

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza prostojů

Autor: **Bc. Alžběta Holá**

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

Akademický rok 2015/2016

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D za poskytnuté rady a vedení při tvorbě této práce.

Dále mé poděkování patří společnosti IDEAL Automotive Bor s.r.o., za umožnění vypracování diplomové práce ve výrobním podniku a za poskytnutá data potřebná k vypracování.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Holá	Jméno Alžběta	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Analýza prostojů		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	116	TEXTOVÁ ČÁST	99	GRAFICKÁ ČÁST	17
---------------	-----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá analyzováním prostojů v konkrétním průmyslovém podniku. V teoretické části práce jsou shrnuty poznatky o prostojích a metodika časové studie, na kterou navazuje měření prostojů především pomocí ukazatele OEE. Také jsou zde uvedeny principy štíhlého podniku. V praktické části je provedeno měření spotřeby času na pracovištích a jejich následné analyzování. V závěru práce jsou uvedeny návrhy na zlepšení současného stavu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	prostoj, časová studie, plýtvání, štíhlý podnik, OEE, dostupnost, výkon, kvalita

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Holá	Name Alžběta	
FIELD OF STUDY	2301T007 “Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Downtime Analysis		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	116	TEXT PART	99	GRAPHICAL PART	17
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This thesis is focused on downtime analyzing in particular industrial company. In theoretical part, there are summarized findings about downtime, the methodology of time study and measurement of downtime (primarily through OEE). There are also principles of lean enterprise described. In practical part, the measurement of time consumption at particular workplaces and its subsequent analysis were performed. The measured results were analyzed. At the end, there are mentioned suggestions for improving the current situation.</p>
KEY WORDS	<p>downtime, time study, waste, lean enterprise, OEE, availability, performance, quality</p>

Obsah

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	11
Seznam použitých zkratk 12	12
Seznam použitých pojmů 13	13
Úvod 14	14
1 Úvod do problematiky prostojů 15	15
2 Časová studie..... 16	16
2.1 Členění pracovního času [24] 16	16
2.2 Metody určení spotřeby času 18	18
2.3 Postup snímkování 19	19
3 Měření prostojů 21	21
3.1 Ukazatel OEE 21	21
3.1.1 Faktory ovlivňující OEE..... 21	21
3.1.2 Určení OEE..... 23	23
3.1.3 Kategorie ztrát v rámci OEE 24	24
3.1.4 Správnost výpočtu OEE 24	24
3.1.5 Zvyšování hodnoty OEE 25	25
3.2 Odvozené ukazatele 25	25
3.2.1 TEEP - Total Equipment Effectiveness Performance 25	25
3.2.2 PEE - Production Equipment Efficiency 26	26
3.2.3 OAE/OPE – Overall Asset/Production Effectiveness 26	26
3.2.4 OFE – Overall Factory Effectiveness 26	26
4 Prostoje..... 28	28
4.1 Plánované prostoje 28	28
4.2 Neplánované prostoje 32	32
4.2.1 Výroba 32	32
4.2.2 Administrativa 34	34
4.2.3 Vývoj 35	35
4.2.4 Logistika 35	35
5 Eliminace prostojů..... 37	37
5.1 Plýtvání 37	37
5.2 Štíhlý podnik..... 42	42
5.2.1 Štíhlá výroba..... 43	43
5.2.2 Štíhlá administrativa..... 44	44
5.2.3 Štíhlý vývoj 45	45

5.2.4	Štíhlá logistika	46
6	Praktická část – Cíle	48
6.1	Analýza současného stavu ve společnosti.....	48
6.1.1	Charakteristika společnosti [4]	48
6.1.2	Výběr úseku pro analýzu	50
7	Specifikace vybraného úseku	54
7.1	Vyráběné produkty	54
7.2	Materiálové toky	54
7.3	Popis procesů výroby [3]	56
8	Časový snímek pracovního dne.....	61
8.1	Výběr sledovaného pracoviště	61
8.2	Zaznamenávací arch.....	61
8.3	Průběh měření	62
9	Vyhodnocení měření	64
9.1	Pracoviště Vodního řezání (WJ).....	64
9.1.1	Jednotlivá měření.....	64
9.1.2	Porovnání směn	70
9.1.3	Čas práce.....	71
9.1.4	Souhrn měření	72
9.2	Pracoviště Ultrazvukové svařování (USS)	76
9.2.1	Jednotlivá měření.....	76
9.2.2	Porovnání strojů.....	82
9.2.3	Souhrn měření	83
9.3	Celkové zhodnocení pracovišť	86
10	Návrhy na zlepšení současného stavu	88
10.1	Proces výroby	88
10.2	Sběr dat	89
10.2.1	Současný stav sběru dat	89
10.2.2	Nový návrh sběru dat.....	90
10.3	Prostorové uspořádání.....	94
	Závěr.....	95
	Seznam použitých zdrojů a literatury	97
	Seznam příloh.....	99

Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Přehled časových studií [5] [(pozn. upraveno).....	18
Obrázek 3-1: Princip určování OEE	21
Obrázek 3-2: Vizualizace OEE [11] (pozn. upraveno)	23
Obrázek 3-3: Porovnání ukazatelů [11]	27
Obrázek 4-1: Pilíře TPM	29
Obrázek 4-2: Průběh seřizování [20].....	30
Obrázek 4-3: Princip 5S	31
Obrázek 5-1: 3M – Příklad [10]	38
Obrázek 5-2: Timwood.....	39
Obrázek 5-3: Štíhlý podnik [8] (pozn. upraveno)	42
Obrázek 5-4: Štíhlá výroba [8] (pozn. upraveno).....	43
Obrázek 5-5: Štíhlá administrativa [8] (pozn. upraveno).....	44
Obrázek 5-6: Vliv vývoje a přípravy výroby na náklady [8] (pozn. upraveno)	45
Obrázek 5-7: Vliv vývoje a přípravy výroby na kvalitu [8] (pozn. upraveno).....	45
Obrázek 5-8: Štíhlý vývoj [8] (pozn. upraveno)	46
Obrázek 5-9: Štíhlá logistika [8] (pozn. upraveno)	47
Obrázek 6-1: Logo společnosti [4]	48
Obrázek 6-2: Provozovna Ostrov II. [4].....	49
Obrázek 6-3: Portfolio společnosti [4]	49
Obrázek 6-4: Průměrné časy prostojů a výměn (KW 9 - KW 13).....	50
Obrázek 6-5: Průměrný počet výměn (KW 9 - KW 13).....	51
Obrázek 6-6: Průměrná technická využitelnost (KW 9 - KW 13).....	52
Obrázek 6-7: Layout výrobní haly [3]	53
Obrázek 7-1: Přehled vyráběných produktů	54
Obrázek 7-2: Materiálové toky	55
Obrázek 7-3: Pracoviště Formování	56
Obrázek 7-4: Díly S205 z procesu Formování [3]	57
Obrázek 7-5: Cutting Box Original V [7].....	57
Obrázek 7-6: Pracoviště Vodní řezání	58
Obrázek 7-7: Vložení Schalterleiste do Bordkante [3].....	59
Obrázek 7-8: Typy Schalterleiste [3]	60
Obrázek 8-1: Ukázka nevyplněného pozorovacího archu	61
Obrázek 8-2: Ukázka vyplněného pozorovacího archu.....	62
Obrázek 9-1: 1. měření WJ - Pracovník	64
Obrázek 9-2: 1. měření WJ – Stroj	65
Obrázek 9-3: 2. měření WJ – Pracovník.....	65
Obrázek 9-4: 2. měření WJ – Stroj	66
Obrázek 9-5: 3. měření WJ - Pracovník	66
Obrázek 9-6: 3. měření WJ – Stroj	67
Obrázek 9-7: 4. měření WJ - Pracovník	67
Obrázek 9-8: 4. měření WJ – Stroj	68
Obrázek 9-9: 5. měření WJ – Pracovník.....	68
Obrázek 9-10: 5. měření WJ – Stroj	69
Obrázek 9-11: 6. měření WJ – Pracovník.....	69
Obrázek 9-12: 6. měření WJ – Stroj	70
Obrázek 9-13: Porovnání směn R/O/N – WJ – Pracovník	70
Obrázek 9-14: Porovnání směn R/O/N - WJ - Stroj.....	71
Obrázek 9-15: Čas práce.....	72

Obrázek 9-16: Souhrn měření WJ - Pracovník.....	72
Obrázek 9-17: Souhrn měření WJ – Stroj	73
Obrázek 9-18: Průměrné hodnoty OEE – WJ	75
Obrázek 9-19: 1. měření USS – Pracovník.....	76
Obrázek 9-20: 1. měření USS - Stroj.....	77
Obrázek 9-21: 2. měření USS – Pracovník.....	77
Obrázek 9-22: 2. měření USS - Stroj.....	78
Obrázek 9-23: 3. měření USS - Stroj.....	78
Obrázek 9-24: 3. Měření USS - Stroj	79
Obrázek 9-25: 4. měření USS - Pracovník	79
Obrázek 9-26: 4. měření USS - Stroj.....	80
Obrázek 9-27: 5. měření USS - Pracovník	80
Obrázek 9-28: 5. měření USS - Stroj.....	81
Obrázek 9-29: 6. měření USS - Pracovník	81
Obrázek 9-30: 6. měření USS – Stroj	82
Obrázek 9-31: Porovnání strojů USS	82
Obrázek 9-32: Souhrn měření USS – Pracovník	83
Obrázek 9-33: Souhrn měření USS – Stroj	83
Obrázek 9-34: Průměrné hodnoty OEE – USS	85
Obrázek 9-35: Porovnání USS a WJ - Pracovník.....	86
Obrázek 9-36: Porovnání USS a WJ – Stroj.....	87
Obrázek 9-37: Porovnání USS a WJ - OEE	87
Obrázek 10-1: Světelný andon [18].....	89
Obrázek 10-2: Arch pro evidenci oprav I. [3]	89
Obrázek 10-3: Arch pro evidenci oprav II. [3]	90
Obrázek 10-4: Princip monitoringu dat [1]	91
Obrázek 10-5: Sledování výroby MES [17].....	92
Obrázek 10-6: Motivační panel MES [17]	92
Obrázek 10-7: Zobrazení OEE MES [17]	93

Seznam tabulek

Tabulka 2-1: Členění času směny [18] (<i>pozn. upraveno</i>).....	16
Tabulka 3-1: Ovlivnění faktorů OEE.....	22
Tabulka 3-2: Kategorie ztrát [23] (<i>pozn. upraveno</i>).....	24
Tabulka 6-1: Časy výměn a prostojů v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13).....	50
Tabulka 6-2: Počty výměn v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13).....	51
Tabulka 6-3: Technická využitelnost v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13).....	52
Tabulka 8-1: Přehled činností a jejich zkratk.....	62
Tabulka 8-2: Přehled činností a jejich zkratk (USS).....	63
Tabulka 9-1: Čas práce - všechna měření.....	71
Tabulka 9-2: Hodnoty ukazatele OEE - WJ.....	75
Tabulka 9-3: Hodnoty ukazatele OEE - USS.....	85
Tabulka 10-1: Přínosy zavedení systému Improve it!.....	93

Seznam použitých zkratk

TPS	Toyota Production System
VA	Value Adding Activities (Činnosti přidávající hodnotu)
NVA	Non-Value Adding Activities (Činnosti nepřidávající hodnotu)
SMED	Single Minute Exchange of Dies (Zkracování časů přetypování výrobních zařízení)
TPM	Total Productive Maintenance (Údržba prováděná výrobou)
VSM	Value Stream mapping (Mapování toku hodnot)
IT	Informační technologie
JIT	Just in Time
SCM	Supply Chain Management (Řízení dodavatelského řetězce)
PM	Preventive Maintenance (Preventivní údržba)
PdM	Predictive Maintenance (Prediktivní údržba)
CBM	Condition-based maintenance (Údržba podle technického stavu)
RCM	Reliability centered maintenance (Údržba zaměřená na bezporuchovost)
DFMA	Design for Manufacturing and Assembly
OEE	Overall Equipment Effectiveness
CEZ	Celková efektivnost zařízení
WJ	Water Jet (Vodní řezání)
USS	Ultrazvukové svařování
R	Ranní směna
O	Odpolední směna
N	Noční směna
KW	Kalenderwoche (Kalendářní týden)
EKV	Endkontrolle Verpackung (Výstupní kontrola a balení)
MES	Manufacturing Execution System (Výrobní informační systém)

Seznam použitých pojmů

Proces	<i>Soubor činností, který vyžaduje jeden nebo více druhů vstupů a tvoří výstup, který má pro zákazníka hodnotu. [2]</i>
Přidaná hodnota	<i>Je to hodnota vytvořená procesem při přeměně vstupů na výstupy a zákazník ji oceňuje. [27]</i>
Činnosti přidávající hodnotu (VA)	<i>Jedná se o všechny činnosti, které pro zákazníka přinášejí hodnotu.</i>
Činnosti nepřidávající hodnotu (NVA)	<i>Jedná se o všechny činnosti, které pro zákazníka nepřinášejí žádnou hodnotu.</i>
Toyota Production System (TPS)	<i>TPS [25] je filozofie úplné eliminace plýtvání. Tato filozofie se vyvinula po mnoha letech snahy o zvyšování efektivity na základě konceptu Just-in-time. Kiichiro Toyoda, zakladatel a druhý prezident Toyota Motor Corporation věděl, že ideální podmínky pro výrobu jsou, když stroje, zařízení a lidé pracují společně na vytváření přidané hodnoty, aniž by docházelo ke vzniku plýtvání. Vzal proto v úvahu metody a techniky pro odstranění plýtvání mezi operacemi a procesy. Výsledkem byla metoda Just-in-time. Z jejichž základů se později v letech 1948 až 1975 pod vedením Taiichi Óno, Šigeo Šingó a Eidži Toyoda vyvinul celý systém zvaný Toyota Production System. Nyní je tzv. "Toyota Way" rozšířena v automobilovém průmyslu po celém světě.</i>
Management znalostí	<i>Management znalostí nebo znalostní management (angl. Knowledge management) znamená dostat správné znalosti ke správným osobám, ve správné formě a správný čas, jak píše Truneček ve své knize Management znalostí [26]. S tímto termínem můžeme tedy hovořit o zvyšování znalostí organizace, tím že přeměňujeme osobní, tzv. tacitní, znalosti lidí na znalosti organizační, tzv. explicitní. Děje se tak pomocí vzdělávání, získávání praktických zkušeností, nebo i pouhým sdílením zkušeností na poradách. Je to organizovaný a řízený systém získávání znalostí a jejich rozšiřování. [8] Konkretizace řešení pak závisí na tom, v jaké oblasti zájmu chceme management znalostí uplatnit. Může jít o oblasti IT, oblast řízení organizace, nebo i oblast ekonomie.</i>

Úvod

Průmyslové podniky čelí v dnešní době obrovskému tlaku ze strany konkurence. Pro udržení konkurenceschopnosti je pro podnik důležité zvyšování efektivnosti a produktivity výrobních zařízení. Možným řešením, jak dosáhnout lepších výsledků v této oblasti, je zamezit veškerému plýtvání, které se v podniku vyskytuje. Obecnou snahou je eliminovat plýtvání nejen ve výrobním procesu, ale ve všech oblastech podniku. Protože určitý druh plýtvání lze nalézt téměř v každém procesu, je možno jejich eliminací dosáhnout mnohem vyšší efektivnosti a produktivity v rámci podniku. Tento přístup je znám pod pojmem štíhlý podnik. Koncept štíhlého podniku zahrnuje všechny důležité oblasti – výrobu, administrativu, logistiku, vývoj a zároveň jejich vzájemné propojení.

Produktivitu výrobních zařízení lze sledovat pomocí ukazatele Overall Equipment Effectiveness (OEE), který je rozdělen na tři hlavní části – výkon, dostupnost a kvalita, a který nám napomáhá identifikovat blíže směr případného zlepšení. Za pomoci OEE lze odhalit, do jaké míry prostoje a nevyužití kapacit ovlivňují výrobní proces. Výhodou tohoto ukazatele je jeho snadná prezentovatelnost a možnost porovnání s konkurencí. Pro určení správné hodnoty ukazatele OEE je potřeba přesně definovat vznikající prostoje, které jsou jakýmsi druhem plýtvání.

Tato práce je zaměřena právě na analýzu vznikajících prostojů v konkrétním výrobním podniku. Během analyzování se často podaří objevit skryté druhy plýtvání a prostojů. Analýza může přispět k jejich eliminaci a tím ke zvýšení celkové efektivnosti procesů. Práce je rozdělena na dvě základní části. V první, teoretické části práce, jsou shrnuty poznatky týkající se problematiky prostojů, měření spotřeby času dle metodiky časové studie a vyhodnocování za pomoci ukazatele OEE. Dále jsou zmíněny principy štíhlého podniku, jako teoretický základ pro eliminaci plýtvání. Druhá, praktická část práce, je věnována aplikaci teoretických poznatků na konkrétní výrobní podnik.

Cílem této diplomové práce je provedení analýzy prostojů ve společnosti IDEAL Automotive Bor s.r.o. se sídlem v Ostrově u Stříbra. Před provedením analýzy je potřeba seznámit se podrobně s probíhajícími procesy a současným stavem společnosti. Dalším cílem je provedení samotných měření za pomoci metodiky časové studie na vybraných pracovištích, následně pak vyhodnocení a zpracování všech provedených měření. Dále budou na základě vyhodnocených měření vypracovány návrhy na zlepšení současného stavu ve společnosti.

1 Úvod do problematiky prostojů

Podle § 207, zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce, ve znění pozdějších předpisů, je prostoj definován jako stav, resp. doba, kdy zaměstnanec nemůže konat práci pro přechodnou závadu způsobenou poruchou na strojním zařízení, kterou nezavinil, chybou v dodávce surovin nebo pohonné síly, chybnými pracovními podklady nebo jinými podobnými provozními příčinami. [29] Povětrnostní a živelné vlivy, dle zákona prostojem nejsou.

