 A 0	1	134	4,824
17	Ruční utažení upínek na stroji	P	A 0 B 0 G 0 A 6 B 0 P 1 F 10 A 0 B 0 P 0 A 0	4	68	2,448
18	Přenesení roury z vozíku	O	A 6 B 6 G 3 A 6 B 3 P 3 A 0	1	27	0,972
19	Upevnění součásti v upínicích rukou	P	A 0 B 0 G 0 A 1 B 1 P 1 F 3 A 0 B 0 P 0 A 0	7	42	1,512
20	Kontrola utažení	P	A 0 B 0 G 0 A 1 B 1 P 1 T 3 A 0 B 0 P 0 A 0	7	42	1,512
21	Stisk tlačítka - dokončení nastavení	Ř	A 6 B 0 G 1 M 1 X 1 I 0 A 0	1	9	0,324
22	Stisk tlačítka - spuštění stroje	Ř	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0	1	3	0,108
O - Obecné přemístění				Celkem:	5170	186,1
P - Použití nástroje				Celkem min:	3,102	
Ř - Řízené přemístění						

Obrázek 23: MOST analýza činnosti výměna upínače ve stroji [autor]

U MOST analýzy byly barevně vyznačeny ztrátové činnosti, nebo činnosti, které lze vykonat při zapnutém stroji. Dále byl porovnán naměřený čas s časem stanoveným MOST analýzou.

Na grafu číslo 24 je vidět, že naměřený čas je delší než čas stanovený MOST analýzou. Operátor je ve skutečnosti pomalejší kvůli faktorům, které na něj působí a způsobují časové prodlevy. Zde se jedná především o zbytečné přemísťování upínačů ze stroje a jejich nepřipravenost na výměnu. Tím je myšleno, že pracovník si musí z velkého množství upínačů vybrat ten správný a překontrolovat ho pomocí posuvného měřítka, a až poté, co si je jistý správností, ho umístí do stroje. Veškeré tyto faktory vedou k plýtvání a nižšímu využití kapacity stroje.



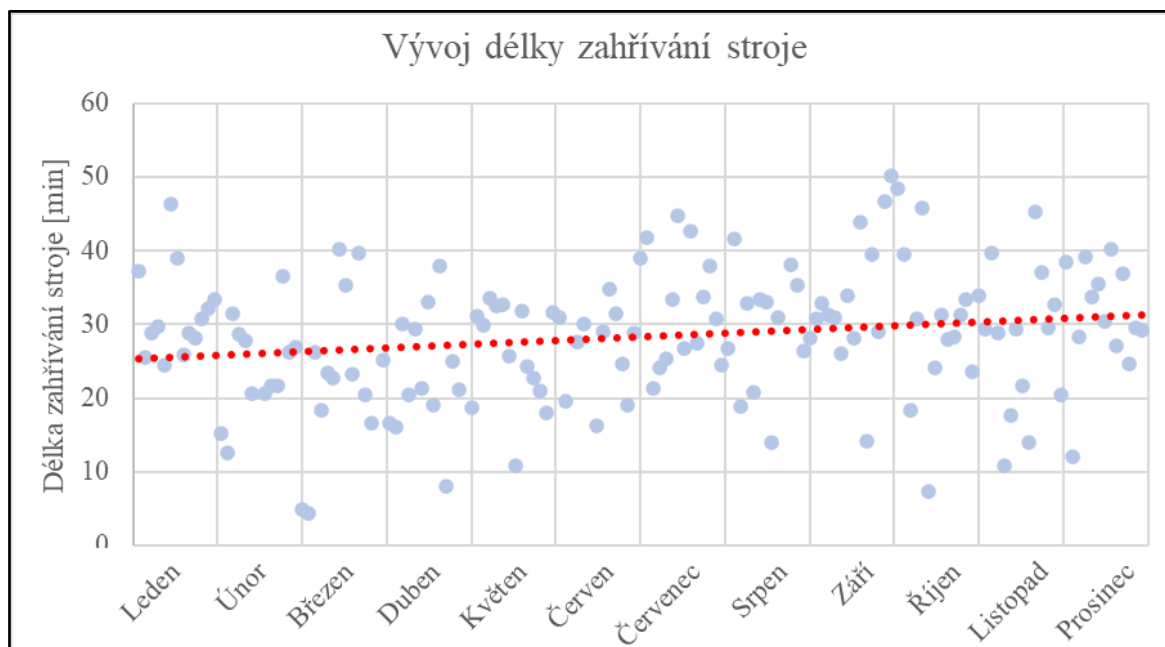
Obrázek 24: Porovnání časů u výměny upínače ve stroji [autor]

- Zahřívání stroje

Před každým chodem se stroj musí dostat do podmínek vhodných k obrábění. K tomu je potřeba stroj zahřát. Samotný stroj Axel 5 neobsahuje možnost časového spuštění, a tak až samotný pracovník musí při začátku směny stroj zapnout a nechat ho zahřát. Pokud se na stroji při směně delší dobu nepracuje či dojde na stroji k poruše, musí opět dojít k samotnému zahřátí, což práci na materiálu zdržuje.

Mimo nerovnoměrný chod stroje, kdy stroj pracuje s přestávkami a vyžaduje častější zahřívání, je také samotné zahřívání stroje závislé na údržbě a úklidu, jelikož pokud se stroj dostatečně neudrží, může zahřívání trvat delší dobu. Delší zahřívání stroje může být způsobeno například nedostatečným mazáním, opotřebovaným vybavením, nevyčištěným zařízením nebo zanesenými filtry.

Jelikož na pracovišti není standardizována údržba ani úklid, může se kvůli zmíněným nedostatům zahřívání stroje v časovém horizontu prodlužovat. Tuto skutečnost lze podložit grafem (obrázek 25), který znázorňuje vývoj délky zahřívání stroje v roce 2021.



Obrázek 25: Vývoj délky náběhu stroje v roce 2021 [autor]

Na počátku roku byla průměrná doba zahřívání stroje 25,3 minuty. Na konci roku již byla tato doba o 6 minut delší, a to 31,4 minuty.

- Chybějící obsluha a Práce jinde

Ztráta je způsobena tím, že pracovník musí opustit pracoviště a vypomocet na jiném. Tyto situace nelze předpovídat, jelikož se odvíjí ze dne na den, a to podle aktuální potřeby podniku.

- Údržba

Údržba je zajišťována několika údržbáři, kteří provádí údržbu u strojů a zasahují, když dojde u stroje k poruše. Ztrátový čas údržby je způsoben prováděním kontroly či menších oprav, které dělal pracovník sám. U některých strojů v podniku je zčásti zaveden postup údržby, u některých ale není vůbec žádný. Tato skutečnost platí i u stroje Axel 5, na kterém není zaveden žádný postup údržby. Údržba je na stroji řešena až po vzniklé poruše.

Na pracovišti Axel 5 se nenachází žádný standard údržby, pracovník obsluhující stroj žádnou pravidelnou údržbu neprovádí. Absence údržby je zřetelná u nejzávažnějšího ztrátového času, který je tvořen poruchami stroje, a také má dopad na delší zahřívání stroje před obráběním.

- Schůzky a Balení

Schůzky se týkají administrativy. Nejnižší ztrátový čas je balení, kdy u stanovených součástí je potřeba ihned součást zabalit a poslat k expedici. Tyto ztrátové časy lze špatně predikovat a vznikají na základě nepředvídatelných okolností, tudíž je jejich eliminace obtížná.

II. Ztráty v oblasti výkonu

- Úklid

Jelikož se na pracovišti vyprodukuje hodně odpadu, je nutný častý úklid. To vytváří čtvrtou největší ztrátu, která za rok 2021 zabrala 52 hodin. I když se pracovník snaží pracoviště čistit i při produkci stroje, jsou některé oblasti, do kterých nemůže vstoupit, kvůli právě probíhajícímu chodu stroje. Po zastavení stroje ale nemá pracovník jasně stanovený postup, kterého se ohledně úklidu má držet.

Každý pátek probíhá kompletní týdenní úklid pracoviště, na který jsou vymezeny 2 hodiny. Tento úklid ale není podložen žádným standardem a jednotlivé činnosti nejsou časově vymezeny. Pracovník se orientuje jen dle své vlastní zkušenosti. Časový snímek tohoto úklidu lze vidět v tabulce 8.

Tabulka 8: Činnosti a jejich naměřené časy - týdenní úklid

Týdenní úklid	Naměřené časy úklidu	Vypnutý stroj při úklidu
Vyčištění dopravníku na odchod třísek	11:40	✓
Vyčištění a namazání upínek/svěráků, přípravků	08:50	✓
Odstanění zbytků třísek po obrábění	28:12	✓
Mytí vnějšího krytování stroje	33:09	✓
Čištění řídicího panelu	09:12	✓
Vyčištění vnitřního prostoru stroje	19:35	✓
Celkem	1:50:38	-

Lze si povšimnout, že stanovený čas dvou hodin, který je vyčleněn na týdenní úklid, přibližně odpovídá naměřenému času. Nicméně při čištění řídicího panelu není nutné mít vypnutý stroj.

Úklid na denní bázi taktéž není standardizován a ani na něj není vymezen čas. Pracovník se tedy taktéž orientuje podle zkušenosti a úklid provádí až když má čas či až když je to potřeba. Uklízení dle potřeby může vést k možnému zanesení stroje nečistotami a k možným poruchám. Dále také klesá bezpečnost na pracovišti, pracovník si může kvůli nepořádku způsobit zranění.

Pro zajištění bezproblémového chodu stroje je nutné kontrolovat vnitřek stroje. Na obrázku 26 lze nalevo vidět vnitřek stroje zanesený třískami, napravo poté dveře stroje, na nichž se taktéž nachází značné množství třísek. Kvůli znečištěnému sklu dveří stroje má pracovník omezený pohled dovnitř stroje, což ovlivňuje kontrolu.



Obrázek 26: Třískami znečištěný vnitřek stroje [autor]

Pro úklid nejsou přesně stanovené pomůcky. Na pracovišti se nachází pouze koště, které ale nemá jasné umístění. Nenachází se zde lopatka, tudíž pracovník vždy jen shrne nepořádek na jedno místo. Dále se na pracovišti má nacházet vysavač, který se ale vždy zanechá na místě, kde se používá. Na pracovišti se také nenachází žádné chemikálie k čištění například skla přístroje. Pokud jsou tyto věci potřeba, pracovník si pro ně musí dojít mimo pracoviště.

- Zaučení

Na pracovišti není velká fluktuace zaměstnanců, a tak je tento ztrátový čas spíše nárazový. Na pracovišti se střídají dva operátoři, a pokud jeden z nich nemůže, musí být ještě někdo, kdo by ho nahradil. Proto se občas na stroji zaučují i pracovníci mimo toto pracoviště. Pro zaučení není jasně dán návod a jde spíše o vysvětlení co stroj obrábí a vyzkoušení si práce na stroji.

- Revize a Čekání na nástroje

Revize nastává, pokud se objeví porucha na upínači během chodu stroje. Pracovník provede revizi daného nástroje, popřípadě provede drobné úpravy. Pokud je nutná náročnější oprava nástroje, musí se tento nástroj odnést do servisu. Kvůli tomu, že na stroji nejde v tuto dobu vyrobit nic jiného, jelikož má v sobě rozpracovaný materiál, který čeká na dokončení, nastává ztrátový čas Čekání na nástroj. Pracovník musí čekat, až se v oddělení servisu nástroj opraví či vymění. Poté tento nástroj může umístit zpět do stroje, který může pokračovat ve výrobě.

III. Ztráty v oblasti kvality

- Režie, Vícepráce

V daném případě přímo nelze odlišit, zda daná ztráta ovlivňuje faktor využití nebo i oblast kvality. Nicméně poškozený materiál a následné nekvalitní kusy svojí podstatou spadají k faktoru kvality. Pod časovou ztrátu patří jednak ztráty za nutné úpravy nebo předělání zmetků, ale také nutná změna materiálu, kdy stroj pozná, že materiál je nevhodný pro výrobek z důvodu horší kvality (mírné ohnutí), a tak se sám zastaví a je nutné nevyhovující materiál vyndat a vyměnit ho za materiál jiný. Stroj se následně musí znovu spustit, aby mohl pokračovat v práci. Na obrázku 27 lze vidět nevyhovující materiál.



Obrázek 27: Poškozený materiál, který se dostal na pracoviště [autor]

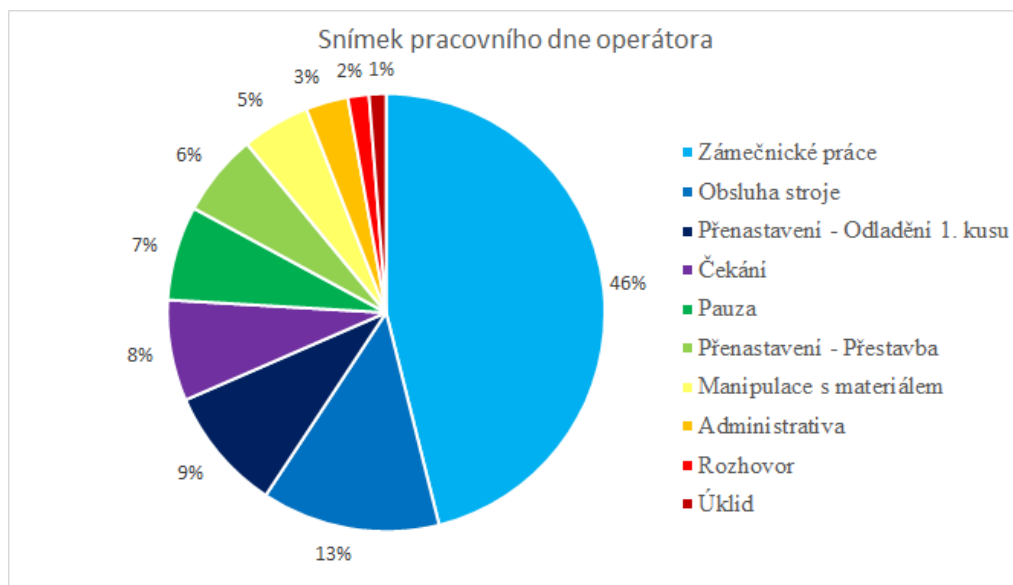
Materiál, který se na pracoviště dostává, je přivážen rovnou ze skladu materiálu a nepředchází mu žádná kontrola jakosti.

4.3 Nedostatky výroby

Při analýze pracoviště a pracovních činností byly kromě ztrátových časů zjištěny některé další nedostatky, které se týkaly přímo výroby a pracovního postupu. Některý z těchto nedostatků se netýká přímo využití kapacity výrobní jednotky, nicméně i přesto se na tento nedostatek lze zaměřit, jelikož například ovlivňuje pracovní činnost či zdraví pracovníka.