Prostoj je tedy neplánovaná překážka v práci, přechodné povahy, která způsobuje, že zaměstnanec nemůže konat svou práci. Může se jednat o technickou poruchu, nečekané přerušení dodávek surovin, neúplné či nepřesné zadání úkolů. Prostojem lze jednoduše rozumět jakoukoliv časovou ztrátu, při níž není možno vyrábět.

Problémem bývá, že časovou ztrátu způsobenou prostojem většinou nedokážeme do konce směny nahradit. Znepokojujícím faktorem je, že pokud odstraníme pouze následek prostoje, prostoj se bude opakovat. Je proto potřeba v co nejkratším časovém horizontu najít jeho příčiny a definitivně je odstranit. Zde je tedy rozdíl ve dvou termínech - okamžitou nápravou a plánovaným nápravným opatřením.

Okamžitá náprava

Jsou opatření, která vykonáme ihned, abychom zaručili chod výrobního procesu.

Plánované nápravné opatření

Jsou taková opatření, která provedeme až tehdy, když známe možné příčiny prostoje.

Ať už se jedná o prostoj z jakéhokoliv důvodu, vždy je jen jeden výstup, a to, že výroba stojí a produkce je nulová. Je to znepokojivý jev, jak ze strany zaměstnavatele, tak ze strany zaměstnance, na kterého je vyvíjen tlak na odstranění prostoje a v některých případech může přicházet i o mzdové ohodnocení, či bonusy, protože při prostojích klesá objem výroby (počet vyrobených kusů za jednotku času).

Řekli jsme, že je důležité najít onu příčinu prostoje, abychom byli schopni zamezit jeho případnému opakování. Ovšem pro její identifikaci a nalezení je potřeba nejdříve zjistit základní informace o vzniklém prostoji, jako:

- Místo vzniku
- Kategorie prostoje
- Druh prostoje
- Doplnující informace
- Stav před prostojem

Mezi doplňující informace mohou patřit zprávy od údržby, přípravy výroby a dalších segmentů, které se mohly jakýmkoliv způsobem na prostoji, i kdyby vzdáleně, podílet. Je důležité podrobně popsat stav a děje, které probíhaly před prostojem a během prostoje.

V následujících kapitolách se budeme podrobněji zabývat různými druhy prostojů, jejich možnými příčinami, ukazateli pro měření prostojů a tím, co je ovlivňuje.

2 Časová studie

Časové studie se využívají především k normování práce, ovšem jejich další využití lze nalézt při zefektivňování pracovních procesů. Jedná se o metody poměrně jednoduché a systematické, lze je provádět v jakémkoliv pracovním prostředí. Jejich použitím je možné zjistit přesné dělení času směny a tudíž vypočítat ztrátové časy. Pomocí časových studií je tedy možné sledovat spotřebu času jednotlivých činností. Spotřebu času zjišťujeme nepřerušovaným měřením na pracovišti, během běžného provozu.

2.1 Členění pracovního času [24]

Pracovním časem neboli časem směny rozumíme celkovou dobu trvání směny pozorovaného subjektu, ať už se jedná o pracovníka nebo o pracoviště jako celek. Skládá se z času nutného, tj. času, který lze normovat a z času ztrátového, který normovat nelze. Tyto časy lze dělit ještě dále, jak ukazuje Tabulka 2-1.

Tabulka 2-1: Členění času směny [18] (pozn. upraveno)

Čas směny			
Nutný (normovatelný čas)		Ztrátový (nenormovatelný čas)	
Čas práce	<ul style="list-style-type: none">• Jednotkový• Dávkový• Směnový	Osobní ztráty	<ul style="list-style-type: none">• Zaviněné• Nezaviněné
Čas obecně nutných přestávek	<ul style="list-style-type: none">• Na oddech• Na přirozené potřeby• Ze zákona	Technicko-organizační ztráty	<ul style="list-style-type: none">• Způsobené čekáním• Způsobené víceprací
Čas podmíněně nutných přestávek	<ul style="list-style-type: none">• Daný stávající organizací práce	Ztráty zaviněné „vyšší mocí“	

Čas směny

1) Čas nutný (T_N)

Je součtem všech časů, které probíhají v rámci směny. Jedná se o čas práce, čas obecně nutných přestávek a čas podmíněně nutných přestávek. Tyto časy jsou normovatelné, tj. předem stanovitelné.

a) Čas práce (T_1)

Čas účelné práce během směny, která se týká výrobního procesu. Tento čas lze dále rozdělit na čas jednotkový, dávkový a směnový.

- **Čas jednotkový (T_A)** – čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu jednotek produkce. Může se jednat například o počet vyráběných součástek.
- **Čas dávkový (T_B)** – čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu vyráběných dávek, ale není závislý na velikosti těchto dávek. Je to čas na provedení úkonů potřebných na přípravu a zakončení operací na dávce. Může se jednat o studování pracovních postupů, technické dokumentace a další.

- **Čas směnový (T_C)** – čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu odpracovaných směn, a to bez ohledu na množství vyrobené produkce v průběhu směny. Tedy čas, který stráví pracovník úkony nezbytnými k zajištění plynulého chodu výroby během směny. Může se jednat o přípravu pracoviště na začátku směny, nebo úklid pracoviště na konci směny.
- b) **Čas obecně nutných přestávek (T_2)**
Jedná se o časy, které mohou být stanoveny firemními předpisy nebo přímo ze zákona. Čas nutných přestávek zahrnuje čas na oddech, na přirozené potřeby a čas na přestávky dané zákonem.
- **Čas na oddech** – čas, který se stanovuje ze zdravotních důvodů u fyzicky náročných prací, v hlučném provozu, ve vysokých teplotách nebo v provozu se špatnými klimatickými podmínkami.
 - **Čas na přirozené potřeby** – čas na vykonání přirozených potřeb, hygienických a fyziologických potřeb, nutných pro život člověka.
 - **Čas daný ze zákona** – čas stanovený zákony a normami.
- c) **Čas podmíněně nutných přestávek (T_3)**
Časy pracovní nečinnosti pracovníka, které vycházejí z technické úrovně zařízení a z organizace práce na jednotlivých pracovištích. Může se jednat o čekání doběhu stroje nebo čekání na dokončení práce na předchozích pracovištích.
- 2) **Čas ztrátový (T_Z)**
Je součtem všech časů nečinností, které nastaly v průběhu směny. Tyto časy vznikají nepředpokládanými vlivy a nedostatky, a proto je nelze stanovit předem. Z tohoto důvodu je nazýváme ztrátovými, nenormovatelnými časy. Dělí se na ztráty osobní, technicko-organizační a ztráty zapříčiněné vyšší mocí.
- a) **Osobní ztráty (T_D)**
Ztráty, které mohou být zaviněné, nebo nezaviněné pracovníkem v průběhu směny.
- **Zaviněné** - nepřítomnost pracovníka na pracovišti, oprava zmetkové práce, aj.
 - **Nezaviněné** – odvolání pracovníka nadřízeným, školení pracovníka, aj.
- b) **Technicko-organizační ztráty (T_E)**
Ztráty způsobené špatnou organizací nebo technickými problémy, ke kterým dochází během výrobního procesu. Jsou to většinou ztráty způsobené čekáním nebo víceprací.
- **Ztráty způsobené čekáním** – může se jednat o čekání na materiál, čekání při poruše stroje a další.
 - **Ztráty způsobené víceprací** – čas práce, která byla provedena navíc oproti původnímu plánu. Větší opracování, nedostačující kapacita stroje, aj.
- c) **Ztráty zaviněné „vyšší mocí“ (T_F)**
Ztráty pracovníků a zařízení způsobené přírodními živly a nepředvídatelnými událostmi, které nelze ovlivnit. Může se jednat o povodně, výpadky elektrického proudu, epidemie a další.

Čas výrobního zařízení

1) Čas chodu

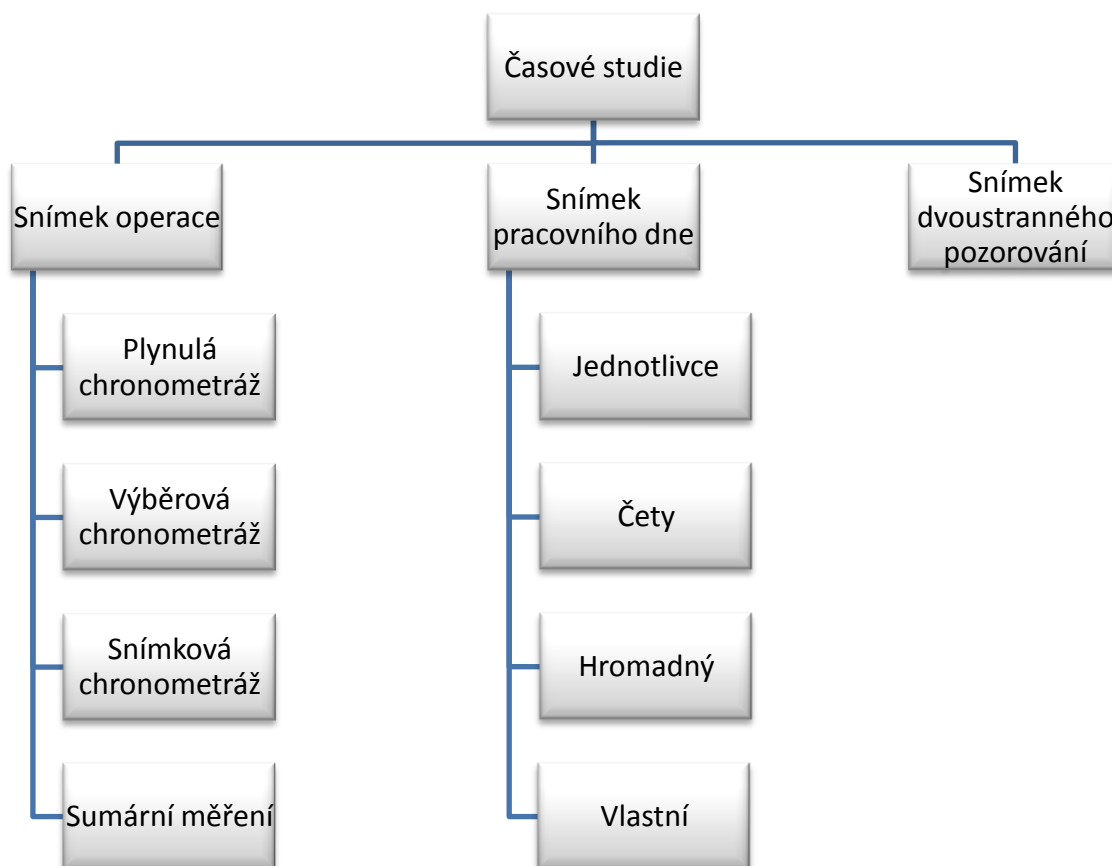
- a) **Čas hlavního chodu** - čas výrobního procesu, při kterém dochází k opracování materiálu.
- b) **Čas pomocného chodu** – čas, při němž neprobíhá výrobní proces, ovšem je nutný pro obsluhu zařízení a dokončení výrobních operací.
- c) **Čas klidu** – čas, po který je zařízení ve stavu nečinnosti z důvodů obsluhy zařízení, jako je například výměna nástroje, upínání.
- d) **Čas interference** – čas nečinnosti stroje, kdy stroj nepracuje z důvodu čekání na obsluhu. Pokud pracovník obsluhuje více strojů najednou.

2) Čas nečinnosti

- a) **Čas oprav** – čas nezbytný na opravy stroje.
- b) **Čas nečinnosti** – čas, kdy stroj není v chodu.

2.2 Metody určení spotřeby času

K určování spotřeby času se využívají nejrůznější druhy časových studií. Jejich přehled ukazuje Obrázek 2-1. Časové studie vycházejí z plynulého nepřerušovaného měření práce, tzv. snímkování práce. Měření se provádí za pomoci časoměrného přístroje. [5]



Obrázek 2-1: Přehled časových studií [5] [(pozn. upraveno)]

Mezi metody časové studie určující skutečnou spotřebu času patří snímek operace, snímek pracovního dne a snímek dvoustranného pozorování. Pojdme se nyní podívat na rozdíly mezi jednotlivými druhy snímků.

Snímek operace je využíván na pracovištích, kde probíhá určitá opakovaná činnost. Z provedených měření lze získat potřebná data k určení trvání jednotlivých úkonů v rámci

operace, nebo trvání celé operace. Dle povahy měření rozlišujeme různé druhy chronometráže. U plynulé chronometráže měříme všechny úkony v operaci s pravidelným sledem. Tento typ je užíván zejména v hromadné a sériové výrobě. Oproti tomu u výběrové chronometráže nesledujeme celou operaci, nýbrž pouze vybrané úkony, které se opakují buďto pravidelně, nebo nepravidelně. V tomto případě se zaznamenávají průběžné časy na začátku a konci vybrané operace. Snímkovou chronometráží rozumíme měření času všech úkonů v operaci, ale na rozdíl od plynulé chronometráže se jedná o nepravidelný sled úkonů. Poslední možností je měření času operace bez členění na úkoly, to je nazýváno sumárním měřením.

Další metodou časové studie je snímek pracovního dne, který nám umožňuje pozorovat a mapovat všechny činnosti během směny a jejich dobu trvání. Mapováním činností získáváme přehled o vzniklých ztrátách a napomáháme odhalení jejich možných příčin. Po odhalení ztrát lze navrhnout řešení na jejich eliminaci. Tím je možné dosáhnout větší efektivnosti a využití spotřeby času. Rozborem měření lze určit také četnost výskytu jednotlivých činností a získat tak jasný přehled o spotřebovaném čase. Je možné provádět snímek pracovního dne jednotlivce, ve kterém je prováděno měření všech dějů v průběhu směny, a to u jednoho konkrétního pracovníka. Jedná se o velmi podrobný záznam pracovní činnosti. Při měření snímku pracovního dne čtyři provádíme měření všech dějů u všech členů čtyř současně v průběhu směny. Hromadný snímek pracovního dne se provádí u několika pracovníků, kteří nepracují společně, ale samostatně na svých úkolech. Pro tento typ měření je nutné nejdříve určit časové intervaly, ve kterých se bude pozorování provádět. Zaznamenávají se pak pouze činnosti, které probíhají v těchto zvolených intervalech. Poslední možností je vlastní snímek pracovního dne, kdy měření provádí přímo sám pracovník. Problémem vlastního snímku může být ztráta objektivity.

Snímek dvoustranného pozorování se od předchozích dvou liší především tím, že není pozorován pouze pracovní proces, ale také technologický proces. Dochází k pozorování pracovních úkonů s ohledem na technologii ve stejných časových intervalech. Tuto metodu je možné využít v případech, kdy je čas technologický vyšší než čas samotné práce. Za pomoci této metody lze dobře kontrolovat dodržování technologických postupů. [12] [5]

2.3 Postup snímkování

Před začátkem snímkování je velmi důležité, aby se pozorovatel dobře seznámil s pozorovaným objektem, s vykonávanými pracovními úkony a pracovním prostředím.

Samotný proces snímkování je rozdělen na čtyři základní etapy [13]:

1) Příprava

Do přípravné části je zahrnut výběr sledovaného objektu (pracoviště, pracovníka,...), harmonogram pozorování, sběr informací nutný k seznámení se s pozorovaným objektem.

2) Pozorování a měření

Pro docílení správných dat je potřeba dostavit se na místo pozorování před zahájením směny a pozorně zapisovat probíhající děje a časy. Je nutné držet se přitom určitých zásad pro pozorování, uvedených níže.

3) Vyhodnocení výsledků měření

Požadované vyhodnocení výsledků.

4) Návrh změny

Návrh možných změn dle rozboru výsledků, zjištěných pozorováním.

Zásady při provádění měření

- 1) Pozorovatel musí být odborně schopen rozčlenit a posoudit pracovní proces. Musí ovládat techniku časového snímku a v případě nutnosti i posouzení stupně výkonu.
- 2) Pokud jde o záznam dat přímo na pracovišti, měl by se pozorovatel postavit tak, aby pozorovaného pracovníka co možná nejméně ovlivňoval, ale aby měl zároveň dobrý výhled.
- 3) Pozorovaný pracovník musí být zaškolený.
- 4) Během záznamu času je třeba pokud možno zamezit diskuzím, aby bylo možno plynule sledovat průběh jednotlivých operací.
- 5) Je třeba předem informovat nadřízeného daného pracovního místa i pracovníka, kterého se měření času bude týkat.
- 6) Formulář časového snímku představuje listinný doklad, proto se v něm nesmí nic gumovat. Zápisy musí být provedeny psací tužkou odolnou proti vymazání.
- 7) V neposlední řadě musí být zajištěno dodržení bezpečnostních předpisů.

3 Měření prostojů

K měření prostojů se využívá ukazatelů k měřitelnému srovnání efektivnosti, ať už v rámci podniku, nebo pro srovnání mezi podniky. Nejběžnějším ukazatelem na měření efektivnosti je OEE, další ukazatele bývají odvozené od tohoto ukazatele na základě konkrétnějších požadavků. V této kapitole si představíme, jak OEE, tak i některé odvozené ukazatele.