- Činnost pracovníka

Pro analýzu činností pracovníka při směně byl pořízen snímek pracovního dne obsluhy stroje. Snímek byl realizován na ranní směně, se začátkem v 6:00 a koncem ve 14:00. Při pořizování snímku byly sledovány činnosti pracovníka a vyhledáváno plýtvání. Na obrázku 28 lze vidět graf ukazující procentuální zastoupení vykonávaných druhů činností pracovníka při směně.



Obrázek 28: Snímek pracovního dne operátora [autor]

Následuje ještě tabulka 9, kde jsou časy vyjádřeny absolutně.

Tabulka 9: Naměřené časy druhů činností pracovníka

Druh činnosti	Naměřený čas [hod]
Zámečnické práce	3:41:08
Obsluha stroje	1:03:15
Přenastavení - Odladění 1. kusu	0:44:03
Čekání	0:35:44
Pauza	0:33:28
Přenastavení - Přestavba	0:29:19
Manipulace s materiálem	0:24:11
Administrativa	0:15:00
Rozhovor	0:07:30
Úklid	0:06:00

V tabulce jsou zobrazeny všechny druhy činností, které pracovník konal během jedné směny. Jak lze vidět, nejčastěji se věnoval zámečnickým pracím, tedy dokončováním výrobků, které byly předtím obráběny ve stroji. Následuje činnost obsluhy stroje, jelikož pracovník musí na počítači často měnit program obrábění v závislosti na právě vyráběné součásti. V tomto času je také započítáno umisťování a upevňování materiálu do stroje. 44 minut strávil pracovník kontrolou, jestli se 1. kus výrobku po přestavbě obrábí tak jak má a nejsou s ním žádné problémy. Čekání, které zabralo 8 % pracovníkovi směny, bylo způsobeno tím, že když dodělal zámečnické práce na jedné součásti, musel čekat, až stroj dodělá další součást. Přestavba stroje již byla analyzována u ztrátového času *Přenastavení*.

Zámečnické práce zabraly pracovníkovi téměř půlku doby celé směny, proto nyní tento druh činnosti je dále analyzován.

Po dokončení výroby roury ve stroji musí pracovník součástku vyndat ze stroje a přenést na pracovní stůl, kde jsou pracovníkem dále prováděny zámečnické práce. Na samotné činnosti pracovníka, při vykonávání pracovních operací, byly identifikovány některé druhy plýtvání, a to například zdlouhavé hledání nástrojů, zbytečná chůze nebo čekání na doobrobení součásti, přičemž si mohl pracovník připravit pracovní pomůcky.

Podobně jako u bodu *Přenastavení* byla u tohoto nedostatku provedeno časové měření s následným provedením MOST analýzy pracovního procesu. K analýze byla vybrána činnost **lepení závitových kolíků**, a to z důvodu, že je tato činnost prováděna na všech součástech ve skupině roury a ovlivňuje tak využití kapacity výrobní jednotky. Na obrázku 29 lze vidět umístění kolíky v součásti roura.



Obrázek 29: Roura s přilepenými kolíky [autor]

Měřením bylo zjištěno, že činnost **lepení závitových kolíků** trvá pracovníkovi 8,22 minuty.

Následně byla vypracována MOST analýza této činnosti, která je zobrazena na obrázku 30.

Poř.	Postup		Modelový sled	Četnost	TMU	Sec
1	Uchopení součástí a přenesení ke stolu	O	A 16 B G A 16 B 0 P 3 A 0	1	41	1,476
2	Čtení informací o dané součásti	P	A 6 B G A 1 B 0 P 0 T 3 A 1 B 0 P 1 A 6	1	19	0,684
3	Přemístění měřidla a lepidla	O	A 3 B G A 3 B 0 P 1 A 0	2	16	0,576
4	Uchopení nádoby s lihem a čištění roury	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	1	12	0,432
5	Použití ofukovací pistole	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	1	12	0,432
6	Měření roury, otočení a opět změření 1/2	P	A 1 B G A 6 B 0 P 1 M 32 A 1 B 0 P 1 A 0	2	86	3,096
	Měření roury, otočení a opět změření 2/2	Ř	A 1 B G M 3 X 0 I 0 A 0	1	7	0,252
7	Chůze k sepsanému postupu, čtení	P	A 6 B G A 1 B 0 P 0 T 3 A 1 B 0 P 1 A 6	1	19	0,684
8	Použití ofukovací pistole	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	1	12	0,432
9	Použití nástroje na očištění závitů	P	A 1 B G A 1(6) B 0(6) P 3(6) S 6(6) A 1 B 0 P 1 A 0	1	64	2,304
10	Hledání kolíků v zásobníku	O	A 3 B G A 0 B 0 P 0 A 3	1	12	0,432
11	Použití lepidla a nasazení kolíků 1/2	P	A 1 B G A 1(6) B 0 P 3(6) S 3(6) A 1 B 0 P 1 A 0	1	46	1,656
	Použití lepidla a nasazení kolíků 2/2	P	A 1 B G 1 A 1(6) B 0 P 6(6) F 6(6) A 0 B 0 P 0 A 0	1	85	3,06
12	Použití stahovačů na utažení 6 kolíků	P	A 1 B G A 1(6) B 0(6) P 3(6) F 3(6) A 1 B 0 P 1 A 0	1	46	1,656
13	Použití měřidla na odchylky	P	A 1 B G A 1 B 0 P 6(6) M 24(6) A 1 B 0 P 1 A 0	1	185	6,66
14	Použití ofukovací pistole	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	1	12	0,432
15	Očištění roury tlakem vody, otočení a zopakování 1/2	P	A 1 B G A 1 B 0 P 3 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	2	28	1,008
	Očištění roury tlakem vody, otočení a zopakování 2/2	Ř	A 1 B G M 3 X 0 I 0 A 0	1	7	0,252
16	Použití násady na ověření správně nasazených kolíků	P	A 6 B G A 6 B 0 P 6 M 10 A 1 B 0 P 1 A 0	1	36	1,296
17	Uchopení nádoby s lihem a čištění roury	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 6 A 1 B 0 P 1 A 0	1	12	0,432
18	Čištění roury hadříkem	P	A 3 B G A 3 B 0 P 1 S 32 A 1 B 0 P 1 A 0	1	42	1,512
19	Otočení roury	Ř	A 1 B G M 3 X 0 I 0 A 0	1	7	0,252
20	Čištění roury hadříkem	P	A 1 B G A 1 B 0 P 1 S 32 A 1 B 0 P 1 A 0	1	38	1,368
21	Chůze k sepsanému postupu, čtení	P	A 6 B G A 1 B 0 P 0 T 3 A 1 B 0 P 1 A 0	1	13	0,468
22	Označení roury fixem a následně odložení fixy	P	A 1 B G A 6 B 0 P 1 R 24 A 1 B 0 P 1 A 0	1	35	1,26
23	Přemístění hotové součásti (roury) do vozíku	O	A 1 B G A 3 B 6 P 1 A 0	1	14	0,504
				Celkem:	9060	326,2
				Celkem min:	5,436	

O - Obecné přemístění

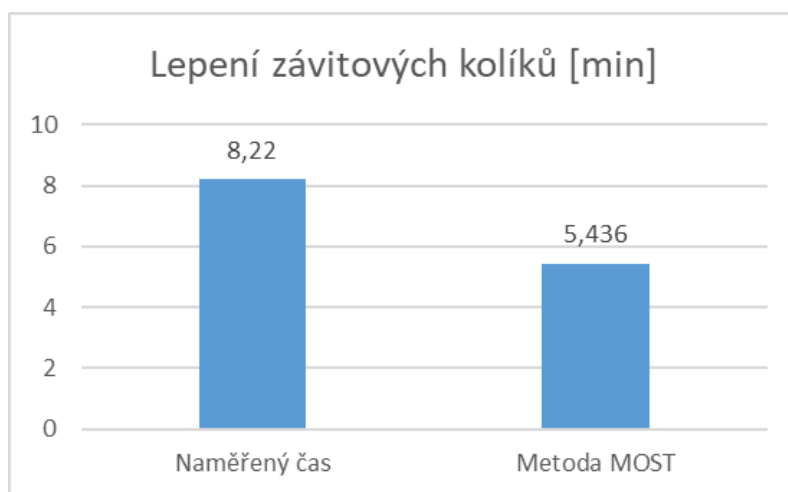
P - Použití nástroje

Ř - Řízené přemístění

Obrázek 30: MOST analýza činnosti lepení závitových kolíků [autor]

Při MOST analýze, obrázek 30, byly barevně vyznačeny ztrátové činnosti, nebo činnosti, které vykazují prvky plýtvání. Dále byl porovnán naměřený čas s časem stanoveným MOST analýzou.

Graf na obrázku 31 zobrazuje rozdíl mezi naměřeným časem, tedy skutečnou dobu práce operátora, a stanoveným časem pomocí MOST analýzy.



Obrázek 31: Porovnání časů u lepení závitových kolíků [autor]

Jak lze na grafu vidět, naměřený čas je vyšší než stanovený metodou MOST. Tudíž se při pracovní operaci projeví některé druhy plýtvání. Využívané pomůcky během operace jsou pracovníkem přesouvány na bližší místo, neboť jinak nejsou v dosahu. Také při odkládání pomůcek není přesně stanoveno místo, a tak při následném použití je pracovník hledá. Některé jsou využívány častěji, jsou na špatně dostupném místě. Jedná se především o kolíky a měřidlo na odchylky, ke kterým se kvůli umístění roury na pracovním stole nelze pohodlně dostat. Nástěnka nad pracovním stolem není dostatečně přehledná a neobsahuje potřebné informace, není zde ani místo pro odložení potřebných dokumentů. Při odkládání hotové součásti je využíván plošinový vozík, který svými vlastnostmi nevyhovuje k manipulaci, skladování a transportu tyčového materiálu. Součástky na něm nejsou dostatečně zajištěné a na skladovacím prostoru přesahují do uličky. Kromě toho je pracovník nucen se často ohýbat, a to až téměř k zemi, a to z důvodu právě nízkého plošinového vozíku.

Z uvedené analýzy je očividné, že na operaci dochází k časovým ztrátám, které mají přímou návaznost na využití kapacity výrobní jednotky, neboť někdy hotová součást ve výrobní jednotce čeká, až pracovník ukončí činnost u pracovního stolu. Pro zvýšení využití kapacity jednotky je tedy nutné se zaměřit na plýtvání při činnosti pracovníka, které spočívá v nedostatečném uspořádání pomůcek, špatné manipulaci s materiálem a také v ergonomii, za což odpovídá nevhodný manipulační vozík. Zmíněné nedostatky jsou proto níže analyzovány.

- Uspořádání pomůcek

Občas se stává, že pracovník musí některé pomůcky, které opakovaně používá, hledat nebo se zmýlí ve volbě pomůcky a musí ji vrátit a použít jinou. Lze například zmínit, že některé často využívané pomůcky nemají přesně určené umístění, jsou na vzdáleném či méně dostupném místě, a tak je pracovník odloží na místo, které se mu právě hodí. Také zásuvky úložného regálu obsahují pomůcky, které nejsou poskládané a jsou volně položené na sobě, což ilustruje obrázek 32. Na tomto obrázku jsou zachyceny i upínače, které nejsou nijak rozděleny a pracovník vždy musí hledat ten správný.



Obrázek 32: Neuspořádané pomůcky na pracovišti [autor]

- Manipulace a uložení materiálu

Část pracoviště je vyhrazena ke skladování materiálu. Materiál je uložen na manipulačním vozíku, který je v případě většího množství nutný upravit pomocí krabic a dřevěných prokládů, aby materiál na vozíku držel a neponičil se. Kromě zaplněných vozíků jsou zde ale také často vozíky prázdné, které jen zabírají místo. Dále také daný způsob skladování nevyhovuje z hlediska vyznačené žluté plochy, kterou tak materiál přesahuje (obrázek 33).



Obrázek 33: Část pracoviště pro skladování materiálu [autor]

Vozík, na kterém je momentálně transportován materiál, je plošinový a má čtyři rohové podpěry a čtyři kola. Další rozměry jsou zobrazeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Vlastnosti vozíku

Celková délka [mm]	1260	Nosnost [kg]	500
Celková šířka [mm]	800	Světlá výška [mm]	290
Celková výška [mm]	1028		

Tento vozík není nikterak přizpůsoben k převozu rour, a tudíž se musí někdy využít dřevné zátaras, aby roury z vozíku nespadly. Vozík je zobrazen na obrázku 34.



Obrázek 34: Manipulační vozík [22]

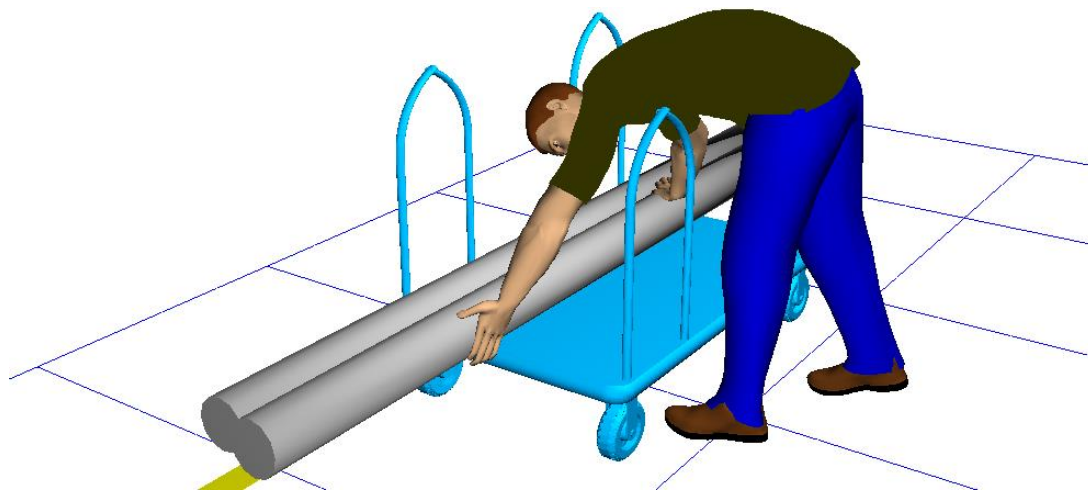
- Ergonomické nedostatky

Pracovník během práce musí zvedat roury z vozíku, který je velice nízký a pracovník se tak ohýbá celým tělem několikrát za den, a to při zvedání materiálu z vozíku a následně i při odkládání hotových součástí, které dle délky a průměru mohou být i váhově náročné. Postupem času to může vést například k bolestem zad. Dále po přenesení součásti k pracovnímu stolu musí pracovník sahat pro nástroje a potřebné věci, které se ale nachází až za umístěnou součástí na stole, která ztěžuje přístupnost k nástrojům. Pracovní stůl se tak nemůže naplno využívat.

V rámci diplomové práce byla provedena ergonomická analýza, jejíž výsledky jsou obsaženy v příloze 1, při níž byly použity dvě analýzy k hodnocení pracovní polohy a následnému nápravnému opatření. Konkrétně se jedná o využití metod

- RULA – hodnocení zátěže celého těla se specializací na krk, trup a horní končetiny
- OWAS – systém analýzy pracovní polohy a postoje s ohledem na pohodlí zaměstnance

Hodnocená pracovní pozice je vyobrazena pomocí modelu na obrázku 35. Jedná se o zvedání součásti roura z manipulačního vozíku. Jak je vidět, pracovník musí být ve velkém předklonu.



Obrázek 35: Pracovní poloha zvedání materiálu – současný vozík [autor]

Z výsledků vyplývá, že daná pracovní poloha není vůbec vhodná a měly by být ihned implementovány změny, jelikož se jedná o velmi vysoké riziko.

Uvedené nedostatky z výroby lze shrnout do tabulky, kde je popsána i jejich příčina a jimi způsobené plýtvání, které ovlivňuje efektivnost stroje.

Tabulka 11: Zjištěné nedostatky na pracovišti a při činnosti pracovníka

Nedostatek	Příčina	Způsobené plýtvání
Činnost pracovníka	<ul style="list-style-type: none">• Uspořádání pomůcek• Manipulace a uložení materiálu• Ergonomické nedostatky	<ul style="list-style-type: none">➤ Čekání➤ Špatný postup➤ Zbytečné pohyby➤ Hledání
Uspořádání pomůcek	<ul style="list-style-type: none">• Nevyznačení místa pro pomůcky• Neoznačené pomůcky• Nadbytek prvků na pracovišti	<ul style="list-style-type: none">➤ Zbytečné pohyby➤ Hledání
Manipulace a uložení materiálu	<ul style="list-style-type: none">• Nevhodný vozík• Nutnost přizpůsobení vozíku na materiál	<ul style="list-style-type: none">➤ Zbytečné pohyby➤ Špatný postup
Ergonomické nedostatky	<ul style="list-style-type: none">• Nevhodný vozík	<ul style="list-style-type: none">➤ Zbytečné pohyby

4.4 Shrnutí analýzy

V analýze byl nejdříve proveden výpočet celkové efektivity zařízení OEE, a to pro tři typové skupiny součástek. Z tohoto výpočtu vyplynulo, že nejhorší výsledek OEE má typová skupina roury, a to přesně 69,77 %. Analýza dále pokračovala rozbořením možných činitelů, které mohly mít dopad na pokles využití kapacity výrobní jednotky.

Nejdříve byly analyzovány ztrátové časy, které byly na stroji zaznamenány při jeho zastavení či při jiných nestandardních situacích, kdy stroj nepracoval. Jako nejzásadnější ztrátový čas byla zjištěna poruchovost, která má dopad i na další ztrátový čas, a to zahřívání stroje. Důvodem vysokých ztrátových časů z poruch stroje byla identifikována absence standardu údržby a úklidu. Na stroji není zavedena preventivní údržba, k zásahu údržby dochází až v reakci na poruchu samotného stroje.

Ztrátové časy, které vyplynuly z analýzy a je možné se jimi zabývat v návrzích na zlepšení jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: Ztráty dle faktoru OEE s možností zlepšení

Faktor OEE	Ztráta
Využití	<ul style="list-style-type: none">• Porucha• Přenastavení• Zahřívání stroje• Údržba
Výkon	<ul style="list-style-type: none">• Úklid• Revize• Čekání na nástroje
Kvalita	-

V analýze bylo ale také zjištěno, že některé ztrátové časy nelze opatřit možným návrhem zlepšení, a to z důvodu, že jsou nárazové, neočekávané a těžko předvídatelné. Proto se jimi dále práce nezabývá. Těmito ztrátovými časy jsou:

- Režie, Vícepráce
- Zaučení
- Chybějící obsluha a Práce jinde
- Schůzky a Balení

Mimo ztrátové časy byly zjištěny nedostatky týkající se činností pracovníka a celkového pracoviště. I v tomto případě byly nalezeny nedostatky, které způsobují plýtvání, a tudíž mají dopad na snížené využití kapacity výrobní jednotky. Těmito nedostatky jsou:

- Činnost pracovníka
 - Uspořádání pomůcek
 - Manipulace a uložení materiálu
 - Ergonomické nedostatky

Na jednotlivé nedostatky a výše zmíněné vybrané ztrátové časy lze navrhnout různá opatření, která mohou vést ke snížení ztrátových časů a částečné nebo úplné eliminaci nedostatků. Těmito návrhy se zabývá následující kapitola.

5 Návrh na zlepšení současného stavu

Z analýzy současného stavu vzešlo několik podnětů, které způsobují časové ztráty a mají dopad na využití kapacity výrobního zařízení, kterou snižují. Tato kapitola se zaměřuje na návrhy zlepšení stavu na pracovišti, a tudíž možné zvýšení využití stroje.

Mezi největší ztrátové časy, které byly analýzou nalezeny a bylo možné je kvantitativně vyčíslit, patří poruchovost stroje, přenastavení a zahřívání. Další nedostatky poté vzešly ze sledování činnosti pracovníka, jež následně byly potvrzeny MOST analýzou, jako například uspořádání pomůcek nebo manipulace a uložení materiálu. Dále byly při činnosti pracovníka nalezeny ještě ergonomické nedostatky, které sice nemusí mít přímý vliv na využití kapacity, ale mají vliv na pracovníkovo zdraví. Nejsou tedy prioritou, ale je dobré mít ergonomické hledisko na paměti.

Souhrnná tabulka 13 uvádí návrhy na zlepšení vzhledem k jednotlivým ztrátám.

Tabulka 13: Souhrnná tabulka s návrhy na zlepšení

Faktor OEE	Ztráty	Návrhy na zlepšení
Využití	Porucha	<ul style="list-style-type: none"> Standardizace údržby (TPM) 5S
	Přenastavení	<ul style="list-style-type: none"> 5S Standardizace činností (MOST)
	Zahřívání stroje	<ul style="list-style-type: none"> Standardizace údržby (TPM) 5S
	Údržba	<ul style="list-style-type: none"> Standardizace údržby (TPM)
Výkon	Úklid	<ul style="list-style-type: none"> 5S
	Revize a Čekání na nástroje	<ul style="list-style-type: none"> Standardizace údržby (TPM)

Tabulka 14 uvádí možnosti zlepšení vzhledem k jednotlivým nedostatkům.

Tabulka 14: Souhrnná tabulka s návrhy na zlepšení

Nedostatky	Návrhy na zlepšení
Činnost pracovníka	<ul style="list-style-type: none"> Standardizace činností (MOST) Změna manipulačního prostředku
Uspořádání pomůcek	<ul style="list-style-type: none"> 5S
Ergonomické nedostatky	<ul style="list-style-type: none"> 5S Změna manipulačního prostředku
Manipulace a uložení materiálu	<ul style="list-style-type: none"> 5S Změna manipulačního prostředku

5.1 Nápravná opatření na individuální ztráty a nedostatky

Účelem kapitoly je přiblížit návrhy eliminace časových ztrát a nedostatků, které vzešly z analýzy. Časové ztráty, kterými se navržená opatření zabývají, jsou dle analýzy nejzávažnější a je možnost jejich zmírnění. Rovněž jsou opatření zaměřena na nedostatky vzešlé z činnosti pracovníka.

I. Nápravná opatření vzhledem k faktoru využití

Porucha a Zahřívání stroje

63 % všech ztrátových časů je způsobeno těmito dvěma nedostatky, které spolu velmi blízké souvisí. Kvůli poruše se totiž zahřívání stroje prodlužuje a někdy i opakuje. Průměrný čas zahřívání stroje se za celý rok zvýšil o 6 minut, je tudíž nutné přistoupit k častější kontrole a údržbě stroje, aby se tento čas dále nenavýšoval. Samotná poruchovost může vycházet z toho, že na tomto pracovišti chybí jasný standard údržby a úklidu stroje. Je tedy potřebné stanovit tyto standardy. U údržby by měl standard vymezit jednak frekvenci, jak často se bude daná údržba provádět, a jednak čeho se údržba bude týkat. Díky tomuto se bude moct zamezit poruchám způsobených například nedostatkem maziva či neutažením některé součásti ve stroji. Druhý standard, zaměřený na úklid, by měl, podobně jako standard údržby, určit co, jak a jak často by se mělo uklízet. Ať už se jedná o úklid na konci směny, na konci dne či jen jednou za týden. Úklidem je například možné zamezit zadření stroje nebo špatného uchycení upínače.

Přenastavení

Opatření, týkající se přenastavení stroje, by mělo být v podobě stanovení pozměněného postupu činnosti výměny upínače, u níž bylo v analýze zjištěno plýtvání. Hlavním zdrojem plýtvání bylo hledání správného upínače. Je tedy potřebné, aby pracovník ihned rozeznal ten správný, okamžitě ho mohl uchopit a umístit do stroje. Je možné využít metodu 5S pro lepší systematizaci nástrojů na pracovišti, například umístit upínače do zásobníku s označením.

Nově stanovený postup by měl zahrnovat jen ty činnosti, které jsou pro tuto operaci nezbytně nutné, měly by být tudíž eliminovány ztrátové časy způsobené plýtváním při činnostech pracovníka. Stroj by tak nemusel být pozastavený delší dobu, než je nezbytně nutné.

Údržba

Jelikož z analýzy vyplynulo, že je údržba na stroji řešena až jako odpověď na možnou poruchu, je zde nutné vytvoření standardu údržby s jasně stanovenými činnostmi a frekvencí jejich provádění. Údržba ale nemusí být řešena jen údržbáři, ale může do ní být zapojena i obsluha stroje. Lze také analyzovat možnosti aplikovatelnosti prediktivní údržby na stroji, která by pomohla s odhalením potenciálních problémů nebo poruch stroje.

II. Nápravná opatření vzhledem k faktoru výkon

Úklid

Úklid je velice důležitý, což bylo ilustrováno u poruchovosti a zahřívání, a tudíž může být také velice časově náročný. Ale pomocí již zmíněného standardu úklidu, lze tento čas jasně vymezit, jelikož pracovník ví, co má uklízet a jak často, tudíž se předejde opakovanému úklidu, tam, kde není potřeba. Taktéž je možné na pracoviště přidat některé nástroje k uklízení, které zde chybí a pracovník si pro ně musí docházet, a nakonec stanovit úklidovou stanici. Problematikou úklidu se celkově zabývá metoda 5S.

Revize a Čekání na nástroje

Upínače jsou hlavními prvky, na které se v tomto problému zaměřit. Pokud budou tyto prvky v naprostém pořádku a nebudou vykazovat vady, nevyskytne se ztrátový čas revize a ani čekání na nástroje. Tomu lze dopomocť kontrolou během údržby a úklidu. Tím se omezí zastavení výroby v případě rozbitého nástroje. Pokud je na stroji možno, lze taktéž využít softwaru pro sledování nástrojů, kdyby si sám stroj hlídal životnost nástrojů.

III. Nápravná opatření k nedostatkům výroby

Následují nedostatky, které byly nalezeny při pozorování pracoviště a pracovníka při činnosti.

Činnost pracovníka

Činnost pracovníka je celkově ovlivněna dalšími zmíněnými nedostatky. Díky jejich eliminaci, alespoň částečně, lze navrhnout upravené pracovní postupy zmíněných pracovních operací výměna upínače a lepení závitových kolíků, a tudíž snížit plýtvání a zrychlit čas operací.

Uspořádání pomůcek

Nedostatek uspořádání pomůcek je velice závažný, což se projevilo i na výsledku MOST analýzy. Díky lepšímu uspořádání pomůcek se eliminuje hledání, zrychlí se pracovníkovi činnosti a díky tomu se sníží čas operace, což může zvýšit využití kapacity výrobní jednotky.

Díky jasnému vyjasnění si, co za pomůcky je potřeba a kde jsou uloženy, má pracovník při operaci přehled a ví kam má sáhnout. Pro vyjasnění si důležitosti a uspořádání pomůcek lze využít metodu 5S, při které lze na pracoviště implementovat například vizuální prostředky, pěnové výplně pro pracovní pomůcky či organizér pro upínače.

Další z možností je přidání montážního vozíku na pracoviště, který má více pater. Na tomto vozíku by měl pracovník pěnovou výplň jako organizér a v něm všechny potřebné pomůcky pro danou operaci. Měl by tedy ihned přistup k nezbytným pomůckám.

Ergonomické nedostatky

Na ergonomické hledisko se dá zaměřit při přendávání materiálu z vozíku na stroj. Řešením je změna vozíku, ať by se již jednalo jen o vyšší vozík, kdy má pracovník roury v přípustné výšce, či i naprostá změna tvaru vozíku, kde jsou roury například ve vertikální pozici. V této vertikální pozici je nutné rouru otáčet do horizontální pozice, ale není třeba se nijak shýbat či natahovat. Díky metodě 5S je možné uspořádat pracovní pomůcky, aby na ně pracovník dosáhl.

Manipulace a uložení materiálu

I v tomto nedostatku je jedním z problémů vozík, který není vhodný na převážení rour. Návrhem je opět vertikální vozík, který může být vhodný nejen z hlediska ergonomie, jak již bylo zmíněno, ale i k manipulaci a uložení materiálu. Díky vertikálnímu uložení může být ušetřena část pracoviště, není nutné využívat proklady a krabice k ukládání součástí a je možné lépe dodržet ohraničení pracoviště.

Dále se práce věnuje zmíněným návrhům na zlepšení.

5.2 Standardizace údržby (TPM)

Z analýzy vyplynulo, že na pracovišti není jasně stanovený standard údržby. Kvůli chybějícímu standardu se poruchy stroje řeší reaktivní údržbou, tedy až po vyskytnutí poruchy, což má výrazný vliv na efektivnost výrobní jednotky, a to jako nejvyšší naměřená časová ztráta. Ze zmíněných důvodů je tato část zaměřena na standardizaci údržby.

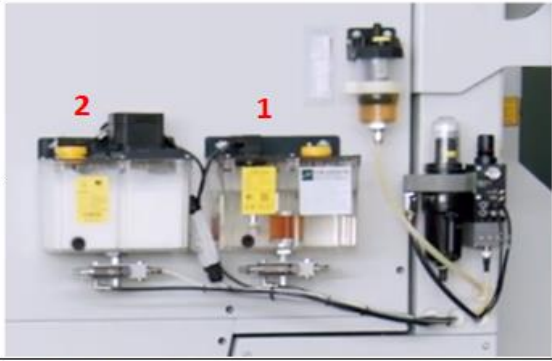


Na pracovišti se strojem Axel 5 chybí standard údržby. Pro stanovení tohoto standardu byly ve spolupráci s vedoucím výroby vyčleněny jednotlivé části stroje, které mají být podrobovány údržbě a také frekvence provádění údržby těchto částí. Následně bylo navrženo zavedení údržby:

- Autonomní
- Preventivní
- Prediktivní

Autonomní údržba

Do této údržby je zapojen operátor pracoviště, který by měl převzít a samostatně provádět některé z údržbářských úkolů, a to zejména ty jednoduché, jako například kontrola tekutin a případně jejich doplnění či mazání některých součástí stroje. Díky této údržbě, kterou by měl provádět operátor, může být zajištěna provozuschopnost stroje, tedy redukce poruch.