3.1 Ukazatel OEE

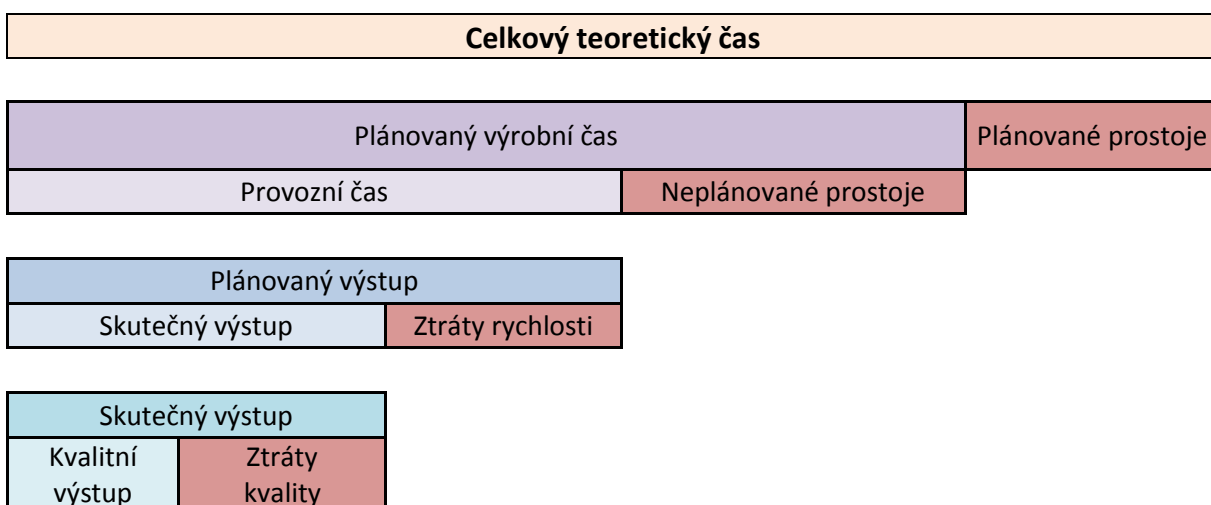
Ukazatel OEE může být chápán dvěma způsoby jako *Overall Equipment Efficiency*, kdy vyjadřujeme celkovou efektivitu ve smyslu účinnosti zařízení nebo *Overall Equipment Effectiveness*, kdy se jedná o celkovou efektivnost ve smyslu účelnosti a smysluplnosti. V dalším textu budeme chápat OEE jako Overall Equipment Effectiveness. V češtině se užívá názvu Celková efektivnost zařízení (CEZ). [11]

OEE je využíván k měření skutečné efektivnosti výrobních zařízení. Uplatnění koeficientu tkví v identifikaci a kvantifikaci ztrát ve výrobě. Často bývá používán jako metrika v TPM [8] a štíhlé výrobě (5.2.1.) OEE je mezinárodně uznáván a slouží pro srovnání efektivnosti jednotlivých výrobních zařízení i celých výrobních podniků, přestože výpočtové vztahy jsou pro každý podnik odlišné. Tento ukazatel má v ideálním případě, v časovém horizontu, nabývat vzrůstajících hodnot.

Ke stanovení OEE musí být sledovány tři základní faktory. Jsou jimi: dostupnost, kvalita a výkon. Koeficient nám tedy udává, za jak dlouho je stroj schopen vyrobit maximální počet kvalitních výrobků bez ztráty výkonu. Měření OEE bývá obvykle zaváděno v úzkém místě výrobního procesu nebo na pracovišti s vysokou variabilitou. [19] [8]

3.1.1 Faktory ovlivňující OEE

Na Obrázku 3-1 je nastíněn princip určování hodnoty OEE. Celkový teoretický čas, který je na počátku, představuje horizont 7 dní v týdnu, 24 hodin denně. V tomto horizontu téměř se stoprocentní jistotou dochází k časovým úsekům, kdy výroba není naplánována. Může se jednat o dny pracovního volna, nebo nedostatek výrobních zakázek. Máme i další okolnosti, které způsobí zastavení výroby. Patří mezi ně prostoje, ztráty rychlosti a ztráty kvality. Těmto typům se budeme více věnovat později.



Obrázek 3-1: Princip určování OEE

Výpočet OEE ovlivňují tři základní faktory. Jedná se o dostupnost, výkon a kvalitu. Nyní se podíváme na jednotlivé faktory blíže.

Dostupnost

Dostupnost (*angl.* Availability), neboli využití, je poměrem provozního času k plánovanému času výroby. Od provozního času výroby je nutné odečíst všechny prostoje, které ovlivnily produkci, jak plánované, tak neplánované. Tím dostáváme čas výrobní, což je doba, kdy je zařízení v chodu. Prostoje, jako jsou poruchy zařízení, poruchy nástroje, výměna nástroje a další, dělají zařízení nedostupným. Avšak pravidelná plánovaná údržba je i přesto chápána jako pozitivní, protože napomáhá zamezit dlouhodobějším prostojům. Dostupnost lze tedy chápat jako podíl doby provozu stroje a chodu stroje. [11] [8] Lze ji určit ze vztahu (3.1):

$$Dostupnost = \frac{Provozní\ čas - Prostoje\ (plánované,\ neplánované)}{Plánovaný\ výrobní\ čas - (plánované\ prostoje)} \quad (3.1)$$

Výkon

(*angl.* Performance) Jedná se o poměr mezi skutečným výstupem a předpokládaným výstupem. Do faktoru výkonu započítáváme všechny ztráty na rychlosti zařízení, které zabránily tomu, aby proces proběhl s maximální možnou rychlostí a bez přerušení. Ztráty rychlosti mohou být způsobeny nedodržením standardů, opotřebením stroje, zaseknutím výrobku ve stroji a dalšími. [11] [19] Pro výpočet se používá vzorec ve tvaru (3.2):

$$Výkon = \frac{Skutečný\ počet\ vyrobených\ kusů \cdot Plánovaná\ délka\ cyklu}{Provozní\ čas - Prostoje} \quad (3.2)$$

Kvalita

(*angl.* Quality) Udává poměr mezi počtem kusů vyrobených bez vad a celkovým počtem vyrobených kusů. [19] Kvalitu lze tedy jednoduše určit ze vztahu (3.3):

$$Kvalita = \frac{Počet\ bezchybných\ kusů}{Počet\ kusů\ celkem} \quad (3.3)$$

V Tabulce 3-1 je uveden přehled některých nepříznivých situací, které mohou ovlivnit jednotlivé faktory OEE. Nejúčinnější je zmapovat tyto situace v rámci našeho podniku, pak může nejlépe dojít k jejich eliminaci.

Tabulka 3-1: Ovlivnění faktorů OEE

Ovlivnění faktorů		
Dostupnost	Výkon	Kvalita
Poruchy stroje	Špatný technický stav stroje	Lidský faktor
Seřízení, přestavba stroje	Opotřebením nástroje	Porucha stroje
Čekání na úkony	Nekvalitní vstupní materiál	Vadný materiál na vstupu
Vstupní materiál	Nekvalifikovaná pracovní síla	Nejasné zadání úkonu
Neplánované přestávky	Nesprávně stanovené technologický postup	Nesprávná technologie
		Nevhodná metoda kontroly

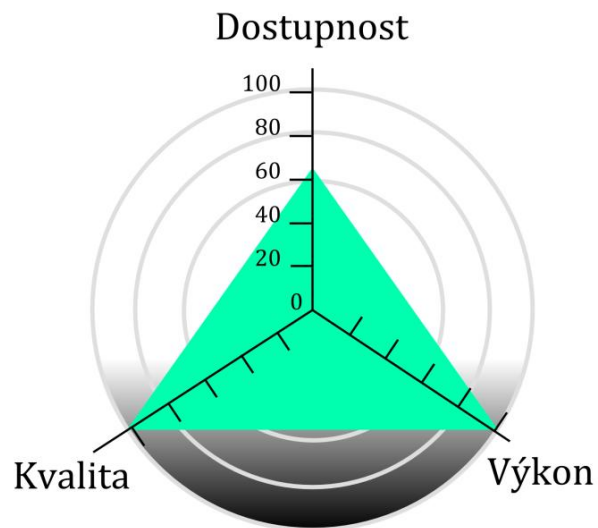
3.1.2 Určení OEE

Celková hodnota OEE je dána součinem dostupnosti, výkonu a kvality dle rovnice (3.4). Pro snazší vizualizaci a interpretaci jsou všechny faktory udávány v procentech.

$$OEE = Dostupnost \cdot Výkon \cdot Kvalita \quad (3.4)$$

Vizualizace

OEE se nejčastěji znázorňuje za pomoci grafů nebo jiných grafických nástrojů. Může jít o grafy sloupcové nebo spojnicové. Výběr prezentace výsledků závisí na daném podniku. Na Obrázku 3-2 je příklad vizualizace výsledků.



Obrázek 3-2: Vizualizace OEE [11] (pozn. upraveno)

3.1.3 Kategorie ztrát v rámci OEE

Cílem OEE je eliminace ztrát. Samozřejmě ne všechny ztráty ve výrobním procesu se dají zcela eliminovat. Ty, které nelze úplně odstranit, se pokoušíme redukovat na co nejnižší úroveň. Tabulka 3-2 udává přehled ztrát, a jejich vnímání z hlediska OEE. Kategorii prostojů je dále věnována Kapitola 4.

Tabulka 3-2: Kategorie ztrát [23] (pozn. upraveno)

Kategorie ztrát	Faktory OEE	Druhy ztrát	Příklady ztrát
Prostoj	Dostupnost	Poruchy stroje	<ul style="list-style-type: none"> Poškození stroje Poškození nástroje Neplánovaná údržba
		Nastavení/Přestavení stroje	<ul style="list-style-type: none"> Zahřívací procesy Nedostatek materiálu Výměna nástroje
Ztráta rychlosti	Výkon	Stroj nepracuje	<ul style="list-style-type: none"> Přerušení výrobního toku Zaseknutý materiál ve stroji Změna výrobku
		Stroj pracuje se sníženou rychlostí	<ul style="list-style-type: none"> Opotřebením nástrojů Stav zařízení Kvalifikace obsluhy
Kvalita	Kvalita	Náběh stroje/ Špatné kusy	<ul style="list-style-type: none"> Poškození Zahřívací procesy Nedodržení standardů
		Stroj produkuje vadné výrobky	<ul style="list-style-type: none"> Produkce zmetků Oprava zmetků Nedodržení postupů

3.1.4 Správnost výpočtu OEE

Správnost výsledků OEE závisí na níže zmíněných faktorech. [22]

Správnost samotného výpočtu

Jednoznačně a téměř bezchybně lze určit výpočet kvality tam, kde je poměrně jasně dán celkový počet vyrobených kusů a počet vadných kusů. Větším problémem bývá nesprávné přiřazení a rozčlenění časových ztrát. Dostupnost zařízení ovlivňují prostoje, při kterých výrobní zařízení není dostupné pro výrobu. Bývají zde uvažovány prostoje jako přestávka, čištění, oprava, změna produkce aj., trvající minuty i déle a významně ovlivňují dostupnost. Tyto prostoje mohou být někdy nesprávně klasifikovány jako neplánovaná výroba, čímž se snižuje skutečný čas výroby a uměle se tak zvyšuje hodnota koeficientu OEE, který pak neodpovídá skutečnosti. Výkon bývá ovlivněn krátkými zastaveními, či přerušeními výroby, které se odehrávají většinou v řádech sekund (mikroprostoje). Problémem je, že tyto prostoje nebývají zaznamenávány operátory výroby.

Ruční sběr dat

Ruční sběr dat týkající se prostojů zaměstnává operátory ve výrobě. Z toho důvodu bývají zaváděny nejrůznější zjednodušení, která spočívají většinou v zanedbání krátkých prostojů, nebo ve stanovení průměrných časů prostojů. To znamená, že operátor zaznamená pouze výskyt prostoje, nikoliv pak jeho délku trvání. Pak jsou k dispozici informace, které druhy prostojů se nejčastěji vyskytují, ale není možné stanovit jejich přesnou délku a vliv na výkon stroje. V těchto případech je těžké určit pravou příčinu vzniklých ztrát.

Lidský faktor

Jak již bylo uvedeno, prostoje bývají zaznamenávány převážně ručně, prostřednictvím operátorů ve výrobě. Tato činnost není hlavní náplní pracovníků, zdržuje je od jejich pracovní náplně a tím tvoří ztráty a snižuje efektivnost. Je tu další věc, a to, že pracovníci často nezaznamenají všechny prostoje kvůli časovému vytížení nebo proto, že nechtějí přiznat problémy, které vznikají na jejich pracovišti. Faktor, který významně ovlivňuje výsledek výpočtu je svědomitost, poctivost a přesnost pracovníků. Další odchylky ve výpočtu mohou být způsobeny zanesením chyb do výpočtu v průběhu přepisování dat do výpočtového SW (tím bývá většinou MS Excel).

3.1.5 Zvyšování hodnoty OEE

Zvyšování hodnoty OEE se může lišit z hlediska druhu výroby a rozdílnosti strojních zařízení. Avšak je možné držet se jakýchsi základních principů:

- Monitorování
- Identifikace ztrát ve výrobě
- Stanovení metodiky měření OEE
- Automatizace výpočtu OEE
- Zlepšování hodnoty OEE
 - Nápravná opatření
 - Redukce, eliminace ztrát
- Implementace nápravných opatření
- Vyhodnocení účinnosti opatření

3.2 Odvozené ukazatele

Ukazatele odvozené od OEE vznikly jako požadavky na nové hodnocení efektivnosti. Některé jsou zaměřené více na zařízení a jiné více na podnikovou úroveň. [11]

3.2.1 TEEP - Total Equipment Effectiveness Performance

Tento ukazatel, který patří mezi nejrozšířenější z odvozených ukazatelů, zohledňuje plánované prostoje. Posuzuje efektivnost vzhledem ke kalendářnímu času (tedy 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, 365 dní v roce), oproti OEE, které je posuzováno v rámci plánovaného času (plánované směny). Pokud vezmeme v úvahu případ, že by chod zařízení byl naplánován na 24 hodin denně, 7 dnů v týdnu a 365 dní v roce, pak by ukazatel TEEP odpovídal ukazateli OEE. [11] TEEP lze vyjádřit rovnicemi (3.5), (3.6):

$$TEEP = \frac{\text{Užitečný čas zařízení}}{\text{Kalendářní čas}}, \quad (3.5)$$

$$TEEP = OEE \cdot \text{Využití}, \quad (3.6)$$

kde

Využití je poměr mezi plánovaným výrobním časem a kalendářním časem.

3.2.2 PEE - Production Equipment Efficiency

Hlavní odlišností tohoto ukazatele je zavedení dílčích vah u třech hlavních faktorů OEE faktorů (dostupnosti, výkonu, kvality). Aby bylo možné stanovit přesnější výsledky, výpočet PEE se liší dle typu výroby.

Diskrétní výroba

Pro diskrétní výrobu jsou dílčí faktory stejné jako v případě OEE. Výraz tedy dostane tvar:

$$PEE = Dostupnost^{k_1} \cdot Výkon^{k_2} \cdot Kvalita^{k_3}, \quad (3.7)$$

kde

k_i – je váha ukazatele i ,

s podmínkou $0 < k_i \leq 1, \sum k_i = 1$.

Kontinuální výroba

Pro kontinuální výrobu je výraz upraven na tvar (3.8):

$$PEE = Dostupnost^{k_1} \cdot Výkon^{k_2} \cdot Kvalita^{k_3} \cdot Docílení^{k_4} \cdot PSE^{k_5} \cdot OU^{k_6}, \quad (3.8)$$

s podmínkou $0 < k_i \leq 1, \sum k_i = 1$,

kde

Docílení - zohledňuje neplánované prostoje a přibližně odpovídá faktoru *Využití*,

PSE - (Product Support Efficiency) zohledňuje transakční ztráty,

OU - (Operating Utility) zohledňuje ztráty z poptávky,

k_i - váha ukazatele i .

3.2.3 OAE/OPE – Overall Asset/Production Effectiveness

Tyto ukazatele mají odpovídat požadavkům specifických odvětví. Z tohoto důvodu je lze najít pod různými definicemi. Používají se k identifikaci a měření ztrát během celého výrobního procesu a obsahují největší množství kalkulovaných ztrát. Oba ukazatele mají stejný význam. Rozdíl mezi nimi nalezneme v pojetí výrobních ztrát, kde OAE kvantifikuje ztráty dle výstupu, kdežto OPE dle času.

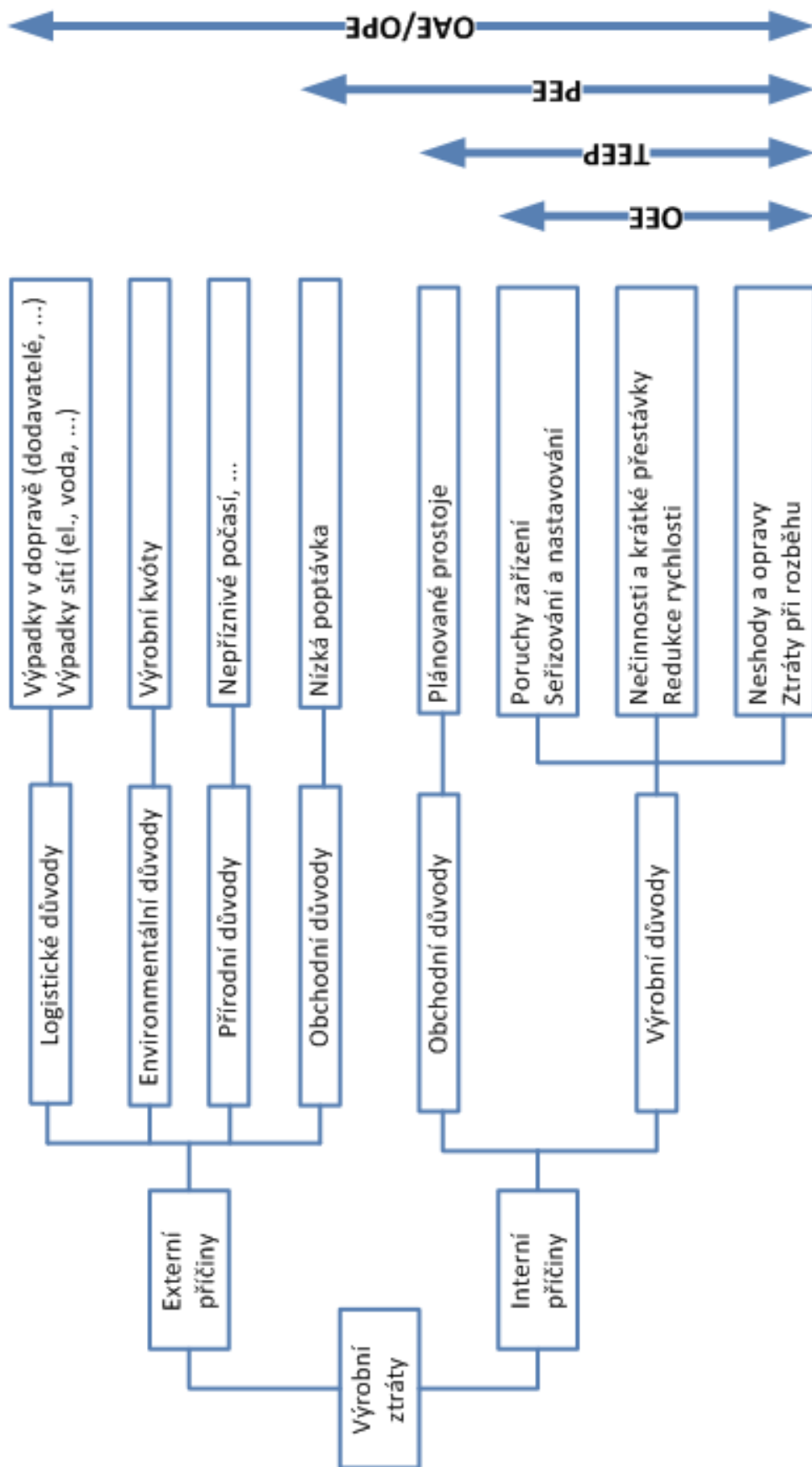
3.2.4 OFE – Overall Factory Effectiveness

Tento ukazatel byl odvozen pro vyjádření efektivnosti celého podniku, jako výrobního celku. Vyhodnocujeme tedy všechna zařízení dohromady, i když probíhá více kroků na více výrobních zařízeních. Do výpočtů zahrnujeme vztahy a interakce mezi zařízeními a procesy. Uvažujeme, že výrobní prostředí lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- Sériová
- Paralelní
- Spojování, Montáž
- Rozdělování, Expanze

Za pomoci těchto skupin můžeme pak namodelovat celý výrobní provoz. Pokud bychom se chtěli zaměřit na efektivitu jednotlivých skupin, můžeme použít ukazatel jako třeba **O**TE (Overall Throughput Effectiveness), který vyjadřuje poměr mezi skutečným výstupem a teoreticky možným výstupem, nebo **C**TE (Cycle Time Effectiveness), který je dán poměrem mezi teoretickou délkou cyklu a skutečnou délkou cyklu.

Obrázek 3-3 na následující straně porovnává ukazatele z hlediska pokrytí ztrát.



Obrázek 3-3: Porovnání ukazatelů [11]

4 Prostoje

Na prostoje je třeba pohlížet z různých hledisek. Prostoje pro nás totiž nemusejí mít pouze negativní význam. Některé z nich jsou cílené a plánované, proto je třeba je odlišovat. V této kapitole se zaměříme právě na různé druhy prostojů, na jejich příčiny vzniku a na to, jakým způsobem bychom je mohli případně odstranit.

4.1 Plánované prostoje

Plánované prostoje, konané např. za účelem údržby, lze označit jako prostoje, které přidávají určitou hodnotu. Pokud jsou vykonávány správným způsobem, pak by se jejich vliv měl projevit pozitivně na neplánovaných prostojích. Konkrétně na jejich snížení, či eliminaci. Cílem údržby je prodloužení a optimální využití doby života zařízení a větší provozní bezpečnost.

Výhodou plánovaných prostojů je, že se odehrávají v předem známých časových intervalech. Lze tedy naplánovat odstávku v době, kdy je minimálně ovlivněna produktivita. Samozřejmě, že i když se jedná o prostoje plánované, snahou je zkrátit jejich čas na minimum. Do této kategorie řadíme prostoje, které jsou plánovány v delším časovém horizontu, jako je plánovaná údržba, TPM, 5S, školení a pauzy, které jsou nezbytné.

1. Plánovaná údržba

Definuje nám jaké úkony a činnosti budou vykonávány, kdo je bude provádět a kdy. Cílem plánované údržby je udržet stroj v takovém stavu, aby nedocházelo k neplánovaným přerušením výroby, tedy neplánovaným prostojům. [6]

Preventivní údržba (PM)

Cílem preventivní údržby je zajistit méně odstávek v provozu a zkrátit časy vyhrazené pro údržbu strojů.

Prediktivní údržba (PdM)

Cílem prediktivní údržby je, jak již z názvu vyplývá, předpovídat vývoj stavu zařízení, a tím v čas odhalit problémy, které by se mohly vyskytnout. Je potřeba vědět, co nejvíce informací o zařízení a tyto informace v průběžných intervalech aktualizovat tak, aby bylo možné vidět jejich srovnání a vývoj v časovém horizontu. Pak lze provést opravu zařízení dříve, než dojde k jeho poškození nebo havárii. [15]

Vedle těchto druhů údržby existuje i řada dalších přístupů, jako třeba údržba zaměřená na bezporuchovost (RCM) nebo údržba podle technického stavu (CBM).

2. TPM

Smyslem TPM je zapojení všech pracovníků do aktivit, které směřují ke správnému chodu zařízení, minimalizaci prostojů a umožňují vyrábět v požadované kvalitě a s požadovanou rychlostí. Údržbářské aktivity jsou co nejvíce přeneseny přímo na pracovníky, kteří na strojních zařízeních pracují. Tyto aktivity jsou prováděny v pravidelných intervalech a jsou standardizovány. [8] [9]

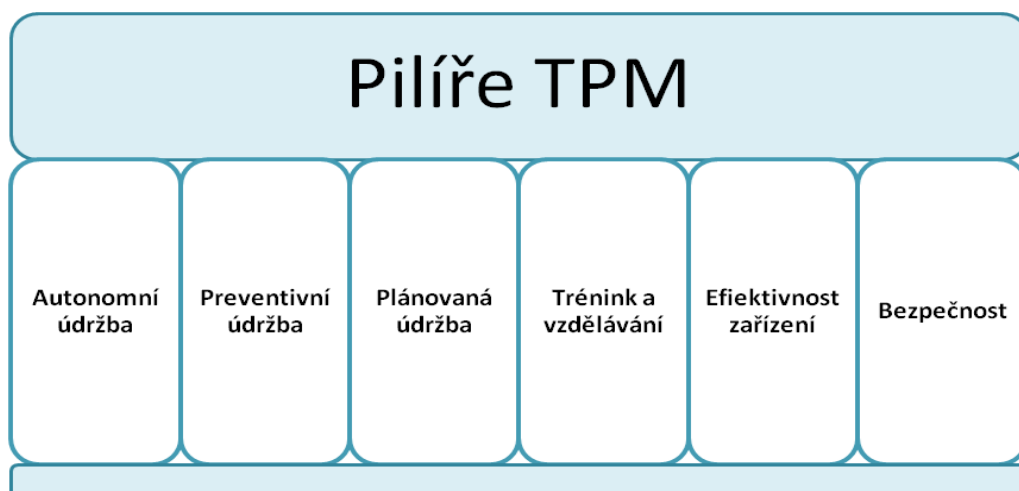
Nejedná se o opravy strojních zařízení, nýbrž o udržování zařízení minimálně v takovém stavu, v jakém bylo, když bylo nové. TPM povyšuje údržbu na nezbytnou součást, která podporuje výrobní proces.

T - Total vyjadřuje celkovou efektivitu, celkový systém a zapojení všech.

P - Productive značí žádné prostoje, problémy ve výrobním procesu a vyšší bezpečnost.

M - Maintenance znamená prodlouženou životnost výrobního systému.

Na Obrázku 4-1 jsou znázorněny základní pilíře TPM. [9]



Obrázek 4-1: Pilíře TPM

Cílem TPM je především zlepšování produktivity a eliminace ztrát. Posílení znalostí a dovedností jednotlivých pracovníků. Vytvoření čistého a příjemného pracovního prostředí s vyšší bezpečností. [9]

Implementaci TPM lze dosáhnout:

- Efektivnějšího a spolehlivějšího využívání strojních zařízení
- Zkrácení dodacích lhůt
- Snížení nákladů
- Snížení zmetkovitosti
- Snížení prostojů
- Zvýšení bezpečnosti
- Rozvoje dovedností pracovníků

TPM eliminuje ztráty způsobené:

- Zničením nástrojů
- Poškozením a opravami
- Nebezpečím na pracovišti
- Sníženou rychlostí výroby
- Mikroprostoji

3. *Výměna nástrojů a forem*

Výměnou nástrojů a forem vznikají časové prostoje. Pokud potřebujeme měnit nástroje, či formy několikrát za směnu, dochází k velkým časovým ztrátám. Je pro nás tedy podstatné, aby výměna proběhla v co nejkratším časovém úseku a přitom se zachovánila přesnost. K tomu nám může posloužit nástroj zvaný SMED, popsáný níže. Výměna nástrojů je nezbytnou činností ve výrobním procesu, ovšem lze omezit její čas i periodicitu.

Příčiny

- Nesprávně sestavený výrobní plán
- Nedodržování standardů

SMED

Seřizování stroje

Uvedení stroje do stavu, od kterého očekáváme, že bude vyrábět výrobky požadované kvality, v požadovaném množství, za požadovaný čas a cenu.

Seřizovací čas

Čas, který je potřeba od ukončení výroby posledního kusu na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí, nastavení a doladění parametrů procesů, zkušební běhy, až po výrobu prvního dobrého kusu. Průběh seřizování je vidět na Obrázku 4-2.



Obrázek 4-2: Průběh seřizování [20]

SMED představuje systematický proces, který vede k minimalizaci prostojů kapacitní jednotky mezi opracováním dvou po sobě jdoucích různých typů výrobků. Rozděluje operace na externí, které můžeme provádět, když je stroj v provozu a tím šetřit seřizovací čas a na operace interní. Interní operace se musí provádět, pokud je stroj vypnut.

Celá koncepce SMED je složena ze čtyř kroků:

- 1) Přípravná fáze**
Analýza provozních podmínek. Lze využít videozáznamy, Spaghetti diagram.
- 2) Oddělení interních a externích činností**
Definování interních a externích činností.
- 3) Přesun interních činností na externí**
Jedná se o standardizaci základních činností.
- 4) Redukce času interních a externích činností**
Metoda jednoho pohybu (zajištění objektů, pomocí jednoho pohybu), vykonávání více pohybů současně, zkrácení zkušebního provozu.

Desatero rychlé změny [20]:

- 1) Výměna a seřizování je plýtvání.
- 2) Nikdy neříkej „je to nemožné“.
- 3) Zkrácení času seřízení je práce týmu.
- 4) Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.
- 5) Standardizuj proces seřízení.
- 6) Příprav pomůcky a nástroje předem.
- 7) Při výměně se pohybují ruce a ne nohy.
- 8) Šrouby jsou nepřátelé - otočení každého závitu stojí čas - využij přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychle upínací pomůcky.
- 9) Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.
- 10) Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává.

SMED přináší zvýšení výrobního výkonu strojního zařízení, snížení průběžné doby výroby. Také snižuje počet chyb při seřizování, a tím snižuje zmetkovitost a zvyšuje bezpečnost při práci.

4. 5S

Sada principů, či metodika pro vytváření a udržení organizovaného, čistého a výkonného pracoviště. Tato metodika byla původně určena pro výrobní pracoviště, později se začala používat i v ostatních oblastech podniku. Princip je založen na 5 základních krocích, jak znázorňuje Obrázku 4-3.

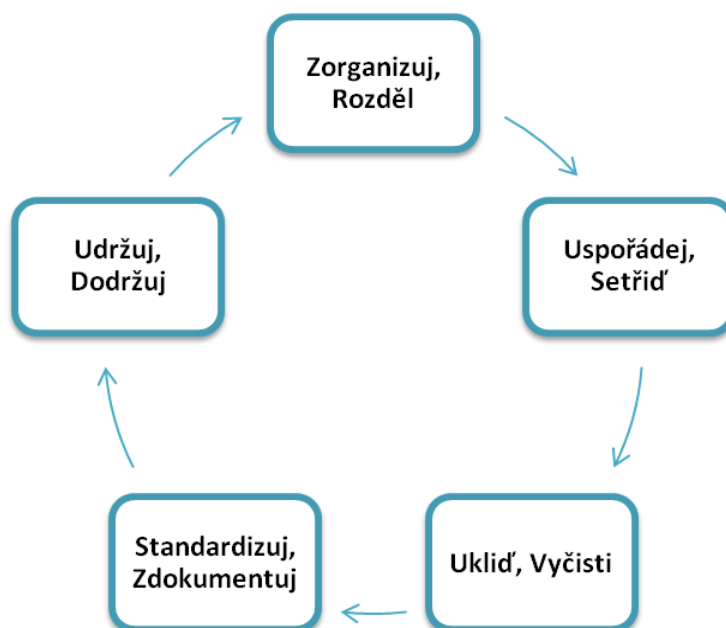
V prvním kroku *Zorganizuj, Rozděl*, je provedena kontrola pracovního procesu. Dojde v rozdělení předmětů na nutné a zbytečné. Zbytečné předměty se pak uklidí pryč z pracovní plochy.

Ve druhém kroku *Uspořádej, Setříd'*, se musí ujasnit posloupnost pracovních kroků a ke každému kroku je potřeba přiřadit používané nástroje. Zaručíme tím, že máme správné nástroje ve správný čas na správném místě.

Krok tři *Uklid', Vyčisti*, nám říká, že je důležité vracet nástroje na své místo a tím udržovat pracoviště v čistotě a pořádku.

Čtvrtý krok *Standardizuj, Zdokumentuj*, je důležitý, aby bylo možné provádět stejnou práci pořád stejným způsobem.

Poslední, pátý krok *Udržuj, Dodržuj*, má za úkol zajistit, aby byly dodržovány všechny předchozí kroky, a tím byl zajištěn pořádek na pracovišti. [20] [9]



Obrázek 4-3: Princip 5S

Cílem 5S je zvýšit produktivitu za pomoci eliminace plýtvání, zvýšit bezpečnost práce a zvýšit kvalitu.

5S eliminuje ztráty způsobené:

- Chybami
- Hledáním materiálu
- Zbytečnými pohyby

5. Školení

Mezi plánované prostoje mohou patřit i nejrůznější školení, která mohou být prováděna přímo na výrobní lince, za účelem zaučování nových technologií, nebo zacvičování pracovníků.

Může se jednat i o školení mimo výrobní linku, které způsobí nedostatek pracovních sil ve výrobě.

6. Testy

Může se jednat o testy výrobních zařízení nebo o testování výrobních procesů. Často toto testování souvisí s údržbou.

7. Pauzy

Nezbytným plánovaným prostojem jsou pauzy. Nejčastěji přestávky na jídlo a oddech, bezpečnostní přestávky a technologické přestávky, ale může jít i o krátké pauzy, které si pracovník vybírá sám. V některých případech bývají nutné přestávky i z hlediska strojního zařízení.

4.2 Neplánované prostoje

Jak již název napovídá, jedná se o prostoje neplánované a nečekané, což jsou pro nás jevy značně nepříznivé. Naší snahou je tyto neočekávané události co nejvíce eliminovat, pokud možno, až na úplnou nulu.

Neplánované prostoje mohou vznikat v různých oblastech podniku a jejich příčiny mohou být různorodé. Pojdme se nyní podívat, jak jednotlivé oblasti podniku ovlivňují a popsat si alespoň základní druhy prostojů, které zde mohou vzniknout.

4.2.1 Výroba

Nejčastěji vznikají prostoje přímo v samotné výrobě. Níže jsou popsány nejčastěji se vyskytující příčiny prostojů ve výrobě.

1. Nedostatek materiálu

Při nedostatku materiálu, byť jen u jedné operace, může dojít k zastavení celého výrobního procesu.

Příčiny

- Chybná objednávka materiálu
- Chyba v systému
- Chyba dodavatele
- Nesprávné skladování materiálu – došlo k poškození

2. Nedostatek pracovníků

Nedostatek pracovníků způsobí zastavení výrobního procesu, protože chybí strojní obsluha, nebo lidé, kteří na proces výroby dohlížejí.

Příčiny

- Nevhodná koordinace pracovníků v rámci jednotlivých úkolů
- Nedostatečná kvalifikace pracovníků na daný úkol
- Přeražení pracovníků na projekty,...
- Nesystémové najímání pracovní síly

3. Porucha zařízení

Jedná se asi o nejčastější příčinu vzniku prostojů ve výrobě. Zároveň je zde velký potenciál na její eliminaci. Lze snižovat počet poruch plánovanou údržbou (1) nebo nástroji jako TPM 2. Porucha zařízení může mít velkou řadu příčin. Je nutné příčinu odhalit, odstranit a učinit opatření, aby se porucha neopakovala. Často bývá velkou chybou právě jen odstranění následku poruchy a ne její příčiny.