Návrh standardu autonomní údržby je zaměřen na analyzované potřeby stroje, bez kterých stroj nepracuje na plný výkon. Je zřejmé, že některé činnosti ve standardu jsou spíše kontrolní, a až podle výsledku této kontroly bude operátor jednat. Jednotlivé úkony, které by operátor při údržbě obstarával, lze graficky znázornit a popsat ve standardu autonomní údržby, který by se poté měl umístit v blízkosti stroje. Standard autonomní údržby, za kterou má odpovědnost obsluha stroje, je znázorněn na obrázku 36.

Číslo	Činnost	Vizualizace
1	Kontrola hladiny náplně a případné doplnění nádržky mazání, olejových náplní	
2	Kontrola a případné doplnění řezné kapaliny	
3	Centrální mazání, doplnění určeného maziva	
4	Mazání vřetenových ložisek, doplnění určeného maziva	

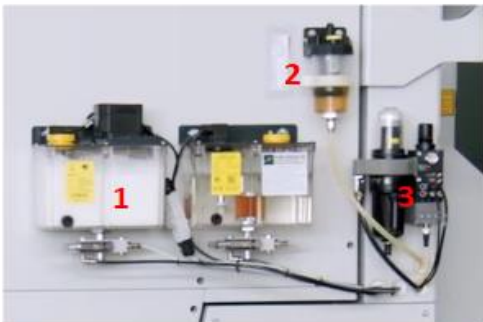


Obrázek 36: Návrh standardu autonomní údržby [autor]

Preventivní údržba

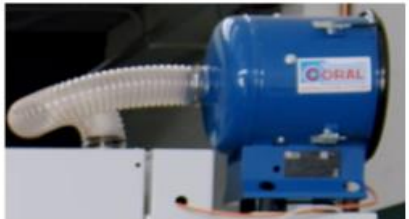


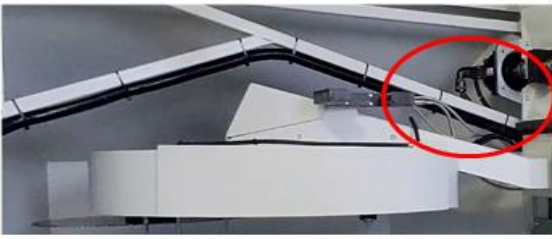


Preventivní údržba se provádí z důvodu předcházení poruchovosti výrobního zařízení. Jde o údržbu průběžnou, při níž pravidelně dochází k prohlídkám a opravám, aby se předešlo nefunkčnosti stroje. Údržba stroje je plánována mimo dvě směny vyhrazené k výrobě, neměla by tudíž zasahovat do výroby a ovlivňovat využití kapacity výrobní jednotky.

Součástí zkrácení ztrátových časů týkajících se poruchovosti a zahřívání stroje je vytvoření standardu preventivní údržby. Standard údržby stroje obsahuje činnosti, které údržba musí provést, frekvenci provádění těchto činností a jejich vizualizaci pomocí obrázku. Ve standardu je také vymezeno, kdo zodpovídá za provedení údržby. Pro nezbytnost zaznamenání data a podpisu osoby, která údržbu provedla, je také vytvořen záznamový arch.

Pro potřeby údržby jsou vytvořeny dva standardy. První standard preventivní údržby je definován na týdenní frekvenci, zobrazen na obrázku 37. Druhý standard, obrázek 38, pokrývá činnosti, které jsou realizovány s delší pravidelností než jeden týden (měsíc, půl rok či rok).

List č.		1	ÚDRŽBA STROJE		Christ WASH SYSTEMS	
Počet listů		1	Linka / Kancelář:		Obrobna	Č. pracoviště:
			Název op. / prac.:		AXEL 5	Č. operace: 1
Odpovědnost:			Údržba		Periodičnost:	Týdně
Číslo	Činnost		Vizualizace			
1	Měření koncentrace řezné kapaliny					
2	Čištění/výměna filtrů nádrže chladiva					
3	<u>Ve spolupráci s obsluhou:</u> Vyčištění chladicího systému (průchodnost, trysky...)					
4	Kontrola zásobníku chladicí emulze					
5	Kontrola a vyčištění upinací hlavičky, kontrola zásobníku s upinací					

Obrázek 37: Preventivní údržba - týdenní frekvence [autor]

List č.		1	ÚDRŽBA STROJE		Christ WASH SYSTEMS	
Počet listů		1			Linka / Kancelář:	
Název op. / prac.:		AXEL 5			Č. operace:	1
Odpovědnost:				Údržba		
Číslo	Periodičnost	Činnost	Vizualizace			
1	1 za 14 dní	Výměna filtrů odvětracích míst				
2	Měsíčně	Kontrola fotobuněk				
3		Výměna chladiva a důkladné očištění nádrže s chladivem				
4	1 za půl roku	Kontrola všech rozvodů a cest mazání kvůli trhlinám				
5		Kontrola os stroje				
6	1 za rok	Výměna oleje a očištění olejového filtru od usazenin				

Obrázek 38: Preventivní údržba - frekvence 14 dní a více [autor]

Pro účely zaznamenání splnění údržby a možnosti kontroly je vytvořen záznamový arch, který je umístěn v příloze 2. Tento arch vychází ze zavedených vzorů podniku.

Prediktivní údržba

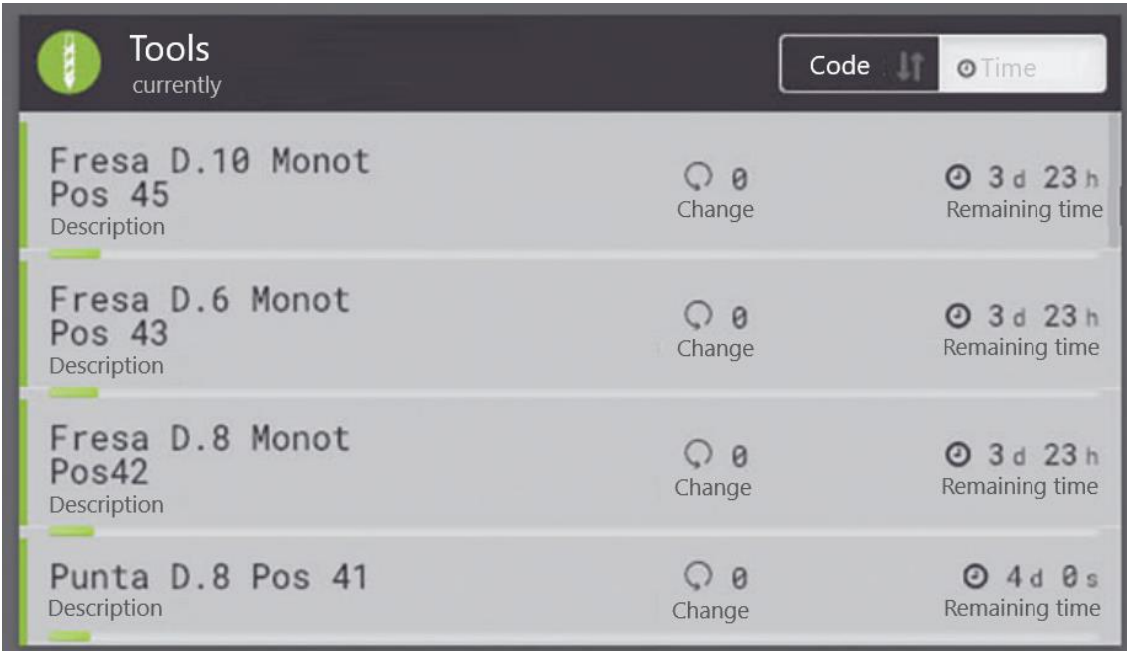
Prediktivní údržba je další z možností údržby, kterou lze na pracovišti zavést. Musí k tomu ale být uzpůsobený stroj, jelikož prediktivní údržba pracuje převážně s daty, kdy se pomocí různých algoritmů analyzuje možnost poruchy stroje nebo jedné z jeho součástí.

Pro stroj Axel 5 je možnost zavedení prediktivní údržby, a to díky cloudové platformě přímo od výrobce samotného stroje. Tato platforma má název Log On Live Automation, zkráceně Lola. Díky této platformě lze v reálném čase monitorovat produktivitu stroje. Mimo to lze přes tuto platformu dostávat informace na počítač či na mobil, a to o jakékoliv závadě či aktuálním stavu součástí ve stroji. Přes platformu lze dle [23] sledovat například:

- Stav stroje
- Efektivita a produktivita stroje
- Stav elektrovřeten, senzorů a nástrojů
- Prediktivní varování
- Poruchy

Pomocí dat, které platforma Lola vyhodnocuje, lze také zjistit blížící se konec životnosti součástky, díky čemuž lze naplánovat případnou výměnu na čas, kdy stroj nepracuje a díky tomu minimalizovat prostoje. Tímto by se z velké části zamezilo ztrátovému času způsobeného revizí a čekání na nástroj, jelikož by stroj sám vyhodnotil, že je nutné nástroj vyměnit za nový.

Z hlediska prediktivní údržby lze v platformě Lola sledovat životnost nástrojů, obrázek 39. V řádcích se nacházejí jednotlivé nástroje, kde jsou k nim zároveň vypsány některé informace.



Tool Description	Action	Remaining time
Fresa D.10 Monot Pos 45 Description	Change	3 d 23 h
Fresa D.6 Monot Pos 43 Description	Change	3 d 23 h
Fresa D.8 Monot Pos42 Description	Change	3 d 23 h
Punta D.8 Pos 41 Description	Change	4 d 0 s

Obrázek 39: Obrazovka se sledováním životnosti nástrojů [23]

V platformě lze také vidět upozornění či chyby spojené se strojem. Chyby jsou zde popsány číselně a je možno dohledat, co daná chyba znamená a řešit jí. Platforma Lola také dokáže posílat notifikace, a to v případě neočekávaného zastavení stroje či poruchy.

Kromě autonomní údržby je pracovník odpovědný i za úklid pracoviště. V návrhu bylo upozorněno na nutnost čištění pracoviště a udržování pořádku. Při analýze bylo zjištěno, že na pracovišti není přesně stanovený standard úklidu a pomůcky, využívané při operacích, nejsou jasně uspořádány. Pro zlepšení situace je navržena metoda 5S.

5.3 Návrh metody 5S

V této kapitole se práce zaměřuje na sestavení návrhu využití metody 5S na základě zjištěných nedostatků během analýzy. Metoda 5S je výchozí metodou pro další zlepšení, neboť čisté pracoviště je základem štíhlé výroby.

Separovat

Prvním krokem metody 5S je dokumentace veškerých prvků na pracovišti jako mohou být například pracovní pomůcky či materiál. Následně je potřeba tyto položky roztrždit dle četnosti využití, popřípadě vyřadit ty položky, které na pracovišti nejsou potřeba a zbytečně zabírají místo. V příloze 3 jsou uvedeny jednotlivé položky včetně využití a poznámek. Pracoviště je rozděleno celkem na tři části. Na obrázku 40 je layout, který zobrazuje současné rozložení pracoviště a uspořádání položek v každé oblasti.

První oblast je **obráběcí centrum s řídicím počítačem**. V této oblasti se nachází stroj a pojízdný panel s počítačem. Na konci stroje se nachází nádoba, kam padají třísky.

Další oblast je **prostor pro skladování materiálu**. Materiál je skladován pomocí vozíků v kombinaci s proklady. Je zde skladován jak materiál pro výrobu, tak i poškozený materiál na vyřazení. Lze vidět, že používané vozíky nejsou příliš vhodné na skladování a transport rour.

Poslední oblast je **pracovní stůl**, kde pracovník vykonává veškeré činnosti k dohotovení součástí. Nachází se zde nejvíce pracovních a úklidových pomůcek, ale také skladovacích položek. Nad stolem je umístěna nástěnka, kde jsou informační karty a návody.

Na základě konzultací, pořízených videozáznamů a prohlížení pracoviště lze sestavit seznam s položkami z daného pracoviště a zároveň určit četnost využití jednotlivých položek. Položky jsou děleny do čtyř skupin dle využití:

- Položky využívané denně
- Položky využívané týdně
- Položky využívané měsíčně
- Nepotřebné položky

Díky vytvořenému seznamu se mohou vyřadit položky, které na pracovišti překáží nebo nejsou využívané. Současně při využití jiného manipulačního prostředku na materiál je možné vyřadit i další položky jako kontejner s proklady či kartony.

Systematizovat

Druhým krokem metody 5S je uspořádání prvků, které na pracovišti zůstanou. Pro uspořádání některých položek jsou navrženy nové systémy uložení, které na pracovišti dosud nebyly využívány. Navrhovaná nápravná opatření jsou znázorněna pomocí modelu pracoviště, kde je zobrazen současný stav a navrhovaný modelovaný stav. Hlavní pozornost je kladena především na položky využívané denně a oblast pracovního stolu, kde pracovník tráví nejvíce času. V tomto kroku je snahou **eliminovat nedostatky spojené s uspořádáním pomůcek**. Vzhledem k tomu, že nedostatek uspořádání pomůcek a celkově všech prvků na pracovišti je poměrně závažný, bude na tento krok brán významný zřetel.

Na obrázku 41 je vidět celkový pohled na současné pracoviště, konkrétně pracovní stůl se součástí roura. Jak lze vidět, roura brání pracovníkovi, pokud by něco potřeboval vzít ze stolu. Na samotném stole je i poměrně nepořádek a většina věcí je tam umístěna dvakrát, má na každé straně stolu umístěny ty stejné nástroje, aby je nemusel přenášet. Většina modrých boxů, umístěných pod stolem, je prázdná a nepotřebná. Lze si povšimnout i koštěte opřené v levé části, které nemá své jasné umístění.



Obrázek 41: Současný stav pracoviště [autor]

Na obrázku 42 je pohled na vytvořený model pracoviště s nově navrženým uspořádáním, konkrétně se jedná o pracovní stůl. V této oblasti se nachází nejvíce položek. Vybrané zobrazené prvky budou rozebrány podrobněji dále. Největším přínosem zde může být nově navržený pojízdný vozík s nejnútnejšími nástroji, který je i z hlediska ergonomie mnohem přívětivější než skladování nástrojů za rourou na stole.



Obrázek 42: Model navrženého pracoviště [autor]

Nově navrženým prvkem na pracoviště je právě pojízdný vozík (obrázek 43) s nejnútnejšími položkami jako zásobníkem s kolíky, měřidly odchylek, čistícími nástroji a metrem. Po straně se nachází sprej s lihem, stlačeným vzduchem a mazivo. V nižších policích je místo pro aktuálně potřebné dokumenty, psací potřeby a čistící hadřík. Daný vozík je pojízdný, aby si ho mohl pracovník uzpůsobit a nemusel se ohýbat přes zpracovávanou součást umístěnou na pracovním stole. Na vozíku je pěnová forma, která vyznačuje přesné místo pro každou položku, aby pracovník věci neodkládal na jiné místo a mohl je ihned najít a zároveň měl vše nadosah. Vozík lze umístit pod pracovní stůl, a to v případě odstranění nepotřebných přepravek s odřezky materiálu, proklady a kartony.



Obrázek 43: Návrh pojízdného vozíku [autor]

Dalším novým prvkem je zásobník na upínače, které se umísťují do stroje AXEL 5. Dosud jsou upínače promíchané na úložném regálu, kde je pro pracovníka složité najít ten potřebný. Kvůli kontrole, zda vybral ten správný, musí upínače přeměřovat posuvným měřítkem. Navržený zásobník je možné popsat parametry upínačů, což může urychlit výběr správného, a tedy eliminaci měření a hledání. Zásobník je pod úhlem, což znamená, že pracovník dokáže vidět a přečíst jakoukoliv cedulku u upínače. Současný stav a návrh je znázorněn na obrázku 44.

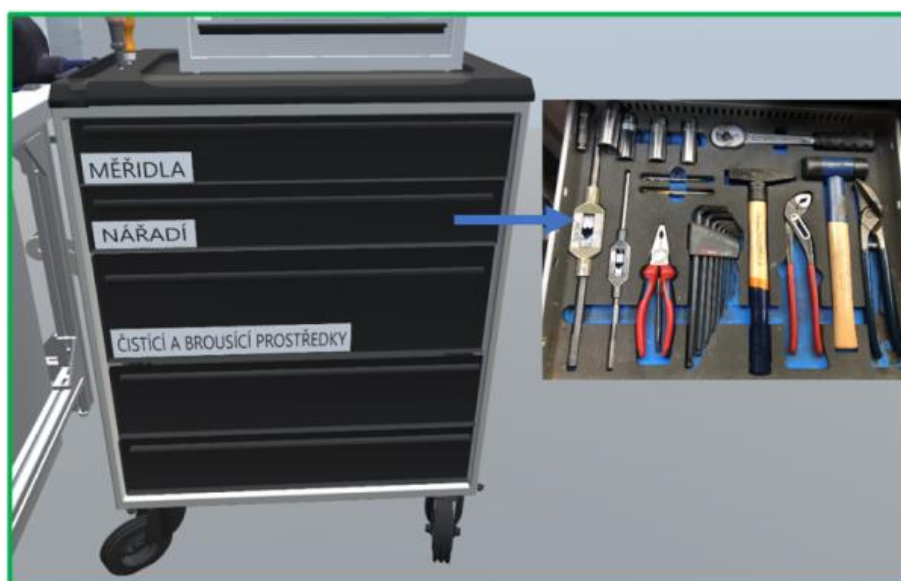


Obrázek 44: Současný (vlevo) a nový (vpravo) stav uspořádání upínačů [autor]

V metodě 5S je také cílem navrhnout prvky vizuálního managementu, které vedou k celkovému zpřehlednění pracoviště a možnosti eliminace plýtvání ve formě hledání.

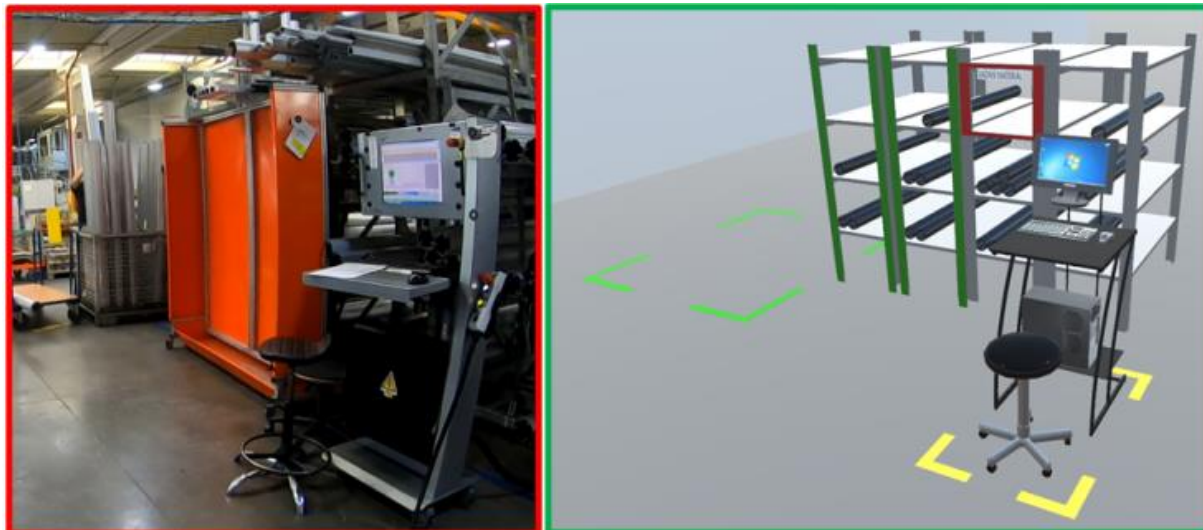
Vzhledem k nedostatku uspořádání pomůcek je na pracovišti navrženo mnoho vizuálních prostředků, které pomůžou pracovníkovi s hledáním a vrácením pomůcek na své místo.

Na obrázku 45 je vidět regál pro uložení položek, které jsou využívány méně často. Nově je navrženo popsání jednotlivých šuplíků a uspořádání pomůcek v nich do pěnové formy. Díky pěnové formě má každá pomůcka své místo a nedojde k jejímu poškození. Opět se zde jedná o eliminaci možného hledání, kdy pracovník bude přesně vědět, kde se jaká pomůcka nachází.



Obrázek 45: Označení a uspořádání šuplíků [autor]

Na obrázku 46 je poukázáno především na vizuální značení jako například ohraničení místa pro počítač nebo vozík pro odkládání hotových součástí v případě celé dávky. Nachází se zde také regály, kam je možné odkládat jednotlivé kusy hotových dílů, což znázorňuje zelená barva. Pomocí červené barvy je označen regál pro odložení vadných kusů, které mohou být následně odstraněny a nepletou se tak u bezvadného materiálu nebo pracovního stolu.



Obrázek 46: Vizuální značení umístění [autor]

Velký důraz je kladen na úklid, což je jeden z větších nedostatků. Prozatím nemají úklidové prostředky přesně stanovené místo. Na obrázku 47 je možné vidět návrh úklidové stanice s potřebnými úklidovými prostředky. Úklidové prostředky jsou upevněny na vymezené místo určené nápisem konkrétní pomůcky.



Obrázek 47: Návrh úklidové stanice [autor]

Stále čistit

Po uspořádání položek, kdy každá má své místo uložení, je potřebné zachovávat pracoviště v čistotě. Této problematice se věnuje třetí krok a je určeno, jak je pracoviště náročné na úklid. Pro úklid není sestaven žádný seznam činností, úklid probíhá dle úsudku pracovníka.

Důkladný úklid pracoviště je prováděn každý týden v pátek a je na něj vyhrazen čas dvě hodiny ranní směny, jak bylo poznamenáno v analýze. Nicméně dané pracoviště je celkově náročné na úklid z důvodu tvorby třísek a prachu během chodu stroje. Když je stroj v provozu, třísky padají přímo do kontejneru na odpad, přesto se mnoho třísek dostane i na pracoviště kolem stroje, a zároveň se usazuje prach na stroji a okolí. Důležitý je tedy i průběžný úklid na pracovišti během směn. Jedná se především o úklid třísek na zemi a otření dveří stroje, protože jinak má pracovník omezený pohled na obráběnou součást a nemůže tak provádět kontrolu.

Pro zjištění jak a co se na pracovišti má čistit nebo se již čistila byla provedena ve spolupráci s vedoucím výroby analýza těchto prvků, a také stanovení úklidových činností. Z této analýzy vyplynuly prvky, které by měly být podrobovány čištění, a také periodičita jejich čištění. Také bylo určeno, zdali lze vykonávat dané čištění při zapnutém stroji, tedy že nedojde k narušení využití stroje. Následně byla provedena časová analýza, jak dlouho trvá obsluha čištění daného prvku. Časová analýza týdenního úklidu již byla provedena při analýze současného stavu. Prvky k čištění, naměřená doba a možnost úklidu při vypnutém stroji lze vidět v tabulce 15.




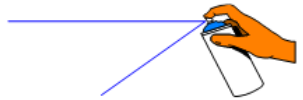
Tabulka 15: Činnosti úklidu a jejich naměřený čas

Úklid 1x za směnu	Naměřené časy úklidu [min]	Vypnutý stroj
Otření dveří stroje	00:45	✓
Celkové vyčištění pracoviště	13:58	X
Očištění vyměnitelných nástrojů	02:13	X
Úklid 1x za den	Naměřené časy úklidu	Vypnutý stroj
Vyčištění filtrační jednotky chladicí kapaliny	00:52	✓
Vyčištění upínacího vřetene	01:55	✓
Celkové očištění hlavních částí stroje	04:30	✓
Úklid 1x za týden	Naměřené časy úklidu	Vypnutý stroj
Vyčištění dopravníku na odchod třísek	11:40	✓
Vyčištění a namazání upínků/svěráků, přípravků	08:50	✓
Odstranění zbytků třísek po obrábění	28:12	✓
Mytí vnějšího krytování stroje	33:09	✓
Čištění řídicího panelu	09:12	X
Vyčištění vnitřního prostoru stroje	19:35	✓
Úklid 1x za měsíc	Naměřené časy úklidu	Vypnutý stroj
Úklid odkládacích regálů, šuplíků	0:14:33	X

Z tabulky, z činností úklidu a naměřeného času, lze dále vycházet při navrhování standardu.






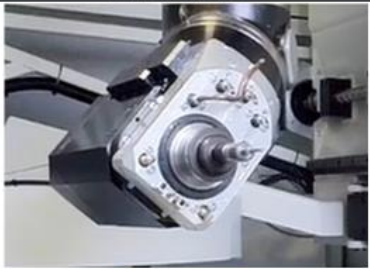





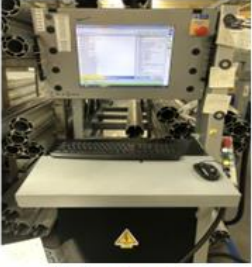
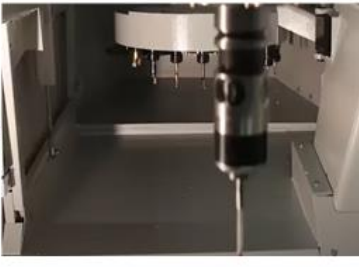


Standardizovat

Krok standardizovat je důležitý z hlediska udržení pořádku na pracovišti a všech položek na stanoveném místě, aby se tak pracoviště udrželo v navrhovaném stavu. Je nutné tedy zavést standard úklidu, kde je jasně určené místo, které má pracovník čistit, požadovaný cílový stav místa, pomůcky, které má využít k úklidu, předpokládaný čas a také frekvence čištění. Standard úklidu je vidět na obrázku 48.

List č.	1	STANDARD 5S		Christ WASH SYSTEMS					
Počet listů	2	Linka / Kancelář:	Obrobna	Číslo pracoviště:					
Název op. / prac.:	AXEL 5	Číslo operace:	1						
Zamést	Otřít	Vysát	Očistit hadrem a chem. přípravkem						
									
Poř. číslo	Místo	Požadovaný stav	Pomůcky	Max. čas [min]	Frekvence	Vypnutý stroj			
					S D T M				
1	Dveře stroje	Otřené sklo dveří.	Hadr	1	X		✓		
2	Okoli stroje a stůl	Zametená podlaha pracoviště. Uklizený pracovní stůl od nečistot a třísek.	Vysavač, Koště	15	X				
3	Vyměnitelné nástroje	Očištěné upínače do stroje.	Hadr	3	X				
4	Filtrační jednotka chladicí kapaliny	Filtrační jednotka vyčištěna a seřizena. Zkontrolována funkce.	Hadr	1		X	✓		
5	Upínací vřeteno	Vyčištěné upínací vřeteno.	Papírový ubrousek	2		X	✓		
6	Hlavní části stroje	Celkově očištěné hlavní části stroje - dopravník s upínky a obráběcí prostor od třísek.	Tlakový vzduch	5		X	✓		
7	Dopravník na odchod třísek	Plocha je vyčištěná, zkontrolovány defekty povrchu. Odstraněné drobné defekty povrchu (poklepání, rýhy, apod.).	Oplachovací pistole, hadr, konzervační olej	12			X	✓	
8	Upínky/svěráky, přípravky	Upínky jsou vyčištěné a namazané. Přípravek je vyčištěný a případně namazaný.	Tlakový vzduch, hadr, mazivo	10			X	✓	
9	Prostor dopadu třísek po obrábění	Vyvezeny a kompletně odstraněny zbytky třísek. Kontrola defektů a těsnění.	Oplachovací pistole, hadr, kýbl se saponátem	30			X	✓	
10	Vnější krytování stroje	Kontrola chodu dveří pracovního prostoru, těsnění, kontrola ucpání odtokových kanálů, celková čistota krytování stroje včetně střechy.	Baterka, schůdky, hadr, kýbl, saponát	35			X	✓	
11	Řídicí panel	Klávesnice a monitor panelu jsou čisté. Klávesy nejsou známky zasekávání, nebo promáčknutí.	Prostředek na okna, jemný hadr	10			X		
12	Vnitřek stroje	Vyčištěný vnitřní prostor stroje od nečistot, třísek. Prostor musí být čistý, bez defektů.	Vysavač, hadr	20			X	✓	
13	Policové a úložné regály	Uklizené odkládací regály, šuplíky od nečistot, třísek a prachu.	Hadr, saponát, vysavač	15				X	
Součet určených časů (min.):				159	19	8	117	15	
Poznámka:									
S: 1/směnu = Na konci směny									
D: 1/den = Na konci ranní směny									
T: 1/týden = Začátek směny v týdnu (páteční směna)									
M: 1/měsíc = Dle plánu, konec ranní směny									
✓: Stroj musí být vypnutý									

Obrázek 48: Navržený standard úklidu pracoviště – první strana [autor]


Standard úklidu disponuje i druhou stránkou (obrázek 49), která má informativní funkci a jsou v ní zobrazeny fotky míst, která jsou určena k úklidu a jsou vymezena na první straně tohoto standardu.