Abychom mohli nalézt příčinu poruchy, je důležité si strojní zařízení rozdělit na jednotlivé části pro lepší identifikaci a zjistit, co možná nejvíce informací o poruše, jako jsou [28]:

- **Druh porušení**
 - Opotřebení
 - Únava
 - Zadření
 - Přetížení
- **Okamžik vzniku**
 - Při provozu
 - Při obsluze
- **Časová charakteristika**
 - Náhlá
 - Postupná
 - Občasná
 - Opakující se
- **Místo vzniku**
 - Konstrukce
 - Technologie
 - Provoz
 - Materiál
- **Stupeň nebezpečnosti**
 - Velký
 - Střední
 - Malý
- **Rozsah poruchy**
 - Částečná
 - Úplná
- **Následky**
 - Trvalé
 - Dočasné
 - Malé
 - Velké
- **Možný způsob odstranění**
 - Za provozu
 - Odstavení zařízení
 - Odstranění z provozu

Příčiny

- Nadměrné opotřebení
- Nedodržení standardů
- Nesprávné definování úkolu
- Chybná konstrukce
- Zanedbaná údržba
- Nesprávná obsluha

4. Porucha nástroje

Opět jde o velmi častou příčinu tvorby prostojů.

Příčiny

- Nesprávné zacházení s nástrojem
- Nedodržování pracovních postupů
- Skrytá chyba materiálu

5. Specifické prostoje

Pro každý podnik lze určit specifické druhy prostojů, které tam mohou vzniknout. Většinou vyplývají z výrobního procesu a je důležité si tyto specifické prostoje nadefinovat tak, abychom je mohli zahrnout do analýzy.

4.2.2 Administrativa

Prostojе vznikající ve výrobě v důsledku selhání administrativních procesů bývají méně časté, nicméně naší snahou je eliminovat všechny prostoje v podniku.

1. Nepřesná komunikace

Na základně nepřesné komunikace může dojít k mnoha problémům.

Příčiny

- Neúplná sdělení
- Nepřesné informace
- Nepochopení
- Nejasnost zadání

2. Porucha zařízení

I v administrativě lze nalézt zařízení, která jsou nutná a potřebná pro vykonání úkonů. Jsou to počítače, tiskárny, scannery, SW a další. Pokud dojde k poruše zařízení, či výpadku sítě, nemohou pracovníci vykonávat svoji práci a vzniká prostoj.

Příčiny

- Zastaralé zařízení
- Nesprávné zacházení
- Nevhodné podmínky prostředí
- Vnější vlivy

3. Čekání na vstupy

Čekáním na vstupní dokumenty, či podklady vznikají časové prostoje.

Příčiny

- Složitost procesů
- Zbytečné množství dokumentů (kopie, tabulky, statistiky)
- Nadbytečná byrokracie
- Zbytečné přesuny dokumentů

4.2.3 Vývoj

Oblast vývoje má velký vliv na celý výrobní proces. Ve fázi vývoje lze odstranit velkou část chyb, které mohou později ovlivnit výrobu.

1. Neúplná dokumentace

Vlivem nekompletní dokumentace může docházet k vytvoření chyb dále ve výrobním procesu.

Příčiny

- Nepřehlednost
- Rozpracovanost
- Snaha urychlit proces na úkor kvality

2. Chyby v dokumentaci

Na chyby v dokumentaci se ve většině případů narazí až ve výrobním procesu, kde už způsobují prostoje.

Příčiny

- Neúplnost
- Nepřehlednost
- Neznalost procesů
- Neznalost technologií

3. Změnové řízení, odstraňování chyb

Neúplná dokumentace, či chyby v dokumentaci vycházejí najevo ve výrobním procesu. Musejí být neprodleně odstraněny ve změnovém řízení. Tím ovšem vznikají prostoje.

Příčiny

- Chyby v dokumentaci
- Neúplná dokumentace
- Nejasná dokumentace

4.2.4 Logistika

Oblast logistiky způsobuje prostoje ve výrobě nejčastěji z důvodů chyb při plánování a objednávání materiálu a z nepřesných zadání.

1. Poruchy logistického systému

Mohou způsobit prostoje jak na straně dodavatele, tak na straně odběratele.

Příčiny

- Nesprávné uživatelské zacházení
- Chyba v systému
- Neohlášená údržba
- Výpadek systému

2. Chyby

Doručení špatného materiálu, nebo doručení ve špatný čas, či na špatné místo. To jsou chyby, které se mohou stát pro výrobní proces stěžejními.

Příčiny

- Lidský faktor
- Chyba systému

3. Čekání

Pojem čekání souvisí s předchozím pojmem. Čekání je totiž většinou způsobeno nějakou chybou, častěji bývá označováno jako plýtvání.

Příčiny

- Chyby lidského faktoru
- Chyby systému
- Vnější vlivy – přírodní vlivy,...

5 Eliminace prostojů

Dalo by se říci, že prostoje jsou určitým druhem plýtvání, které značně ovlivňuje všechny oblasti podniku. V této kapitole se podíváme na různé druhy plýtvání a možné způsoby jeho eliminace.

5.1 Plýtvání

Plýtvání (*angl.* Waste, *jap.* Muda) je vše, co nepřidává hodnotu produktu nebo nepřibližuje produkt zákazníkovi. Jedná se nám tedy o eliminaci ztrát. Při eliminaci plýtvání jde především o zkrácení, či úplné odstranění časů nepřidávajících hodnotu. Plýtvání se vyskytuje v určité míře v každém procesu, a to v mnoha různých podobách. V TPS je eliminace plýtvání klíčem ke zvyšování efektivity. Toto vystihují právě tři termíny Muda, Muri, Mura. Význam těchto termínů je popsán dále. [21]

3M – Muda, Muri, Mura

Abychom dosáhli, co největší efektivity chceme se vyhnout přetížení výroby (Muri), také výpadkům (Mura) a zároveň eliminovat plýtvání (Muda). Ukažme si nyní 3M na jednoduchém příkladu přepravy nákladu. [21]

Příklad přepravy nákladu

Cílem je přepravit šest kusů zboží z místa A do místa B, přičemž jeden kus zboží váží právě jednu tunu. Chceme provést přepravu zboží co nejefektivněji. Nyní si rozebereme jednotlivé případy na Obrázku 5-1.

Jednotlivá řešení

- V prvním případě je celý náklad naložen na jednom vozidle. Dochází k přetížení vozidla. Přetížení = Muri.
- Ve druhém případě máme vozidla dvě. Na prvním vozidle jsou naloženy pouze dvě tuny a na druhém čtyři tuny. Dochází k nerovnoměrnosti rozložení nákladu. Nerovnoměrnost = Mura.
- Ve třetím případě máme vozidla dokonce tři. Již na první pohled je vidět, že vozidla jsou nevytížena. Dochází k plýtvání. Plýtvání = Muda.
- Čtvrtý případ pak ukazuje optimální řešení převozu zboží s nejvyšší efektivitou.



Muri - přetížení



Mura - nerovnoměrnost



Muda - plýtvání



Optimální řešení

Obrázek 5-1: 3M – Příklad [10]

1) Muri (přetížení)

Neopodstatněné přetěžování pracovníků a strojů nad rámec jejich možností.

2) Mura (nerovnoměrnost)

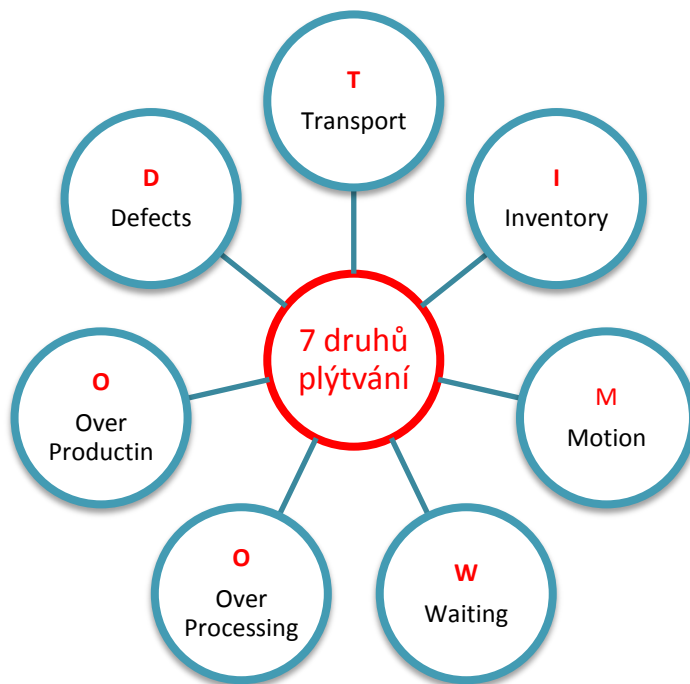
Nerovnoměrnost vytížení lidí i strojního zařízení. Tato nerovnoměrnost může být způsobena kolísáním objemu výroby nebo výrobního plánu.

3) Muda (plýtvání, odpad)

Termín Muda, tedy plýtvání, odpad, může být charakterizován jako činnost nebo proces, který nepřidává žádnou hodnotu (13). Základních 7 typů plýtvání charakterizoval Taiichi Ohno v rámci TPS (13). Často se používá označení TIMWOOD, které vzniklo z angličtiny spojením prvních písmen jednotlivých druhů plýtvání.

TIMWOOD

Těchto sedm druhů plýtvání bývá někdy považováno za *Sedmero smrtelných hříchů lean manufacturing*. Význam jednotlivých slov můžeme vidět na Obrázku 5-2. Nyní se podíváme na jednotlivé druhy blíže. V těchto podkapitolách bylo čerpáno převážně z knihy [21], bakalářské práce [14] a online zdroje [20].



Obrázek 5-2: Timwood

Transport (Transport a manipulace)

Jedná se o nepromyšlený, bezcílný pohyb objektu z jednoho místa na druhé. Tento pohyb není součástí operace, a proto nepřidává žádnou hodnotu. Také se může jednat o stav, kdy objekty nejsou na místě určení, a tedy není možné daný úkol provést, což vede k dalšímu druhu plýtvání, a to je čekání. Také je zde riziko vzniku poškození objektu během zbytečného transportu a manipulace.

Zbytečná manipulace může být dvojího typu:

- **Makro-plýtvání** - zbytečná manipulace a přeprava, která může být způsobena špatným rozložením výroby v podniku
- **Mikro-plýtvání** - přenášení objektů v rámci pracoviště

Příčiny

- Technologické uspořádání pracovišť
- Nadprodukce – přemístování překážejících, rozpracovaných či hotových výrobků
- Neúplná informovanost
- Nepružnost dodavatelů, co se týče obalů apod.

Eliminace

- Procesní uspořádání pracoviště
- Tok jednoho kusu materiálu (One piece flow)
- Optimalizace uspořádání pracovišť
- Eliminace meziskladů
- Optimální balení od dodavatele

Inventory (Zásoby)

Jde o vytváření zbytečných zásob. Máme k dispozici více výrobků a materiálu oproti momentálním potřebám zákazníka. Nejčastěji vzniká tím, že nemáme jistotu, jestli dodavatel dodá pro nás nezbytný materiál právě včas. Tvoříme si tedy zásoby na vlastní náklady, abychom se vyvarovali riziku. Náklady na dodatečné skladování jsou plýtváním. Také je riziko, že dojde ke znehodnocení zásob v průběhu času.

Příčiny

- Nejistota dodávky od dodavatele
- Nezpracovaná filosofie podniku
- Duplicítní objednávky
- Vadné výrobky
- Poruchy strojů

Eliminace

- Stanovením optimální zásoby

Motion (Zbytečné pohyby)

Zbytečné pohyby jsou neopodstatněné pohyby lidí, které nepřináší žádnou hodnotu. Může se jednat o zbytečnou chůzi, ale i otáčení, nahýbání, natahování, nebo hledání nástrojů, dílů, materiálů potřebných pro daný úkon. Příčinou zbytečných pohybů může být nevhodně navržené pracoviště nebo neoptimální organizace procesů.

Příčiny

- Nevhodné rozvržení pracoviště/podniku
- Neoptimální organizace procesů (pracovních postupů)

Eliminace

- Odstranění těžké práce
- Ergonomické uspořádání pracoviště
- Vizuální pomůcky
- Reorganizace pracovních procesů
- Reorganizace pracoviště

Waiting (Čekání)

Jedná se o zbytečné prostoje, kdy nelze pokračovat ve výrobě z různých důvodů. Jde o plýtvání časem, který by mohl být využit k vytváření hodnot. Ať už se jedná o čekání na materiál, na stroj, či na informace. Jak jsme již zmínili, k čekání může docházet z různých důvodů. Uveďme si zde alespoň několik z nich.

Příčiny

- Pokud je procesní čas stroje delší, než práce obsluhy stroje
- Poruchy stroje
- Neúplná informovanost
- Nevhodná organizace výroby
- Nízká kvalifikace pracovníků
- Vznik nestandardních situací
- Pomalá reakce na vzniklé nestandardní situace

Eliminace

- Tok jednoho kusu materiálu (One piece flow)
- Zvyšováním samostatnosti pracovníka při řešení nestandardních situací (kvalifikace)
- Zjednodušením a standardizací materiálových a informačních toků
- Zavedením vícestrojové obsluhy
- Aplikací metody SMED (metoda rychlé výměny nástroje)
- Aplikací TPM

Over Processing (Zbytečná práce)

Může se jednat o zbytečné operace, zbytečně složité operace nebo chybnou konstrukci, kterou je potřeba opravit. Ovšem může to být i nadbytečné opracování výrobků, které po nás zákazník nepožadoval, tudíž pro nás nemá přidanou hodnotu. V neposlední řadě jde i o chod strojů naprázdno.

Příčiny

- Nevhodná volba nástrojů
- Chybná konstrukce
- Poskytování vyšší kvality, než je potřeba (než požaduje zákazník)
- Nedodržování standardů

Eliminace

- Regulace pracovního obsahu
- Dodržování standardů
- Snížení rozpracovanosti

Over Production (Nadvýroba)

Jde o výrobu produktu, který ovšem v daném okamžiku zákazník nepotřebuje. Nadvýroba může být důsledkem špatného plánování výroby. Velkým rizikem jsou zde ekonomické ztráty, které mohou nastat kupříkladu u výrobků, které podléhají spotřebě, nebo jsou sezónní. Dalším rizikem je fakt, že nadvýroba může zakrývat problémy. Také váže finanční prostředky a zvyšuje nároky na skladovací a výrobní prostory.

Příčiny

- Velkosériová výroba
- Neschopnost dosáhnout krátké časy na seřízení strojů
- Vytváření skladové zásoby (nekvalita,...)
- Přezaměstnanost

Eliminace

- Použitím vhodného systému plánování výroby
- Dodržováním/zavedením standardů
- Zabezpečením vysoké kvality
- Aplikací TPM
- Aplikací SMED

Defects (Nekvalita)

Nekvalita způsobená výrobou tzv. zmetků. Výroba zmetků je plýtvání materiálem a energií. Dochází k opotřebení strojů, je potřeba platit dodatečné mzdy, mít místa pro kontrolu a opravy (tzn. plýtvání prostorem).

Příčiny

- Chyby, vady
- Neúplná komunikace, informovanost
- Nesprávné seřízení strojů
- Složitost procesů

Eliminace

- Zavedení metody Poka-Yoke (Identifikace a odstranění lidských chyb)
- Zavedení TPM
- Dodržování Standardů

- Zjednodušení procesů

Nevyužití lidského potenciálu

Někdy se ke stávajícím sedmi druhům plýtvání připojuje i osmý druh a to právě nevyužití lidského potenciálu. Plýtvání lidským potenciálem se přidalo do druhů plýtvání až v posledním desetiletí. Lidé jsou totiž nejcennějším a nejnákladnějším zdrojem společnosti.

Druhy plýtvání, které jsme si uvedli výše, vedou k plýtvání lidským potenciálem. Určité procesy vyžadují nižší kvalifikovanou, aby mohly být prováděny správným způsobem. Pokud by tedy existovaly nástroje, za jejichž pomoci by bylo možné, aby procesy prováděli pracovníci s menší kvalifikací, pak by bylo udržování kvalifikovaných pracovníků plýtváním. Na druhé straně se často jedná o nenaslouchání pracovníkům, nebo nezájem o pracovníky. Z toho poté plynou ztráty nových nápadů a nových dovedností.

Příčiny

- Neznalost strojů a činností ve výrobním procesu
- Nezájem pracovníků o pracovní růst
- Chybějící nebo nízká motivace pracovníků k podávání návrhů ke zlepšování

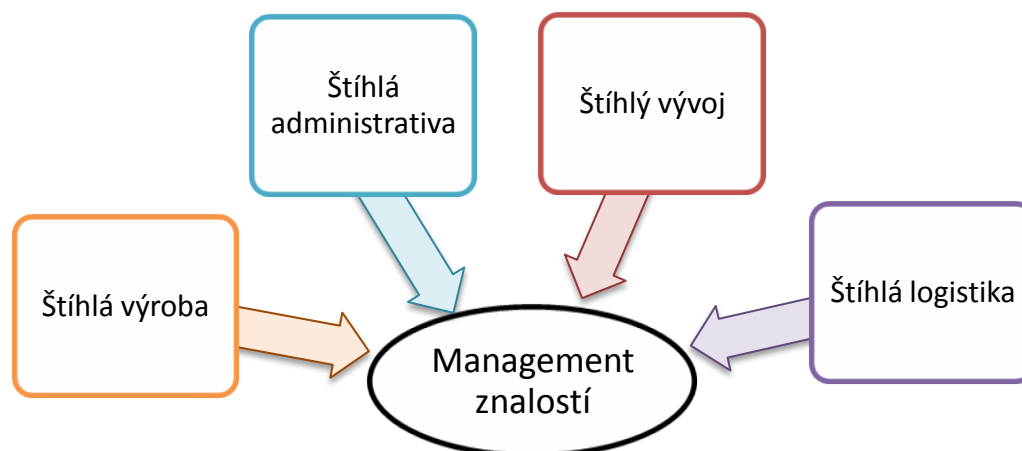
Eliminace

- Rotace na pracovišti
- Motivace zaměstnanců

Odstraňováním plýtvání tedy vždy zlepšujeme proces v očích zákazníka. Jsme schopni mu daný produkt nebo službu nabídnout dříve, levněji a kvalitněji.

5.2 Štíhlý podnik

Štíhlý podnik (Lean Enterprise) je soubor principů, metod a postupů, které odstraňují z procesů plýtvání a pomáhají realizovat podnikatelské strategie. Ovšem pouze toto nestačí, protože podnik tvoří především lidé, jejich postoje k práci, jejich znalosti a motivace. Z tohoto důvodu se špičkové firmy odlišují od jiných tím, že mají propracovaný management znalostí (13). Podstatou štíhlého podniku není snižování nákladů, nýbrž flexibilita, kvalita a rychlost, bez plýtvání. Štíhlost podniku tedy znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně, hned a napoprvé. Dělat je rychleji než ostatní a s vyšší přidanou hodnotou. Strukturu štíhlého podniku zobrazuje Obrázek 5-3. [8]



Obrázek 5-3: Štíhlý podnik [8] (pozn. upraveno)

5.2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba (Lean Manufacturing) je specifický přístup k výrobě, kdy se snažíme uspokojit požadavky zákazníka tím, že budeme vyrábět jen to, co zákazník požaduje, v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady, bez ztráty kvality. Můžeme toho dosáhnout pomocí eliminace plýtvání. Ve štíhlé výrobě se snažíme eliminovat plýtvání z nadvýroby, nadbytečné práce, zbytečných pohybů, zásob, čekání, nekvality a přepravy. Těmito druhy plýtvání jsme se zabývali v Kapitole 5.1. [8]

Abychom byli schopni eliminovat plýtvání, je potřeba se ho nejdříve naučit identifikovat a měřit. Jednou ze základních metod, která nám může být nápomocná při identifikaci plýtvání, je mapování toku hodnot (VSM). Mike Rother a John Shook se věnují VSM ve své knize nazvané *Learning to see* [16]. VSM je velmi užitečný nástroj pro vizualizaci a měření plýtvání v materiálovém a informačním toku hodnot.

Některé další prvky, které nám pomáhají vybudovat štíhlé pracoviště a štíhlou výrobu jsou znázorněny na Obrázku 5-4.

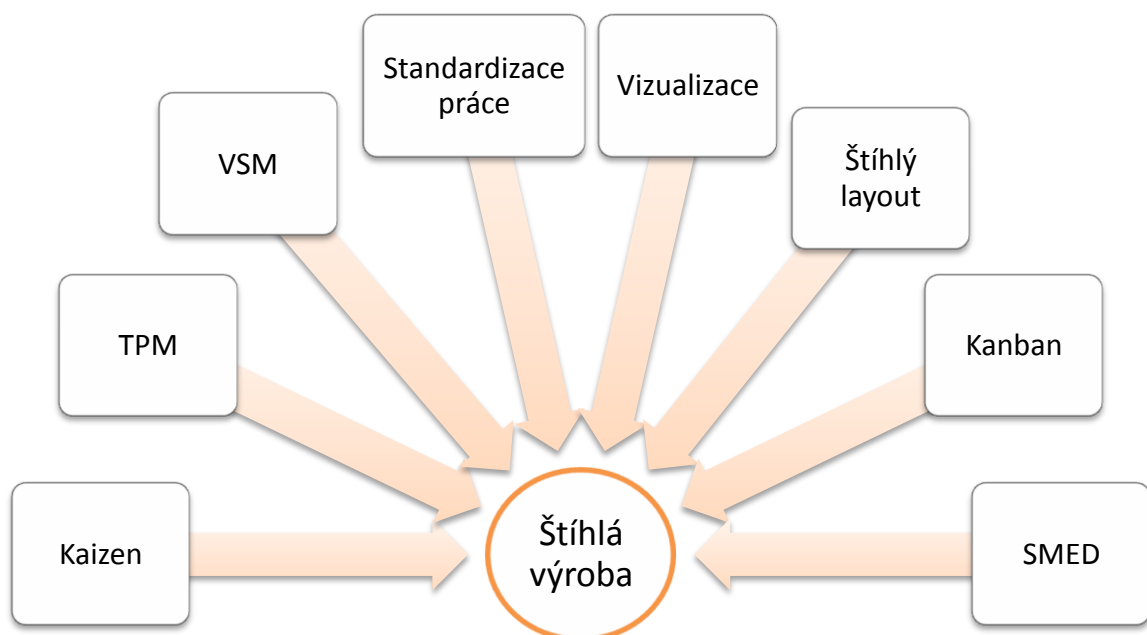
Koncepce štíhlé výroby není tedy řízena tím, že se cena stanoví na základě nákladů a zisku

$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}, \quad (5.1)$$

Nýbrž

$$\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}. \quad (5.2)$$

Protože právě to je motivací pro eliminaci plýtvání.



Obrázek 5-4: Štíhlá výroba [8] (pozn. upraveno)

Pomocí štíhlé výroby lze eliminovat nejen plýtvání, ale i prostoje. Velmi účinnými nástroji na eliminaci prostojů ve výrobě jsou TPM (2) a SMED (3).

5.2.2 Štíhlá administrativa

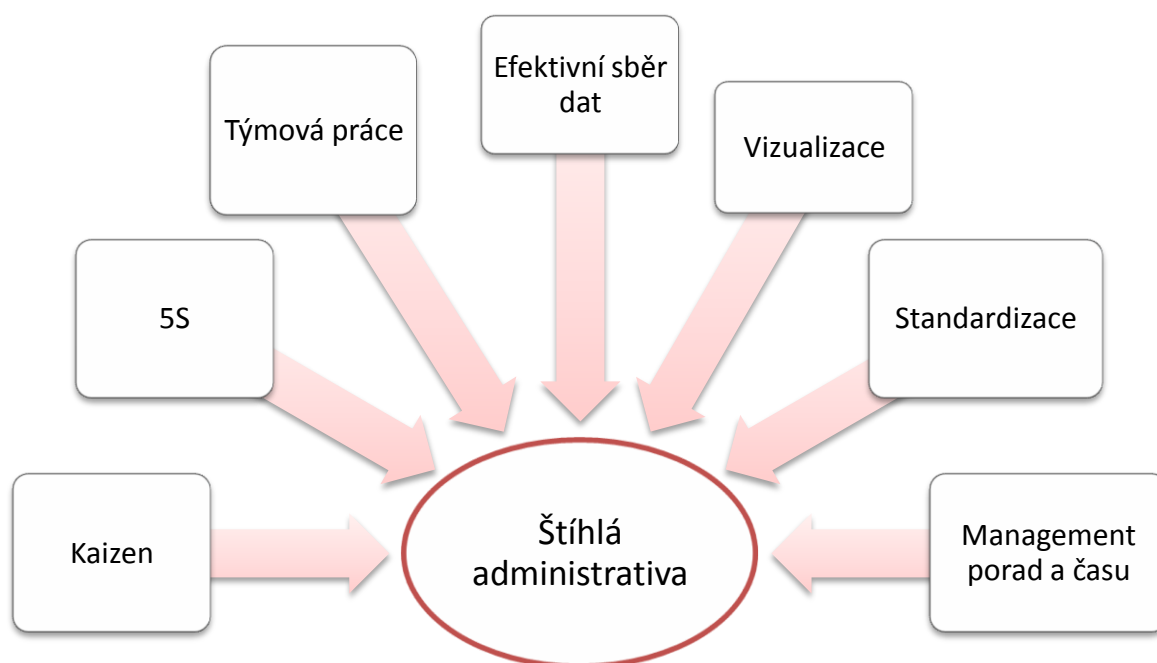
Štíhlá administrativa (Lean Administration). Je známo, že až 50 % průběžné doby zakázky tvoří administrativní procesy. Vysoce ovlivňují celý hodnotový proces. Proto má zvyšování jejich produktivity velký vliv na produktivitu ostatních podnikových procesů.

Příčiny problémů tkví především v komunikaci, ať už mluvíme o komunikaci interní, která probíhá mezi odděleními, lidmi, odlišnými informačními systémy, nebo o komunikaci externí, tedy mezi zákazníky, či dodavateli. Další příčinou je nerovnoměrný příchod zakázek a s tím související kolísavé zatížení jednotlivých oddělení. Jako další mohou být například problémy se softwarem, poruchy zařízení (počítačů, tiskáren,...), nepořádek ve spisech, který vzniká hromaděním nadbytečných dokumentů. Často bývají sbírány nejrůznější statistiky a tabulky. Ve větším množství podkladů je pak hledání správných dokumentů ztrátovou činností. Mezi další příčiny problémů mohou patřit přímo pracovníci, kteří nemají dostatečnou kvalifikaci na danou práci, mají nízkou produktivitu nebo nemohou práci vykonávat, takže ji samostatně nemohou dokončit.

Plýtvání v administrativě vzniká převážně z nadbytku informací (více než zákazník potřebuje, kopie,...), dále přepravou těchto zbytečných informací (k podpisu, do šanonů,...). Jde i o zbytečné pohyby, které lidé při hledání správných dokumentů vykonávají a na druhé straně čekání na dokumenty, podpisy apod. I v administrativě se lze setkat s pojmem zásob, které představují plýtvání. Zásoby představují stohy papírů, položky ke zpracování v počítačích, nepřečtené e-maily apod. V neposlední řadě jsou to chyby. Chyby v informačních systémech, dokumentech, chybná data.

Cílem štíhlé administrativy je zkrátit průběžné doby zakázek. Snížit zásoby a zvýšit přehlednost procesů, aby se zamezilo chybám. To vše vede k vyšší efektivitě administrativních procesů. Na Obrázku 5-5 můžeme vidět prvky štíhlé administrativy, za jejichž pomoci lze dosáhnout právě vyšší efektivity. [8]

Nástroje pro eliminaci plýtvání v administrativě slouží i pro eliminaci prostojů. Zvláště účinným nástrojem je 5S (4), nebo standardizace.



Obrázek 5-5: Štíhlá administrativa [8] (pozn. upraveno)

5.2.3 Štíhlý vývoj

Štíhlý vývoj (Lean Development). Na Obrázku 5-6 vidíme, že největší potenciál pro zlepšení produktu je již v etapě jeho vývoje, kde lze s minimálním úsilím ovlivnit náklady daného produktu. Ve vývojové fázi je možno ovlivnit okolo 70 % celkových nákladů na výrobu a přitom tato fáze představuje asi jen 5 % z výrobních nákladů. Ovlivnění je zde nejjednodušší, protože právě v předvýrobní etapě je možné zabudovat do výroby štíhlé principy, jako je například vylučování chyb, či autonomie pracoviště.



Obrázek 5-6: Vliv vývoje a přípravy výroby na náklady [8] (pozn. upraveno)

Na druhé straně se zde rodí i mnoho problémů, které se projeví později ve výrobním procesu, jak je vidět na Obrázku 5-7. Může se jednat o nekompletní technické dokumentace, nebo nedostatečné přípravy. Kromě redukce nákladů zde hraje roli především redukce času ve vývojových etapách.

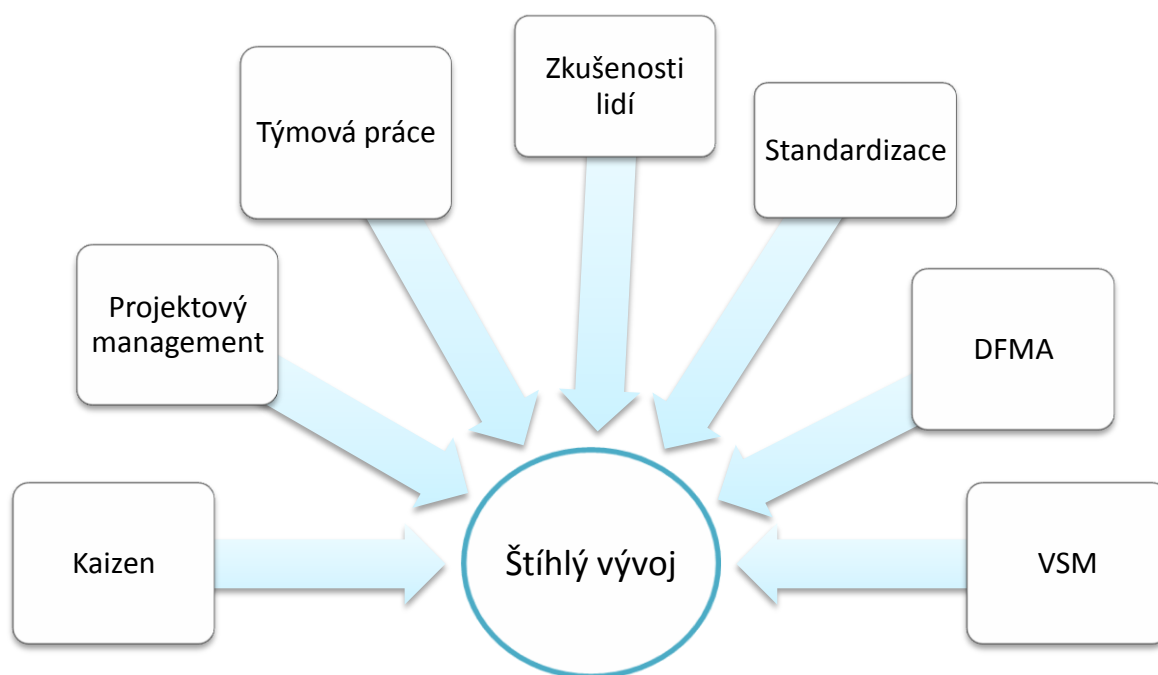


Obrázek 5-7: Vliv vývoje a přípravy výroby na kvalitu [8] (pozn. upraveno)

K plýtvání v oblasti vývoje dochází zejména při vytváření nadbytečné dokumentace, hledání potřebných informací, čekání, při tvorbě změn a odstraňování chyb a v neposlední řadě prováděním zbytečných pohybů.

Stejně jako ve štíhlé výrobě může být pro nás i zde nápomocný nástroj VSM. Ovšem pokud chceme mapovat toky hodnot, je důležité vědět, co vlastně onou hodnotou pro zákazníka je. Košturiak ve své knize *Štíhlý a inovativní podnik* [8] říká: „Všechny nadbytečné funkce výrobku, které neuspokojují potřebu zákazníka, a zákazník za ně musí platit, jsou plýtváním.“ Toto je důležitá informace, hlavně pro marketingová oddělení, jejichž úkolem je zajistit, aby se naslouchalo přáním zákazníků.

Obrázek 5-8 ukazuje další prvky štíhlého vývoje. Zde je opět možné pomocí těchto nástrojů předejít chybám v dokumentaci, které jsou nejčastější příčinou prostoje ve fázi vývoje.



Obrázek 5-8: Štíhlý vývoj [8] (pozn. upraveno)

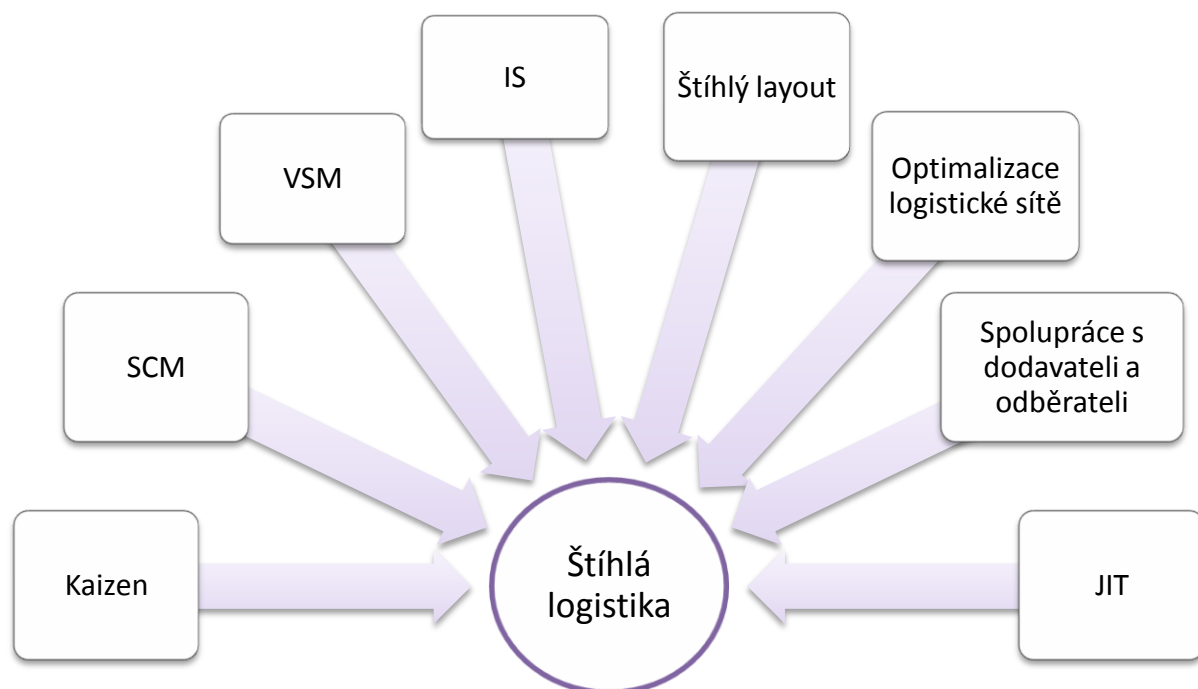
5.2.4 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika (Lean Logistic). Oblast přepravy, skladování a manipulace tvoří až 87 % času, z celkového času, který stráví materiál v podniku. Zaměstnává až 25 % pracovníků podniku a zabírá asi 55 % ploch. Proto je štíhlá logistika důležitým pilířem štíhlého podniku. [8]

Očividnou formou plýtvání v logistice je tvorba zásob. Ty mohou vznikat z různých důvodů, jako nevhodný plánovací systém, chyba dodavatele nebo chyba v dokumentaci. Dále zbytečná manipulace s materiálem vzniklá přeskládáváním a neopodstatněnými přesuny. Odstraňování poruch v systému logistiky a s tím spjaté i čekání. Nevyužití přepravních kapacit. Přetěžování kapacit, kdy dochází ke znehodnocení. Závěrem opět chyby, ať už v množství materiálu, čase doručení, či místě doručení.