<table border="1"> <tr> <td>List č.</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Počet listů</td> <td>2</td> </tr> </table>	List č.	2	Počet listů	2	STANDARD 5S			
List č.	2							
Počet listů	2							
Linka / Kancelář:	Obrobna		Číslo pracoviště:					
Název op. / prac.:	AXEL 5		Číslo operace:	1				
Čištění 1 x směnu								
1		2		3				
Čištění 1 x den								
4		5		6				
Čištění 1 x týden								
7		8		9				
10		11		12				
Čištění 1 x měsíc								
13								

Obrázek 49: Navržený standard úklidu pracoviště – druhá strana [autor]

Sebedisciplína

Posledním krokem metody 5S je dodržování navržených kroků a možné zlepšování. Postupy a standardy, které jsou stanoveny, je nutné brát vážně, dodržovat je, neboť by při nedodržení veškeré kroky ztrácely smysl. Plnění navržených pravidel a postupů by měl kontrolovat odpovědný pracovník, jako je například mistr, a to po všech pracovnících na pracovišti. Po určité době se tak procesy zautomatizují. V rámci práce je vytvořen návrh kontrolního listu 5S (obrázek 50), který usnadňuje revizi pracoviště.

List č.		1		KONTROLNÍ LIST 5S			
Počet listů		1					
Linka / Kancelář:		Obrobna		Č. pracoviště:			
Název op. / prac.:		AXEL 5		Č. operace:		1	
	Poř. číslo	Požadovaný stav	Hodnocení				
			0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
1S	1.	Nenachází se zde žádné nevyužívané vozíky					
	2.	Vadný materiál se nachází ve vyznačené zóně					
	3.	Na pracovišti nejsou žádné nepotřebné položky					
	4.	Na pracovišti nejsou žádné nepotřebné nástroje					
2S	5.	Je dodrženo barevné rozlišení					
	6.	Je dodrženo označení štítky (šuplíky, upínače)					
	7.	Nástroje a přípravky jsou na svém místě					
	8.	Je dodrženo srovnání vozíků s materiálem					
3S	9.	Podlaha a pracovní plochy bez odpadu, kapalin, třísek					
	10.	Stroj je očištěn od prachu, třísek a dalších nečistot					
4S	11.	Pracovník má srozumitelný pracovní postup					
5S	12.	Dodržování pravidel a standardů					
	13.	Proškolení pracovníci					
	14.	Podávání návrhů na zlepšení od pracovníků					
Datum:				Podpis:			
Poznámka:							
0 % Nedodrženo							
25 % Téměř nedodrženo							
50 % Průměrně dodrženo							
75 % Téměř dodrženo							
100 % Dodrženo							

Obrázek 50: Návrh kontrolního listu 5S [autor]

Závěrem, takto navržené a implementované kroky 5S by měly přinést na pracoviště jasný řád a organizovanost, která je kontrolována. Díky dodržování navržených zásad je možné dosáhnout nejen efektivnějšího ale i bezpečnějšího pracoviště.

Na základě navržených změn metodou 5S je možné dále upravit pracovní postupy, které se týkají přenastavení stroje (výměna upínače ve stroji) a operace lepení závitových kolíků.

5.4 Standardizace činností vykonávaných pracovníkem

Při analýze ztrátových časů byla metodou MOST rozebrána činnost výměny upínače ve stroji, která se podílí na ztrátovém času *Přenastavení*. Analýzou byly zjištěny určité nedostatky a plýtvání, které způsobovaly delší čas, než byl stanoven normou. Další činností, která byla rozebrána u nedostatků, byla činnost lepení závitových kolíků. Při této činnosti bylo také identifikováno plýtvání například v podobě hledání nástrojů. Z toho důvodu byl postup těchto činností v rámci práce upraven. Díky podnětům z metody 5S bylo možné odstranit některé kroky v pracovním postupu nebo je upravit a snížit tak celkový čas operace.

Na obrázku 51 je vidět upravený postup pracovní operace **výměna upínače ve stroji** pomocí metody MOST na základě nově navrženého umístění jednotlivých položek, přičemž bylo eliminováno hledání nástrojů, přesněji upínačů, a to díky novému zásobníku, viz obrázek 44. Dále došlo i k odstranění nutného přeměření upínače, jelikož každý upínač má stanovené místo a štítek s označením. Jedná se především o eliminování červeně označených činností z původního postupu na obrázku 23.

Poř.	Postup		Modelový sled	Četnost	TMU	Sec
1	Stisk tlačítka a spuštění stroje	Ř	A3 B0 G1 M1 X42 I 0 A 3	1	50	1,8
2	Kontrola nastavení PC a zadání dat	P	A0 B0 G1 A 0 B0 P 1 K 3 A0 B0 P 1 A0	1	6	0,216
3	Koordinace na PC	P	A0 B0 G1 A 0 B0 P 1 W (1)10 A0 B0 P 1 A0	1	13	0,468
4	Výběr nového upínače	O	A3 B0 G3 A 6 B0 P 0 A 0	1	12	0,432
5	Otevření/zavření dvírek u stroje	Ř	A1 B0 G1 M6 X0 I 0 A 0	1	8	0,288
6	Utažení upínače	P	A0 B0 G0 A 1 B0 P 3 F 6 A0 B0 P 0 A0	1	10	0,36
7	Odmontování starého upínače	P	A0 B0 G0 A 1 B0 P 3 L 6 A6 B0 P 3 A0	1	19	0,684
8	Stisk tlačítka	Ř	A3 B0 G1 M1 X1 I 0 A 0	1	6	0,216
9	Nastavení stroje na PC	P	A1 B0 G1 A 0 B0 P 1 W (1)20 A0 B0 P 1 A0	1	24	0,864
10	Stisk tlačítka + náběh stroje	Ř	A1 B0 G1 M1 X131 I 0 A 0	1	134	4,824
11	Ruční utažení upínek na stroji	P	A0 B0 G0 A 6 B0 P 1 F 10 A0 B0 P 0 A0	4	68	2,448
12	Přenesení roury z vozíku	O	A6 B0 G3 A 6 B3 P 3 A 0	1	21	0,756
13	Upevnění součásti v upíncích rukou	P	A0 B0 G0 A 1 B1 P 1 F 3 A0 B0 P 0 A0	7	42	1,512
14	Kontrola utažení	P	A0 B0 G0 A 1 B1 P 1 T 3 A0 B0 P 0 A0	7	42	1,512
15	Stisk tlačítka - dokončení nastavení	Ř	A6 B0 G1 M1 X1 I 0 A 0	1	9	0,324
16	Stisk tlačítka - spuštění stroje	Ř	A1 B0 G1 M1 X0 I 0 A 0	1	3	0,108
O - Obecné přemístění				Celkem:	4670	168,1
P - Použití nástroje				Celkem min:	2,802	
Ř - Řízené přemístění						

Obrázek 51: Navržený pracovní postup u výměny upínače ve stroji [autor]

Stejně tak na obrázku 52 je pracovní postup další operace – **lepení závitových kolíků**. U této operace došlo k eliminaci hledání a zdlouhavého sahání pro zaklíněný nástroj na stole, a to díky vozíku, na kterém jsou všechny pracovní pomůcky na dosah. Není nutné je tak přesouvat na bližší místo. Na vozíku jsou umístěny i zásobníky s kolíky, tudíž pracovník nemusí držet všechny kolíky v ruce, ale může si je brát po jednom. Pracovní postup tak byl upraven oproti původnímu (obrázek 30).

Poř.	Postup		Modelový sled							Četnost	TMU	Sec				
1	Čtení informací o dané součásti	P	A1	B0	G1	A1	B0	P0	T3	A1	B0	P1	A0	1	8	0,288
2	Uchopení součásti a přenesení ke stolu	O	A16	B3	G3	A16	B0	P3	A0					1	41	1,476
3	Měření roury, otočení a opět změření 1/2	P	A1	B0	G1	A6	B0	P1	M32	A1	B0	P1	A0	2	86	3,096
	Měření roury, otočení a opět změření 2/2	Ř	A1	B0	G3	M3	X0	I0	A0					1	7	0,252
4	Uchopení nádoby s lihem a čištění roury	P	A1	B0	G1	A1	B0	P1	S6	A1	B0	P1	A0	1	12	0,432
5	Použití ofukovací pistole	P	A1	B0	G1	A1	B0	P1	S6	A1	B0	P1	A0	1	12	0,432
6	Použití nástroje na očištění závitů	P	A1	B0	G1	A1(6)	B0(6)	P3(6)	S6(6)	A1	B0	P1	A0	1	64	2,304
7	Použití lepidla	P	A1	B0	G1	A1(6)	B0	P3(6)	S3(6)	A1	B0	P1	A0	1	46	1,656
8	Nasazení kolíků (6ks ze zásobníku)	P	A1	B0	G3	A1	B0	P6	F6	A0	B0	P0	A0	6	102	3,672
9	Použití stahovačla na utažení 6 kolíků	P	A1	B0	G1	A1(6)	B0(6)	P3(6)	F3(6)	A1	B0	P1	A0	1	46	1,656
10	Použití měřidla na odchylky	P	A1	B0	G1	A1	B0	P6(6)	M24(6)	A1	B0	P1	A0	1	185	6,66
11	Použití ofukovací pistole	P	A1	B0	G1	A1	B0	P1	S6	A1	B0	P1	A0	1	12	0,432
12	Očištění roury tlakem vody, otočení a zopakování 1/2	P	A1	B0	G1	A1	B0	P3	S6	A1	B0	P1	A0	2	28	1,008
	Očištění roury tlakem vody, otočení a zopakování 2/2	Ř	A1	B0	G3	M3	X0	I0	A0					1	7	0,252
13	Použití násady na ověření správně nasazených kolíků	P	A1	B0	G1	A1	B0	P6	M10	A1	B0	P1	A0	1	21	0,756
14	Uchopení nádoby s lihem a čištění roury	P	A1	B0	G1	A1	B0	P1	S6	A1	B0	P1	A0	1	12	0,432
15	Čištění hadříkem a ponechání hadříku v ruce	P	A1	B3	G1	A1	B0	P1	S32	A0	B0	P0	A0	1	39	1,404
16	Otočení roury	Ř	A1	B0	G3	M3	X0	I0	A0					1	7	0,252
17	Čištění roury hadříkem	P	A0	B0	G0	A1	B0	P1	S32	A1	B3	P1	A0	1	39	1,404
18	Čtení značení roury	P	A1	B0	G1	A1	B0	P0	T3	A1	B0	P1	A0	1	8	0,288
19	Označení roury fixem a následně odložení fixy	P	A1	B0	G1	A6	B0	P1	R24	A1	B0	P1	A0	1	35	1,26
20	Přemístění hotové součásti (roury) do vozíku	O	A1	B0	G3	A3	B0	P1	A0					1	8	0,288
O - Obecné přemístění										Celkem:	8250	297				
P - Použití nástroje										Celkem min:	4,95					
Ř - Řízené přemístění																

Obrázek 52: Navržený pracovní postup u lepení závitových kolíků [autor]

Poslední návrh na zlepšení se týká vhodnějšího manipulačního prostředku, což ovlivňuje především manipulaci s materiálem a ergonomií.

5.5 Návrh manipulačního prostředku

V neposlední řadě bylo u nedostatků poukázáno na způsob manipulace s materiálem připraveným k výrobě. V tomto případě je možné využít speciálních vozíků pro tyčový materiál. Jedná se o vozík, který není již nutné dále upravovat proklady a krabicemi. Materiál se zde umístí svisle a z ergonomického hlediska se omezí časté ohýbání pracovníka. Jeho rozměry a nosnost jsou popsány v tabulce 16.

Tabulka 16: Vlastnosti navrženého vozíku [24]

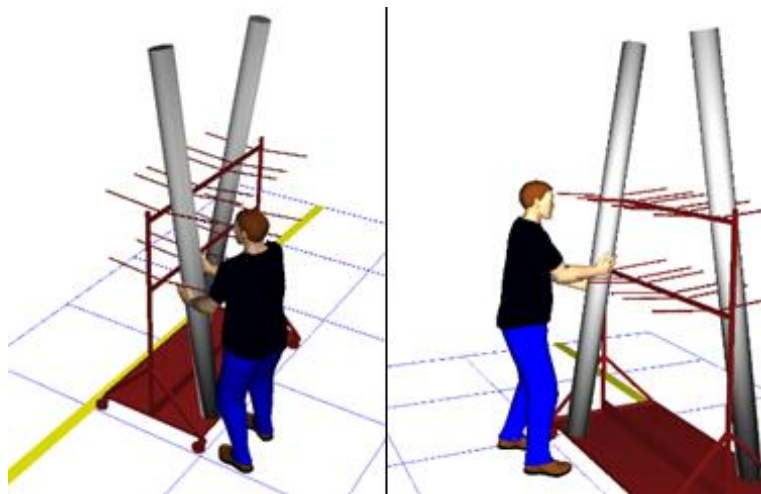
Celková délka [mm]	1498	Nosnost [kg]	453
Celková šířka [mm]	838	Světlá výška [mm]	200
Celková výška [mm]	1752		

Navrhovaný vozík je vidět na obrázku 53.



Obrázek 53: Vozík pro tyčový materiál [24]

Při využití nového manipulačního vozíku se změní celková pozice pracovníka. Jak je vidět na obrázku ze softwaru Tecnomatix Jack, pracovník se již nemusí neustále ohýbat pro součást, ale může ji uchopit ze vzpřímené polohy.



Obrázek 54: Pracovní poloha zvedání materiálu - navržený vozík [autor]

6 Zhodnocení navržených opatření

V předešlé kapitole byly zmíněny možné návrhy na zlepšení stavu pracoviště, které vyplývaly z analýzy pracoviště. Tato kapitola se zaměřuje na zhodnocení přínosů, které navržené opatření přinášejí. Některá opatření, která z návrhu vyplývají, již byla na pracovišti implementována, a lze je nyní kvantitativně posoudit a porovnat s původním stavem. U některých opatření je ale nutné s posouzením počkat, jelikož se jejich přínos může projevit až v delším časovém horizontu (například vliv údržby na poruchovost stroje). Kvantitativní zhodnocení je tedy v současnosti u těchto zlepšeních neurčité a stěží předvídatelné. Za přítomnosti vedoucího výroby a obsluhy stroje tak proběhlo kvalitativní zhodnocení navržených zlepšení, které zde je uvedeno u jednotlivých ztrát či nedostatků.

6.1 Původní stav

Z analýzy vyplynuly tyto ztrátové časy, které mají vliv na využití kapacity výrobní jednotky a byla možnost na ně navrhnout opatření:

- Porucha
- Přenastavení
- Zahřívání stroje
- Úklid
- Revize a Čekání na nástroje
- Údržba

Dále se analýza zaměřila na pracovníka a činnosti, které na pracovišti vykonává. Z tohoto rozboru poté vyplynuly následující nedostatky:

- Činnost pracovníka
 - Uspořádání pomůcek
 - Manipulace a uložení materiálu
 - Ergonomické nedostatky

I zde byly nalezeny některé druhy plýtvání, které ovlivňují využití kapacity stroje.

Následně byly na uvedené ztrátové časy a nedostatky navrženy opatření k jejich snížení a eliminaci.

6.2 Posouzení přínosů navržených opatření

V reakci na nejvyšší ztrátový čas (poruchy) bylo doporučeno zavedení autonomní, preventivní a prediktivní údržby, díky kterým namísto nutnosti reaktivní odpovědi na poruchu stroje, je stroj pravidelně sledován a kontrolován. Při dodržování navržených standardů údržby lze zajistit prevenci před možnými poruchami a předejít tak selhání stroje a zdlouhavému zahřívání. Při menším množství poruch lze očekávat vyšší faktor využití v ukazateli OEE.

Přínosy vycházející z navržených opatřeních vzhledem k údržbě jsou:

- Standardizace frekvence a prvků údržby
- Zapojení strojní obsluhy do údržby - pravidelná kontrola stroje
- Včasná identifikace a rozpoznání abnormalit - prevence poruch stroje
- Předcházení a snížení poruchovosti stroje
- Zamezení prodlužování zahřívání stroje
- Častější kontrola a údržba nástrojů
- Sledování životnosti nástrojů (možnost plánování výměny nástroje)

Pro celkovou lepší organizaci pracoviště byla zvolena metoda 5S. Mimo eliminaci zbytečných prvků na pracovišti došlo i k navržení pomůcek pro zrychlení pracovníkovy činnosti. Součástí povinností pracovníka je mimo autonomní údržby i úklid, proto byl v rámci metody 5S navržen standard úklidu, aby se na pracovišti zavedly a dodržovaly standardy čistoty. Oproti původnímu stavu je nyní vyhrazen čas na úklid. Nejen na činnosti pro dvouhodinový týdenní úklid, ale nově i pro každodenní úklid.

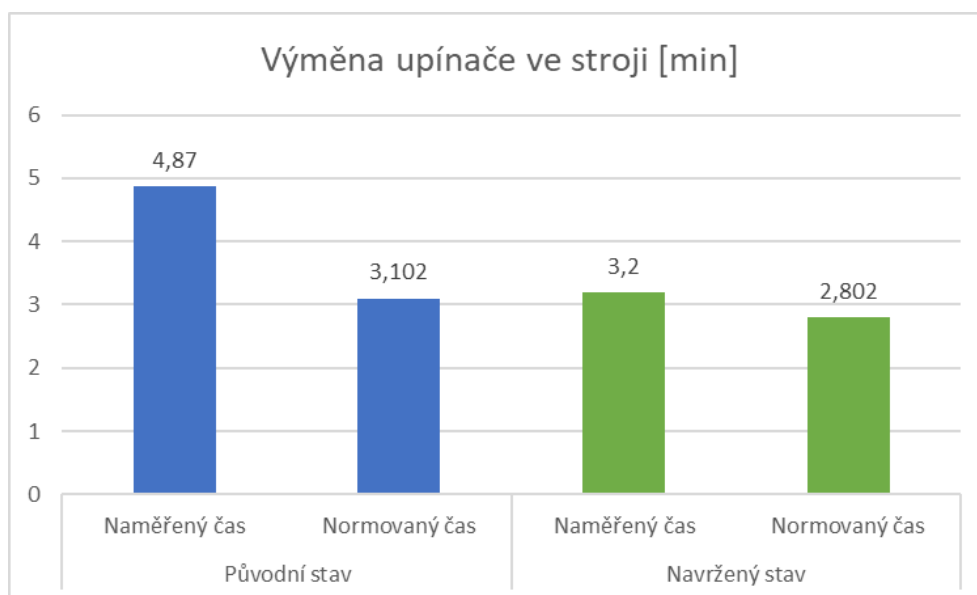
Přínosy vycházející z navržených opatřeních vzhledem k metodě 5S jsou následující:

- Přehlednost a organizace pracoviště
- Pomůcky umístěny tak, aby byly snadno dostupné a použitelné
- Zbavení se nepotřebných pomůcek - uvolnění místa
- Snížení potenciálního ztraceného času hledáním a vracením pomůcek
- Redukce plýtvání (zbytečné pohyby)
- Standardizace frekvence a prvků úklidu
- Včasná identifikace a rozpoznání abnormalit - prevence poruch stroje
- Předcházení a snížení poruchovosti stroje
- Bezpečnější pracoviště

Jak bylo zmíněno, metoda 5S má vliv i na činnosti pracovníka. Z tohoto důvodu došlo i ke standardizaci činností vykonávaných pracovníkem, a to u dvou hlavních operací ovlivňujících využití kapacity stroje - přenastavení (výměna upínače ve stroji) a lepení závitových kolíků. Jelikož se na pracovišti opatření již implementovala, byla možnost nový čas operací naměřit.

Přenastavení – výměna upínače ve stroji

Díky vizuálnímu rozdělení jednotlivých upínačů bylo možné naprosto eliminovat hledání a další činnosti spojené s výběrem správného upínače. V novém postupu operace byla také eliminována zbytečná chůze s upínači. Výsledek tohoto zlepšení lze vidět na grafu 55, kde je zobrazen naměřený čas v původním stavu a také naměřený čas operace v současnosti.



Obrázek 55: Porovnání časů operace výměna upínače ve stroji [autor]

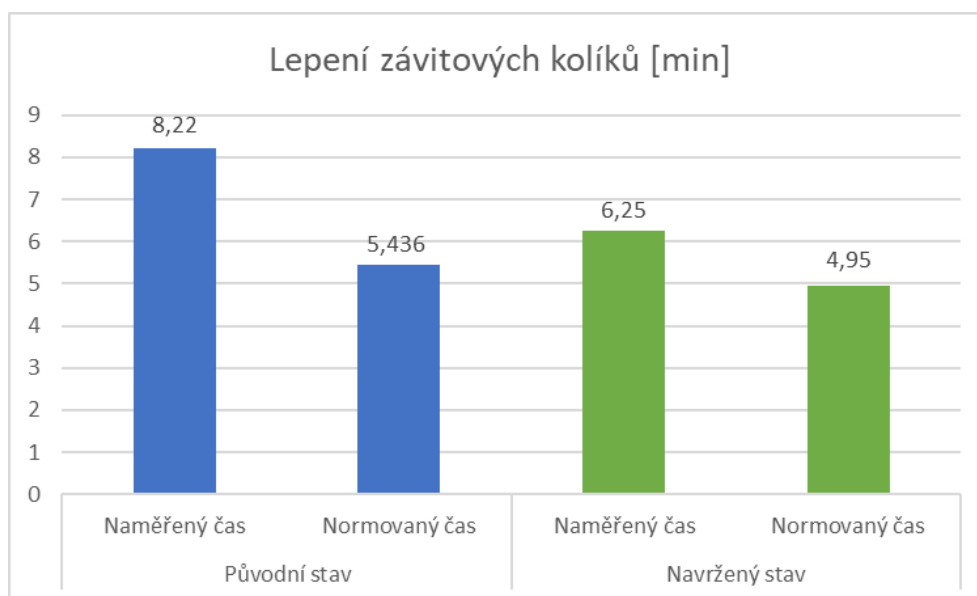
Následkem zavedených opatření byl snížen čas operace o 1,67 minuty, což se nemusí jevit jako vysoké číslo, je ale nutné vzít v potaz, že tuto operaci provádí pracovník i čtyřikrát za směnu. Celkové porovnání časů původního a navrženého stavu včetně zlepšení, lze vidět v tabulce 17.

Tabulka 17: Porovnání operace výměna upínače ve stroji

Porovnání pracovní operace - výměna upínače ve stroji				
	Původní stav	Navržený stav	Zlepšení	
Naměřený čas	4,87 min	3,2 min	1,67 min	34,3 %
Normovaný čas	3,102 min	2,802 min	0,3 min	9,68 %

Lepení závitových kolíků

I zde se ukázalo, že navržená opatření mají vliv na zkrácení pracovní operace. Tato skutečnost je vyobrazena na grafu 56, kde je porovnán naměřený čas původního stavu a naměřený čas po zavedení navržených opatřeních.



Obrázek 56: Porovnání časů operace lepení závitových kolíků [autor]

Pomocí navržených a realizovaných opatřeních došlo ke snížení času operace o 1,97 minuty, což je poměrně příznivé, když se vezme v potaz, že tuto činnost pracovník provádí na všech součástech typu roura. Porovnání časů a procentuální zlepšení je zobrazeno v tabulce 18.

Tabulka 18: Porovnání operace lepení závitových kolíků

Porovnání pracovní operace - lepení závitových kolíků				
	Původní stav	Navržený stav	Zlepšení	
Naměřený čas	8,22 min	6,25 min	1,97 min	23,97 %
Normovaný čas	5,436 min	4,95 min	0,486 min	8,94 %

Přenasazení je provedeno efektivněji a stroj může být dříve spuštěn, při lepení kolíků může pracovník rychleji provést operaci a v některých případech tak nedochází k čekání součástky ve stroji. Úspora času obou operací tak vede k vyššímu využití kapacity stroje. Důležité ale je, aby stroj pracoval bezporuchově. Další návrhy se tak týkaly standardizace údržby a úklidu.

Z hlediska manipulace s materiálem a ergonomie byl navržen vhodnější manipulační prostředek, a to vozík s možností vertikálního uložení materiálu. Přínosy, vyplývající z této změny, jsou:

- Zlepšená možnost manipulace se součástíkou
- Přehlednější část pracoviště pro skladování materiálu
- Redukce ohýbání, natahování a shýbání pracovníka pro materiál či pomůcky

Vzhledem k ergonomickému hledisku bylo možné provedení analýzy s navrhovaným manipulačním vozíkem, příloha 4. Byly použity stejné metody, tedy RULA a OWAS.

Po provedení této analýzy je možno porovnat současný a navržený stav z hlediska ergonomických analýz RULA, tabulka 19, a OWAS, tabulka 20.

Tabulka 19: Porovnání původního a navrženého stavu - ergonomická analýza RULA

Porovnání stavů - ergonomická analýza RULA		
Původní stav		Navržený stav
kategorie 7		kategorie 4
Zlepšení	o 3 kategorie	43 %

Tabulka 20: Porovnání původního a navrženého stavu - ergonomická analýza OWAS

Porovnání stavů - ergonomická analýza OWAS		
Původní stav		Navržený stav
kategorie 2		kategorie 1
Zlepšení	o 1 kategorii	50 %

Pokud by se realizovalo navržené opatření, je potvrzeno díky ergonomickým analýzám, že by došlo ke zlepšení ergonomie na pracovišti.

Po zavedení veškerých změn včetně jednotlivých typů údržby, které by měly vliv na největší časovou ztrátu způsobenou poruchami, je možné po uplynutí dostatečného času opět naměřit OEE a posoudit, zda došlo ke zlepšení, a tudíž navýšení využití kapacity výrobní jednotky.

Závěr

Využívat efektivně zdroje je z pohledu firmy velmi důležité, a tak nalézt plýtvání a další nedostatky, které využití kapacity výrobní jednotky ovlivňují je zásadní. Právě k tomu slouží analýza současného stavu. Podrobná analýza dokáže poukázat na ztráty, a tím najít zdroj nevyužití kapacity stroje. Je tedy nutné hledat příčiny plýtvání a snažit se je co nejvíce snižovat, nejlépe zcela eliminovat.

Tématem analýzy využití kapacity výrobní jednotky se zabývala i tato práce, jejímž cílem bylo posoudit využití kapacity stroje s následným návrhem řešení na zlepšení využití. Nejdříve se pomocí ukazatele OEE vyselektovala skupina vyráběných součástí, která si dle ukazatele vedla nejhůře, a ta byla dále analyzována.

V analýze byly následně rozebrány konkrétní ztráty tykající se právě zmíněné skupiny, které byly rozřazeny dle vlivu na jednotlivé faktory OEE. Hlavní ztráta byla poruchovost zařízení a přenastavení, dále také zahřívání stroje nebo úklid. Tyto ztráty mají vliv především na faktor využití a výkon stroje. Kromě ztrát byly rozebrány i nedostatky nalezené na pracovišti. Nedostatky zjištěné pozorováním na pracovišti byly například organizace pracoviště, manipulace s materiálem a ergonomické nedostatky. Tyto nedostatky se týkají především pracovníka a jeho vykonávaných činností na pracovišti.

Na základě provedené analýzy byly ke ztrátám a nedostatkům přiřazeny metody jako možná nápravná opatření. Jednalo se především o standardizaci údržby, čímž se zabývá metoda TPM, a metodu 5S, zaměřující se především na organizaci pracoviště a úklid. Kromě těchto metod se ještě práce zabývala standardizací činností pomocí metody MOST a také návrhem vhodnějšího manipulačního prostředku vzhledem k ergonomii a skladování či převozu materiálu.

Pomocí navržených změn, úprav a uspořádání pracoviště bylo možné pozměnit původní pracovní postupy operátora s využitím metody MOST, což vedlo k nižším normovaným časům.

Práce se zabývala i nedostatky, které neměly přímý vliv na využití kapacity výrobní jednotky, ale ovlivňovaly zdraví a bezpečnost pracovníka. Jednalo se o ergonomické nedostatky a manipulaci s materiálem, což pomocí navrženého manipulačního vozíku bylo také možné zlepšit.

Poslední kapitola diplomové práce se zabývala vyčíslením zlepšení u jednotlivých ztrátových časů a nedostatků, aby bylo konkrétní zlepšení potvrzeno. Co se týče standardizace údržby či úklidu, je nutno počkat delší časový horizont na zhodnocení, zda došlo ke zlepšení, a tak je hodnocení především kvalitativní.

Seznam použitých zdrojů

- [1] TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Integrované řízení výroby*. Praha: GRADA, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [2] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Ostrava: Fakulta strojní VŠB - TUO, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [3] JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: GRADA, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [4] GREGOR, Milan, MIČIETA, Bronislav a BUBENÍK, Peter. *Plánovanie výroby*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline v EDIS, 2005. ISBN 80-8070-427-9.
- [5] TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: GRADA, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [6] KUCHARČÍKOVÁ, Alžběta. *Efektivní výroba*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [7] MAŠÍN, Ivan a VYTLAČIL, Milan. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [8] VOJÁČEK, Antonín. OEE = celková efektivnost zařízení a výroby. *Automatizace.HW.cz* [online]. 19.5.2019 [cit. 2.10.2021]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/oe-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html>
- [9] *Svět produktivity* [online]. CPI Web servis s.r.o., ©2012 [cit. 7.10. 2021]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/>
- [10] VRÁNEK, Pavel. *Podniková logistika* [přednáška]. Plzeň: ZČU v Plzni, 7.10.2021.
- [11] *leanproduction* [online]. Vorne Industries Inc., ©2021 [cit. 12. 10. 2021]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com>
- [12] DLABAČ, Jaroslav a PAVELKA, Marcel. Komplexní pohled na efektivitu strojního zařízení. *API - Academi of Productivity and Innovations* [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 5.9.2018 [cit. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25902n-komplexni-pohled-na-efektivitu-strojního-zarizeni>
- [13] PAVELKA, Marcel. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. *API - Academy of Productivity and Innovations* [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 29.10.2015 [cit. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>
- [14] LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. ISBN 80-7357-095-5.
- [15] MATĚJKA, Jan a KOLÁŘ, Roman. *Projektování výrobních procesů a DP*. SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-12-5.
- [16] DLABAČ, Jaroslav. Analýza a měření práce. *API - Academy of Productivity and Innovations* [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 29.10.2015 [cit. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- [17] KJELL, B. Zandin. *MOST Work Measurement System*. CRC Press, 2021. ISBN 978-0367-34531.
- [18] CHIARINI, Andrea. *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Springer, 2013. ISBN 978-88-470-2509-7.