Cílem štíhlé logistiky je uspokojení potřeb zákazníků, s co nejnižšími náklady a v přijatelné kvalitě. Používá se metod a přístupů s cílem optimalizace všech činností. Některé z těchto přístupů jsou zobrazeny na Obrázku 5-9. Štíhlá logistika přináší redukcí stavu zásob a nákladů, s čímž se váže i redukce potřebných skladovacích ploch, manipulačních jednotek a pracovníků. Standardizací procesů dosáhneme větší přehlednosti a spolehlivosti. Pomocí

efektivního plánování a řízení výroby tak můžeme zvýšit pružnost a konkurenceschopnost našeho podniku. [8]



Obrázek 5-9: Štíhlá logistika [8] (pozn. upraveno)

6 Praktická část – Cíle

Cílem praktické části diplomové práce je prozkoumání současného stavu vybraného úseku. Následné měření pomocí snímků pracovního dne, které povede k přehledu rozdělení času směny a k odhalení vznikajících prostojů. Dále analýza vzniklých prostojů a návrhy na jejich odstranění.

Postup řešení dané problematiky:

- Analýza současného stavu společnosti
- Popis výrobních prostor
- Výběr úseku pro provedení analýzy
- Popis vyráběných produktů
- Popis výrobního procesu
- Výběr úzkého místa pro měření
- Snímek pracovního dne
- Vyhodnocení provedených měření
- Návrhy na zlepšení stavu

6.1 Analýza současného stavu ve společnosti

Téma diplomové práce je zaměřeno na analýzu prostojů. Analytická část práce byla vypracována ve společnosti IDEAL Automotive Bor s.r.o., na pobočce se sídlem v Ostrově u Stříbra. Hlavním cílem práce je zmapování času směny a určení vznikajících prostojů. Následně navržení možných opatření na eliminaci ztrát.

6.1.1 Charakteristika společnosti [4]

Společnost se zabývá vývojem a výrobou technických textilií a tvarovaných výlisků pro interiéry a exteriéry vozidel. IDEAL Automotive Bor s.r.o., provozovna Ostrov II. je jednou z pěti poboček v České republice. Ostrov II je zaměřen na výrobu malých a středních sérií, výrobu dílů, tvarování textilních kompozitních dílů, řezání vodním paprskem a ultrazvukové svařování.



Obrázek 6-1: Logo společnosti [4]

Základní body historie společnosti:

- **1964** - Založení firmy Schaeffler Teppichboden GmbH v Bambergu
 - Výroba textilních obkladových dílů pro automobilový průmysl
- **1965** - Vybudování produkce vpichovaného rouna
- **1967** - Vybudování produkce všívaných materiálů pro výrobu všívaných kvalit pro civilní použití a použití v automobilovém průmyslu
- **1999** - Založení IDEAL Automotive Bor, s.r.o., Bor / Česká republika
- **2014** - Založení IDEAL Automotive Bor, s.r.o., provozovna Ostrov II / Česká republika



Obrázek 6-2: Provozovna Ostrov II. [4]

Společnost se zabývá výrobou interiérů, exteriérů a zavazadlových prostor automobilů. Z hlediska interiéru se jedná o podlahové obložení, koberečky a obkladové díly z plastu. V zavazadlovém prostoru se specializuje na obložení bočních stran, podlahu ložné plochy, obložení prohlubně pro rezervní kolo, obložení dveří zavazadlového prostoru, obložení opěrek sedadel a obložení ložné plochy. V oblasti exteriéru se jedná o podběhy kol.



Obrázek 6-3: Portfolio společnosti [4]

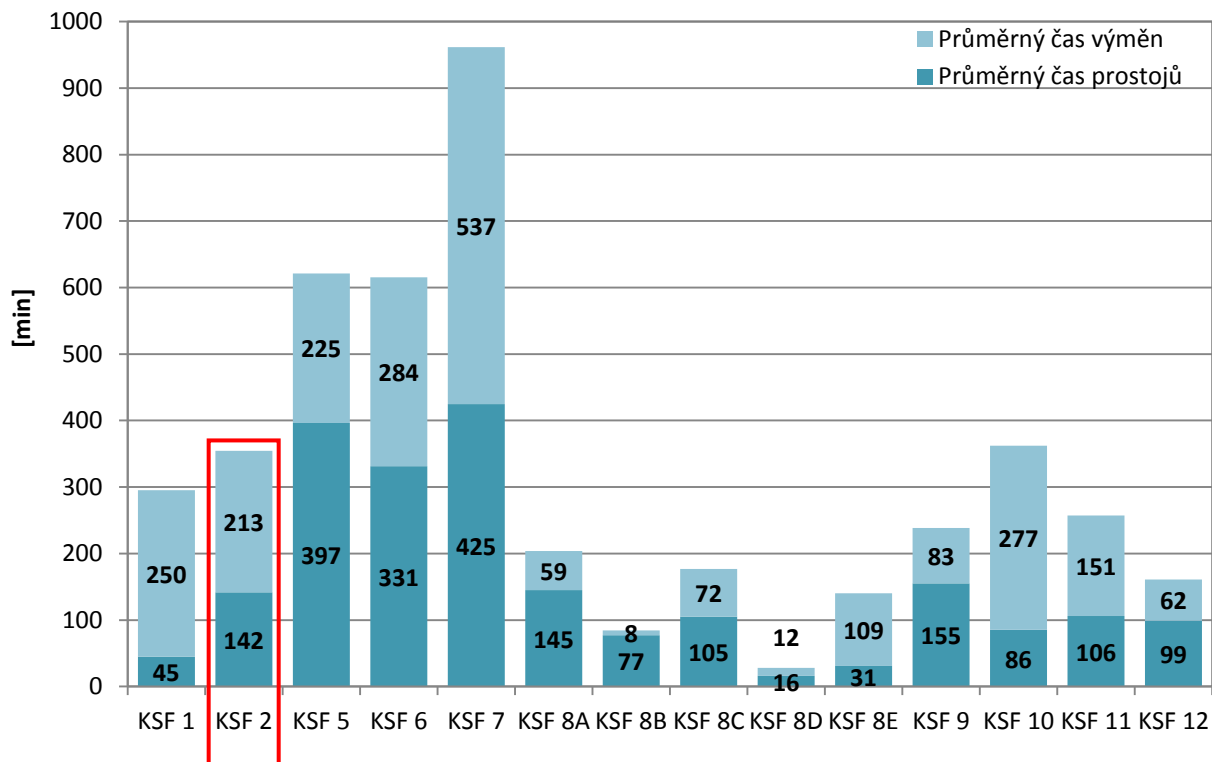
6.1.2 Výběr úseku pro analýzu

Prostor výrobní haly je rozdělen na čtrnáct výrobních jednotek zvaných Inselů. Prvním úkolem bylo vybrat z těchto čtrnácti výrobních úseků jeden, na kterém bude provedeno měření. Za tímto účelem byla shromážděna data o prostojích za uplynulý měsíc. Tabulka 6-1 uvádí přehled časů prováděných výměn nástrojů/forem (V) a vzniklých prostojů (P) na jednotlivých Inselech v minutách, v průběhu pěti týdnů (KW 9 – KW 13).

Tabulka 6-1: Časy výměn a prostojů v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13)

		Čas výměn a prostojů [min]													
		KSF 1	KSF 2	KSF 5	KSF 6	KSF 7	KSF 8A	KSF 8B	KSF 8C	KSF 8D	KSF 8E	KSF 9	KSF 10	KSF 11	KSF 12
1. týden	V	0	225	310	355	375	175	80	120	0	25	113	80	60	127
	P	155	194	185	228	517	0	0	5	0	370	121	302	0	70
2. týden	V	25	173	446	345	764	105	105	85	20	45	242	155	170	65
	P	205	219	337	488	600	0	21	355	20	35	40	192	100	0
3. týden	V	130	145	535	500	320	193	100	115	60	0	176	70	155	110
	P	205	219	160	364	976	187	7	0	40	92	220	402	346	77
4. týden	V	0	115	392	184	365	145	55	100	0	85	150	73	85	55
	P	317	191	283	206	363	33	10	0	0	14	35	248	202	93
5. týden	V	70	51	300	272	300	107	45	105	0	0	95	50	60	138
	P	369	240	158	135	228	74	0	0	0	35	0	239	108	70

Graf na Obrázku 6-4 ukazuje průměrné hodnoty času výměn a času vzniklých prostojů v minutách na všech Inselech, v časovém horizontu pěti týdnů (KW 9 - KW 13).



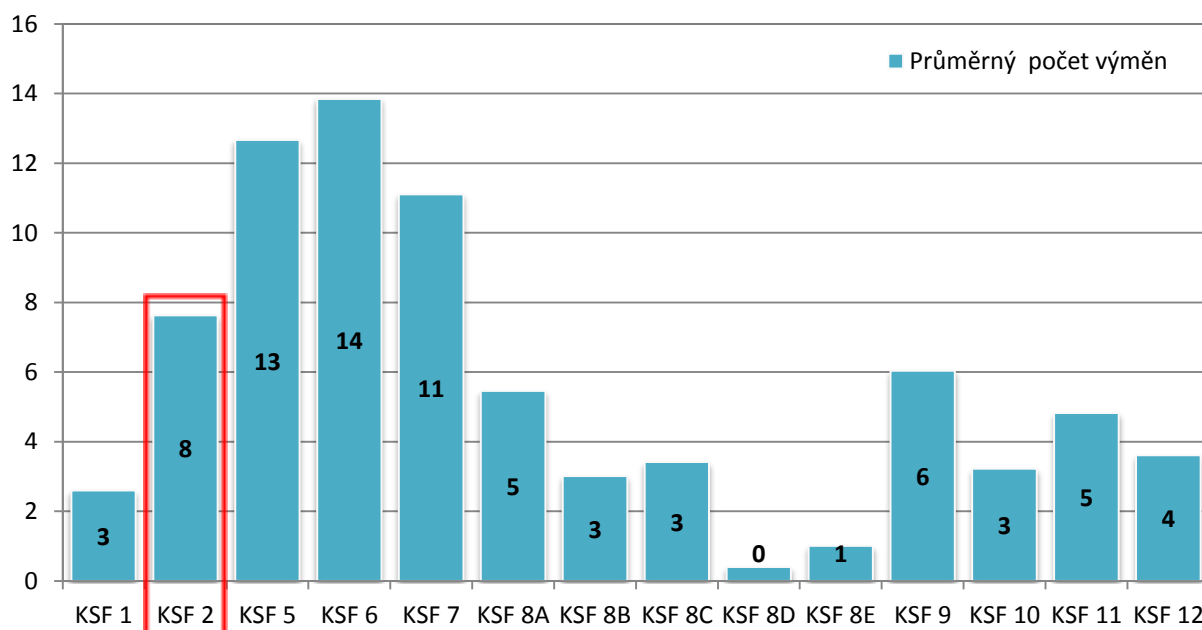
Obrázek 6-4: Průměrné časy prostojů a výměn (KW 9 - KW 13)

Tabulka 6-2 udává souhrn počtu výměn nástrojů/forem provedených na jednotlivých Inslech v uplynulých pěti týdnech (KW 9 - KW 13).

Tabulka 6-2: Počty výměn v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13)

Počet výměn nástrojů/forem														
	KSF 1	KSF 2	KSF 5	KSF 6	KSF 7	KSF 8A	KSF 8B	KSF 8C	KSF 8D	KSF 8E	KSF 9	KSF 10	KSF 11	KSF 12
1. týden	0	8	13	15	13	7	3	4	0	1	5	3	2	6
2. týden	1	6	11	12	17	4	4	3	0	2	8	5	12	2
3. týden	5	4	20	19	10	6	4	3	2	0	7	3	5	3
4. týden	4	18	8	15	6	6	2	3	0	2	6	3	3	2
5. týden	3	2	11	8	10	4	2	4	0	0	4	2	2	5

Na Obrázku 6-5 je graficky znázorněn počet výměn nástrojů/forem na jednotlivých pracovištích, ke kterým došlo v průběhu pěti týdnů (KW 9 - KW 13).



Obrázek 6-5: Průměrný počet výměn (KW 9 - KW 13)

Jako další parametr pro porovnání pracovišť byla stanovena technologická využitelnost. Tento ukazatel byl určen jako podíl času vynaloženého na výměny nástrojů/forem, k odpracovanému času.

$$Technická\ využitelnost = 1 - \left(\frac{\text{Čas\ prosto\ jů\ a\ výměn}}{\text{Odpracované\ hodiny}} \right) \cdot 100 [\%] \quad (6.1)$$

kde

Odpracované hodiny jsou rovny násobku počtu směn v týdnu a délky směny.

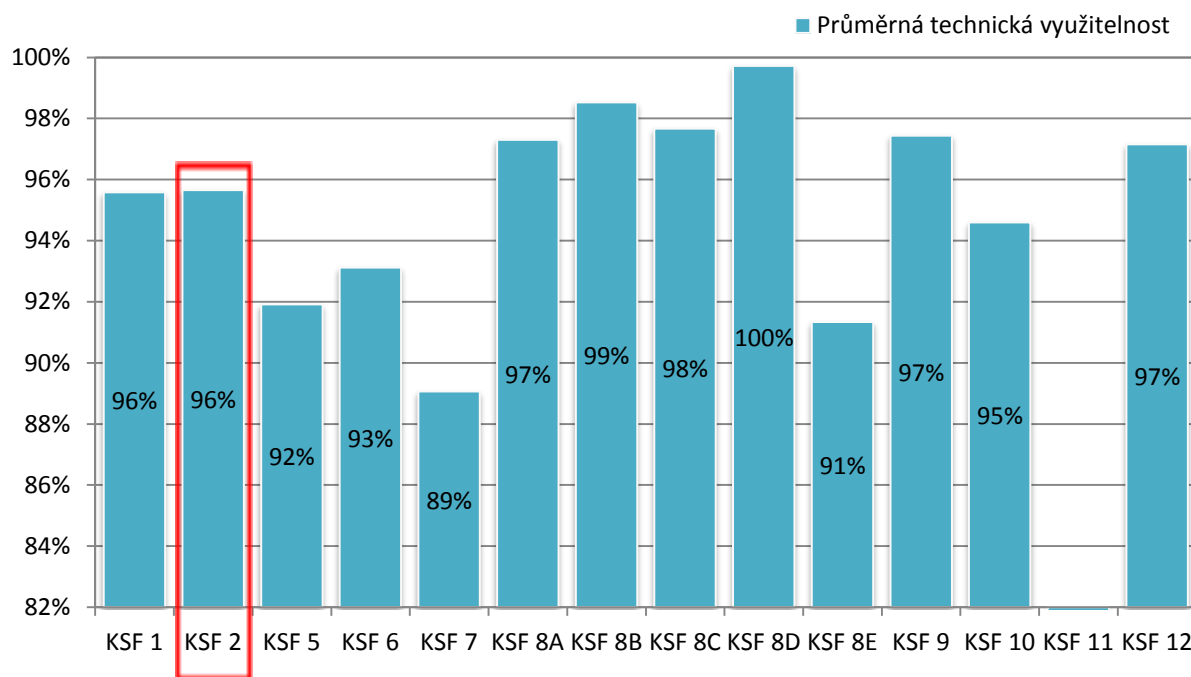
Všechna použitá data lze nalézt v Příloze č. 5.

Tabulka 6-3 představuje souhrn vypočtených hodnot za období pěti týdnů (KW 9 - KW 13), na jednotlivých Inselech.