- [19] NENDÁL, Jaroslav a kolektiv. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-726-1561-2.
- [20] Metody a nástroje. *API - Academy of Productivity and Innovations* [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., ©2021. [cit. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>
- [21] *Interní zdroje*. CHRIST CAR WASH s.r.o., 2021.
- [22] Plošinové vozíky se čtyřmi rohovými podpěrami, do 500 kg. *MANUTAN* [online]. Ostrava-Třebovice: MANUTAN, ©2021. [cit. 6.3.2022]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/plosinove-voziky-se-ctyrmi-rohovymi-podperami-do-500-kg>
- [23] SCM Group. [online katalogový list]. *FOM-Lola-Piegh*. ©2019 [cit. 25.4.2022]. Dostupné z: <https://www.scmgroup.com/news/docs/FOM-Lola-PieghENG.pdf>
- [24] B&B 2036-4F Hanger Stacker Cart with Floor. *Jim & Slim's Tool Supply* [online]. Tampa: Jim & Slim's Tool Supply, ©2022. [cit. 6.3.2022]. Dostupné z: https://www.jimslimstools.com/Products/BandB-2036-4F-Hanger-Stacker-Cart-with-Floor__2036-4F.aspx
- [25] CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8.

Seznam příloh

Příloha 1: Ergonomická analýza – současný manipulační vozík

Příloha 2: Záznamový arch o splnění údržby

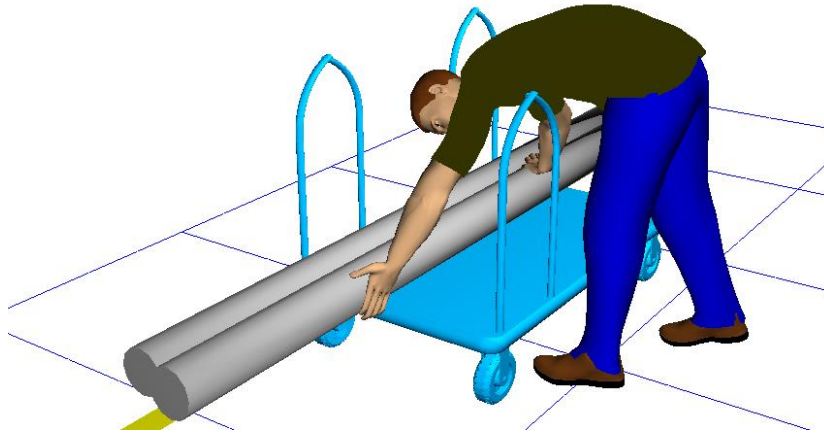
Příloha 3: Seznam položek na pracovišti

Příloha 4: Ergonomická analýza – navržený manipulační vozík

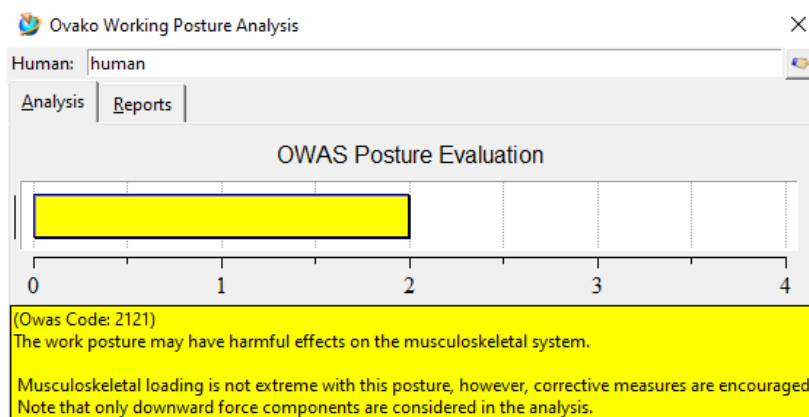
PŘÍLOHA č. 1

Ergonomická analýza – současný manipulační vozík

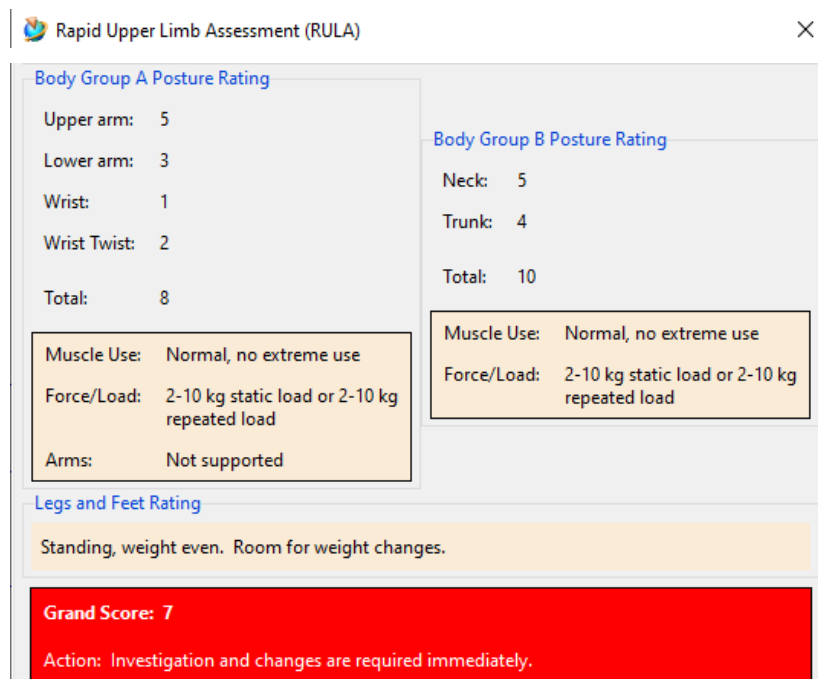
Pracovní pozice



Analýza OWAS



Analýza RULA



PŘÍLOHA č. 2

Záznamový arch o splnění údržby

PŘÍLOHA č. 3

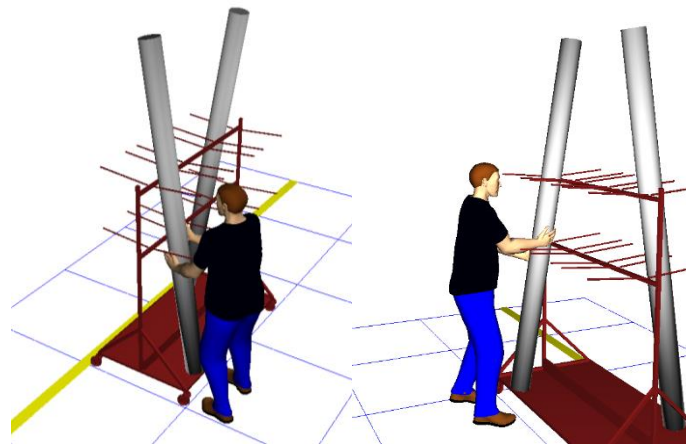
Seznam položek na pracovišti

Pořadové číslo	Název položky	Oblast	Množství (ks)	Četnost použití	Poznámky (zlepšení)
1	Kontejner na odpad	Obráběcí centrum	1	denně	nechat na stávajícím místě
2	Pojízdný panel s PC a ovladacími prvky	Obráběcí centrum	1	denně	označit umístění
3	Židle	Obráběcí centrum	2	měsíčně	stačí pouze jedna
4	Kontejner s proklady	Prostor pro skladování materiálu	1	denně	jiný systém skladování
5	Materiál vhodný pro výrobu	Prostor pro skladování materiálu	Sada	denně	
6	Poškozený materiál k vyřazení	Prostor pro skladování materiálu	Sada	nepotřebné	stanovit místo pro nevhodný materiál
7	Prázdné vozíky	Prostor pro skladování materiálu	2	nepotřebné	
8	Průmyslový vysavač	Prostor pro skladování materiálu	1	týdně	stanovit přesné umístění
9	Vozíky na skladování materiálu	Prostor pro skladování materiálu	7	denně	jiný systém skladování
10	Barely s olejem	Pracovní stůl	2	měsíčně	označit
11	Brusný papír	Pracovní stůl	1	nepotřebné	
12	Dělicí stěna	Pracovní stůl	1	nepotřebné	omezuje vstup ke stojanům s díly
13	Držák na součásti	Pracovní stůl	1	denně	
14	Dřevěné proklady	Pracovní stůl	4	nepotřebné	
15	Gola	Pracovní stůl	1	měsíčně	umístit do šuplíku
16	Gumová podložka	Pracovní stůl	1	denně	
17	Izolační páska	Pracovní stůl	1	měsíčně	umístit do šuplíku
18	Kladivo	Pracovní stůl	3	měsíčně	umístit do šuplíku
19	Kleště	Pracovní stůl	3	týdně	umístit do šuplíku
20	Lepenky	Pracovní stůl	4	měsíčně	nechat na stávajícím místě
21	Nabíječka	Pracovní stůl	2	denně	
22	Nádoba s líhem	Pracovní stůl	2	denně	
23	Nádoba stlačeného vzduchu	Pracovní stůl	2	denně	
24	Nádoby na směsný odpad	Pracovní stůl	2	denně	
25	Náhradní hlavice	Pracovní stůl	2	týdně	umístit do šuplíku
26	Násady na голу a utahovák	Pracovní stůl	5	měsíčně	umístit do šuplíku
27	Nástroj na odchylky	Pracovní stůl	1	týdně	
28	Návody, informační karty na nástence	Pracovní stůl	Sada	denně	lepší vyznačení
29	Obouřuční klíč	Pracovní stůl	2	měsíčně	umístit do šuplíku
30	Odkládací vozík s hotovými součástmi	Pracovní stůl	1	denně	
31	odlamovací nůž	Pracovní stůl	2	týdně	umístit do šuplíku
32	Odpad (trísčky na hromadě)	Pracovní stůl	-	nepotřebné	
33	Ofukovací pistole	Pracovní stůl	2	denně	
34	Ochranné pomůcky (brýle, rukavice)	Pracovní stůl	4	denně	nechat na stávajícím místě
35	Osobní věci (láhev s pitím, hrnek s kávou)	Pracovní stůl	2	denně	lepší místo k odkládání
36	Papírové krabice	Pracovní stůl	7	nepotřebné	
37	Podložka na roury	Pracovní stůl	20	týdně	
38	Pojízdný stůl	Pracovní stůl	1	denně	
39	Pořadníky na dokumenty	Pracovní stůl	10	denně	lepší uspořádání
40	Prázdné zásobníky	Pracovní stůl	3	nepotřebné	
41	Přepravka s přípravky	Pracovní stůl	1	týdně	
42	Přepravky s proklady a odřezky	Pracovní stůl	6	týdně	ponechat jednu přepravku
43	Psací potřeby	Pracovní stůl	Sada	denně	
44	Ruční pilník	Pracovní stůl	2	měsíčně	stačí pouze jeden
45	Sáčky na štítky	Pracovní stůl	4	nepotřebné	
46	Sada imbusů	Pracovní stůl	1	měsíčně	
47	Sada kartáčů na čištění dřer	Pracovní stůl	1	týdně	označit a uspořádat v šuplíku
48	Skříňka s osobními věcmi	Pracovní stůl	1	denně	osobní věci pracovníka
49	Stahovací páska	Pracovní stůl	3	nepotřebné	
50	Stojany pro skladování hotových děl	Pracovní stůl	4	denně	vizuální značení
51	Svěrák	Pracovní stůl	1	měsíčně	
52	Svinovací metr	Pracovní stůl	2	denně	nachází se již v sadě s měřidly
53	Šroubovák	Pracovní stůl	Sada	týdně	umístění na uložný regál
54	Šuplík s líhem a čistícími nástroji	Pracovní stůl	1	týdně	využití pěnové formy
55	Šuplík se sadou s měřidly	Pracovní stůl	1	denně	zajistit lepší dostupnost
56	Úchyty k jeřábu	Pracovní stůl	2	nepotřebné	jeřáb není využíván
57	Úklidové prostředky (lopata, hadr, koště, ...)	Pracovní stůl	Sada	denně	
58	Úložný regál s šuplíky	Pracovní stůl	2	denně	
59	Utahovák	Pracovní stůl	1	denně	umístit k nabíječce
60	Vyměnitelné upínače	Pracovní stůl	Sada	denně	uspořádat a označit
61	Lepidlo	Pracovní stůl	2	denně	upořádat (maziva i mimo zásobník)
62	Zásobník s maticemi	Pracovní stůl	2	měsíčně	
63	Zásobník s náhradními součástkami	Pracovní stůl	3	měsíčně	
64	Zásobník se šrouby	Pracovní stůl	2	měsíčně	
65	Zásobník se závítovými kolíky	Pracovní stůl	4	denně	umístit na lépe dostupné místo

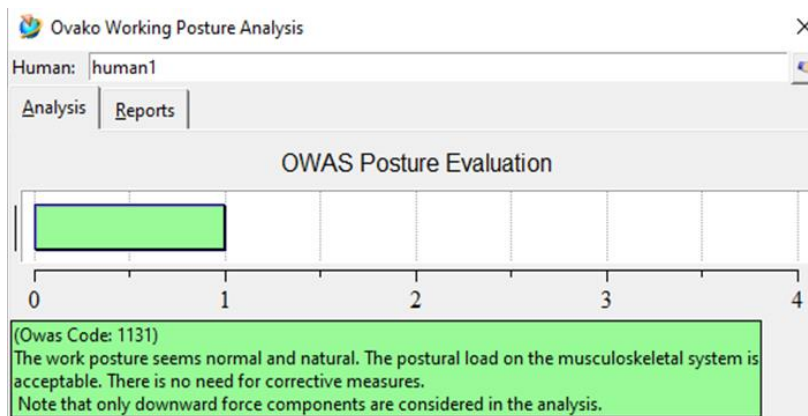
PŘÍLOHA č. 4

Ergonomická analýza – navržený manipulační vozík

Pracovní pozice



Analýza OWAS



Analýza RULA