Tabulka 6-3: Technická využitelnost v jednotlivých týdnech (KW 9 - KW 13)

Technická využitelnost														
	KSF 1	KSF 2	KSF 5	KSF 6	KSF 7	KSF 8A	KSF 8B	KSF 8C	KSF 8D	KSF 8E	KSF 9	KSF 10	KSF 11	KSF 12
1. týden	98%	95%	93%	92%	88%	96%	98%	98%	100%	73%	97%	95%	0%	94%
2. týden	97%	97%	94%	93%	91%	100%	99%	95%	100%	98%	99%	97%	0%	100%
3. týden	96%	97%	97%	95%	86%	97%	100%	100%	99%	94%	97%	95%	94%	99%
4. týden	94%	95%	86%	93%	87%	96%	97%	98%	100%	93%	96%	93%	93%	97%
5. týden	92%	95%	89%	93%	92%	97%	98%	97%	100%	99%	98%	93%	96%	96%

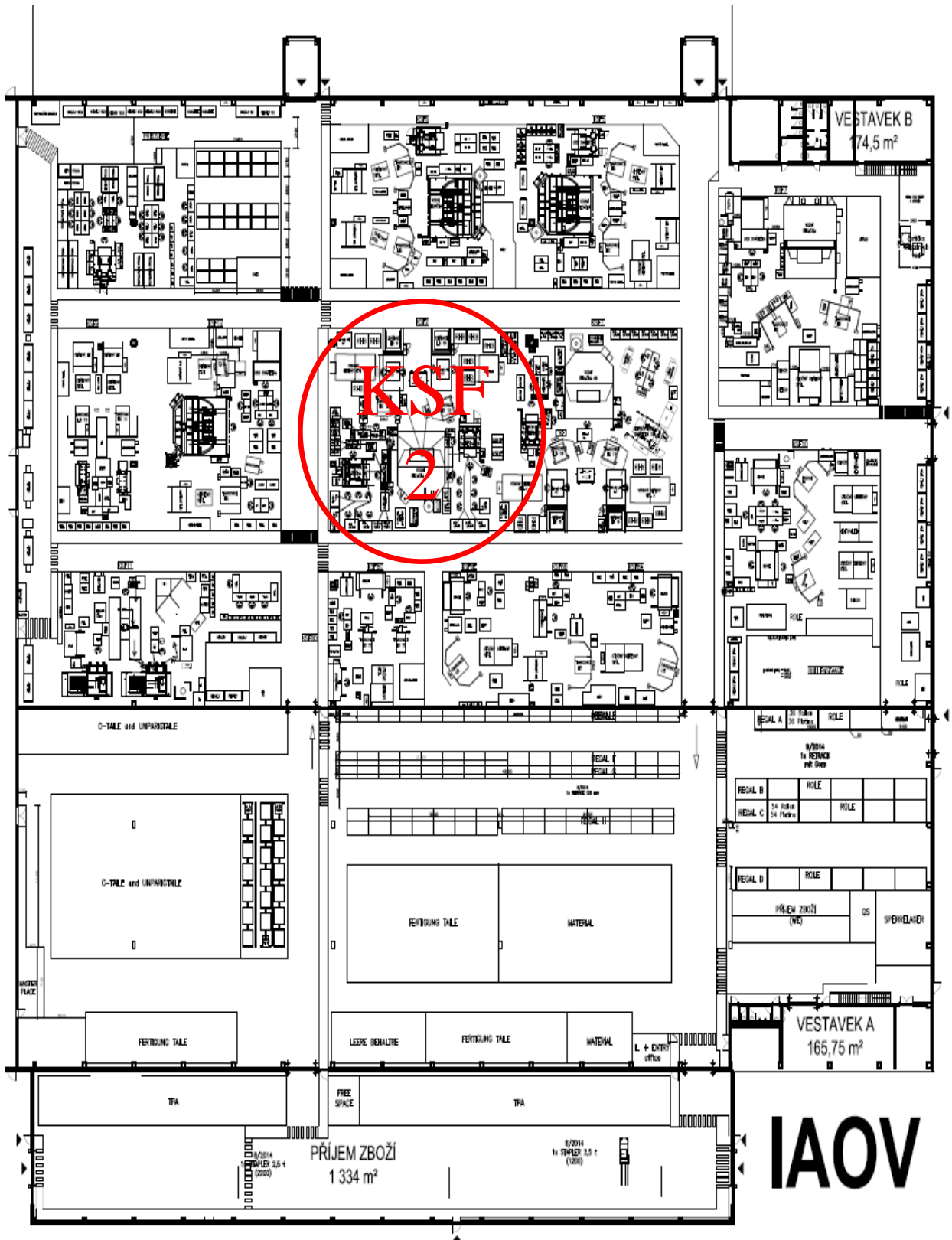
Obrázek 6-6 ukazuje průměrnou technickou využitelnost Inseľů v období pěti týdnů (KW 9 - KW 13). Pro Inseľ KSF 11 nebyla k dispozici všechna potřebná data.



Obrázek 6-6: Průměrná technická využitelnost (KW 9 - KW 13)

Přestože Inseľ KSF2 (Daimler) nevykazuje v posledních pěti týdnech ve všech porovnáních nejhorší hodnoty, byl určen jako místo vhodné pro provedení měření. Především proto, že Inseľ KSF2 je klíčový z hlediska požadavků zákazníka (Daimler). Je zde tendence omezit prostoje minimálně na hodnotu 180 min za směnu, prostoj vzniklý nad touto hranicí znamená náhradní víkendovou směnu, která s sebou přináší další náklady. Hodnoty KSF2 jsou v dlouhodobém horizontu nestabilní a v celkovém přehledu se rozhodně řadí mezi podprůměrné.

Poloha výrobního Inseľu KSF2 ve výrobní hale je vyznačena na Obrázku 6-7. Další text práce je věnován pouze vybranému Inseľu KSF2.



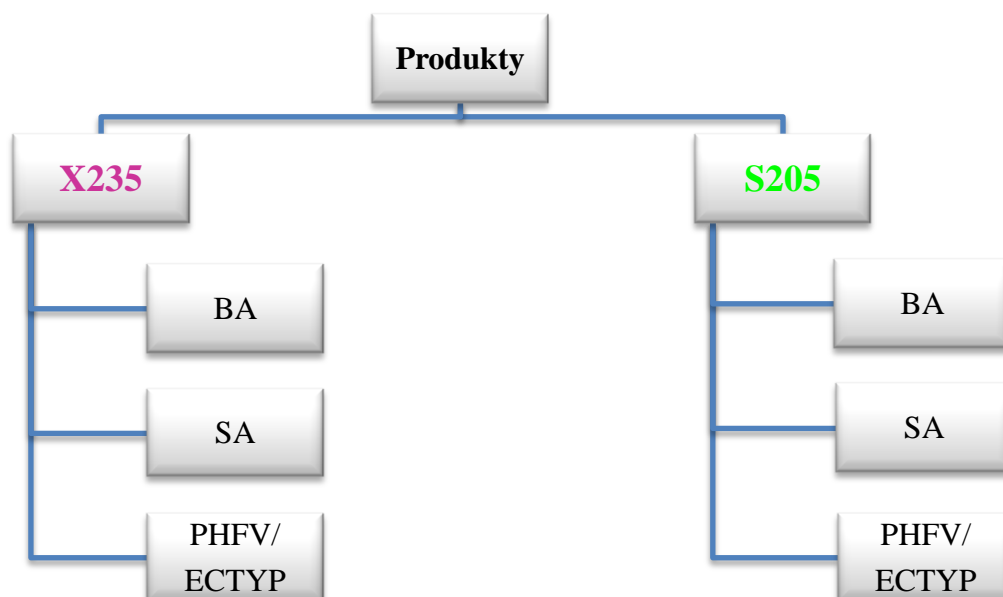
Obrázek 6-7: Layout výrobní haly [3]

7 Specifikace vybraného úseku

Následující kapitola se věnuje bližší specifikaci vybraného Inselu KSF 2. Je zde popsáno, jaké produkty se na KSF2 vyrábějí, rozestavení strojních zařízení, materiálové toky a detailní popis činností na pracovištích.

7.1 Vyráběné produkty

Na Inselu KSF2 jsou vyráběny dva hlavní druhy produktů. Od každého produktu existují ještě další modifikované typy produktů. Dále jsou jednotlivé typy děleny z hlediska levé a pravé strany. Přehled všech druhů a typů je znázorněn na Obrázku 7-1.



Obrázek 7-1: Přehled vyráběných produktů

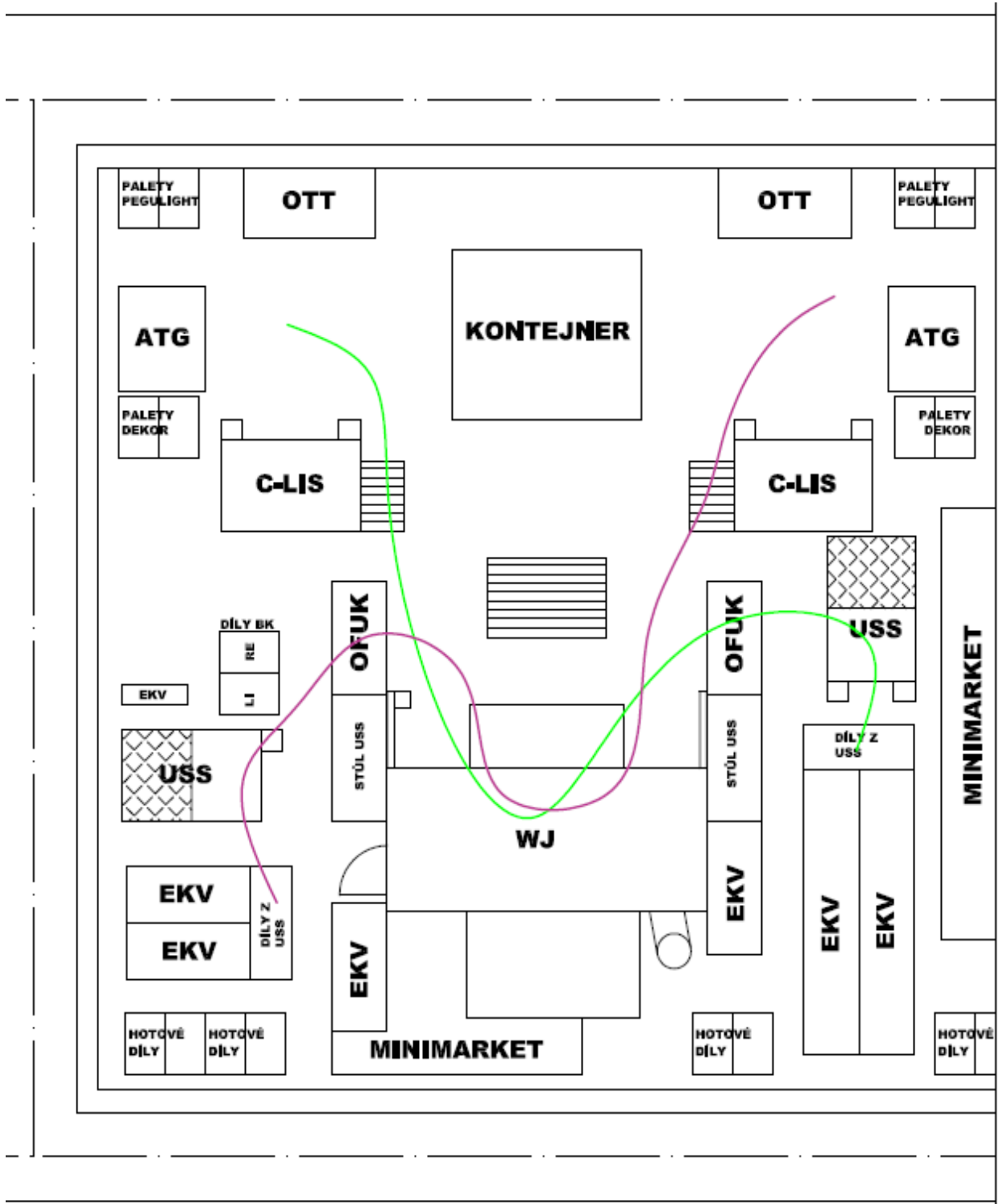
7.2 Materiálové toky

Analytická část práce je zaměřena na Insel s označením KSF2. Ten se skládá celkem ze sedmi pracovišť, které na sebe navazují. Stroje na Inselu KSF2 pracují běžně na 3 směny v pracovních dnech. V některých případech pokračuje provoz i o víkendech. Probíhá zde výroba dvou základních druhů výrobku, které se dále člení dle Obrázku 7-1 výše. Insel KSF2 se tedy dělí na dva základní výrobní toky.

Díl X253 začíná na pracovišti *Formování*, pokračuje přes pracoviště *Vodní řezání* na pracoviště *USS svařování*, ze kterého pokračují díly na jednotlivé pracoviště *Montáže*, kde probíhá montáž drobných součástí a kontrola a balení dílů.

Díl S205 má obdobný výrobní postup. Začíná na pracovišti *Formování*, pokračuje přes *Vodní řezání* na *USS svařování* a dále na *Montáž*, kde dochází na dělení podle typů, které jsou zrovna produkovány.

Obrázek 7-2 ukazuje výše popsané materiálové toky. Zelenou barvou je naznačen výrobní postup dílu S205 a fialovou barvou výrobní postup dílu X253. Rozvržení strojů na obrázku je pouze schematické, není v žádném měřítku.



Obrázek 7-2: Materiálové toky

7.3 Popis procesů výroby [3]

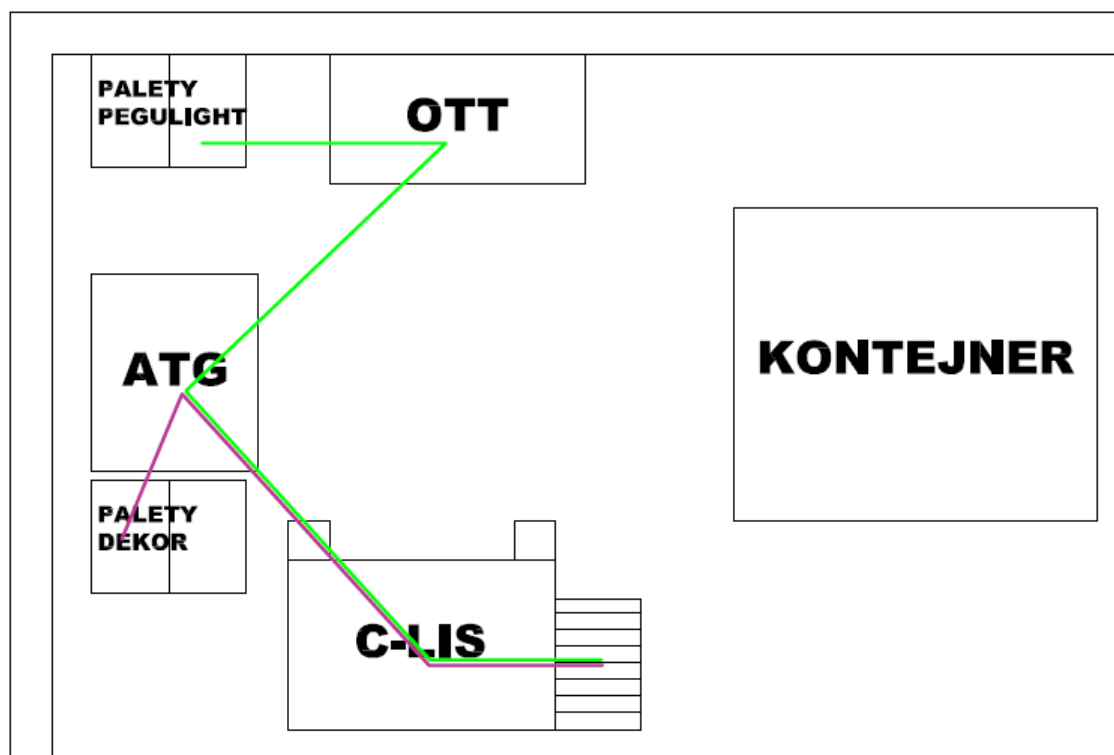
Na Inselu KSF2 jsou rozmístěny čtyři základní druhy pracovišť. V této podkapitole jsou popsány procesy, které probíhají na jednotlivých pracovištích.

1) Formování

Pracoviště *Formování* se na Inselu KSF2 vyskytuje dvakrát. Jednou pro výrobu dílu X253 a podruhé pro výrobu dílu S205. Na *Formování* jsou umístěni dva pracovníci a tři strojní zařízení. Jedná se o stroje:

- Ohřívací lis (OTT)
- Ohřívací stůl (ATG)
- Formovací hydraulický lis (C-lis)

Na pracoviště *Formování* přichází materiál ze skladu v podobě jedné palety pegulightu a jedné palety dekoru. Obrázek 7-3 ukazuje schematické rozmístění strojů na pracovišti *Formování*. Zelenou barvou je naznačen pohyb pegulightu, fialovou barvou je naznačen pohyb dekoru po pracovišti.



Obrázek 7-3: Pracoviště Formování

a) Produkt X253

Dekor je vložen jedním operátorem do ohřívacího stolu. Druhý operátor mezitím vloží dva kusy pegulightu do ohřívacího lisu a zmáčkne tlačítko START. Tím je spuštěn chod, jak ohřívacího stolu, tak i ohřívacího lisu. Strojní čas je 59 sekund. Po dokončení oba operátoři společně přenesou zahřátý, slisovaný pegulight na zahřátý dekor v ohřívacím stole a dále se sendvič materiálů přenesou na formovací lis, kde se položí a natluče kartáčem na jehelní rám. Oba operátoři přejdou ke svým ovládacím panelům a stisknou tlačítko START, které drží až do uzavření formy. Jedná se o bezpečnostní opatření, aby se zamezilo vstupu operátora do pracovního prostoru lisu a případnému poranění operátora. Po rozsvícení zeleného světla a zaznění zvukového signálu jeden z operátorů

stiskne zelené tlačítko na ovládacím panelu a tím dojde k otevření formovacího lisu. Každý z operátorů ořízne půlku vylisovaného dílu a oříznutý díl vyjmou z lisu. Jeden z operátorů odloží díl na určené odkládací místo, mezitím druhý operátor vyhodí odřezky do připraveného kontejneru, dle zásad třídění odpadu.

b) Produkt S205

Formování produktu S205 se liší od předchozího pouze v několika bodech. Strojní čas ohřívacího lisu a tedy i ohřívacího stolu je 63 sekund. Postup je stejný až do poslední fáze, kdy po otevření lisu vyjmou operátoři tři díly místo jednoho, jak ukazuje Obrázek 7-4. Jedná se o pravý díl, levý díl a díl s deklíkem, který je zapotřebí ještě rozříznout napůl. Díly se odloží na určené místo a odřezky se vyhodí do připraveného kontejneru dle zásad třídění odpadu.



Obrázek 7-4: Díly S205 z procesu Formování [3]

2) Vodní řezání

Pracoviště *Vodní řezání* se na Inselu KSF2 vyskytuje pouze jednou. Je zde umístěn jeden pracovník a jedno strojní zařízení, konkrétně Cutting Box Original V, který je vyobrazen na Obrázku 7-5.

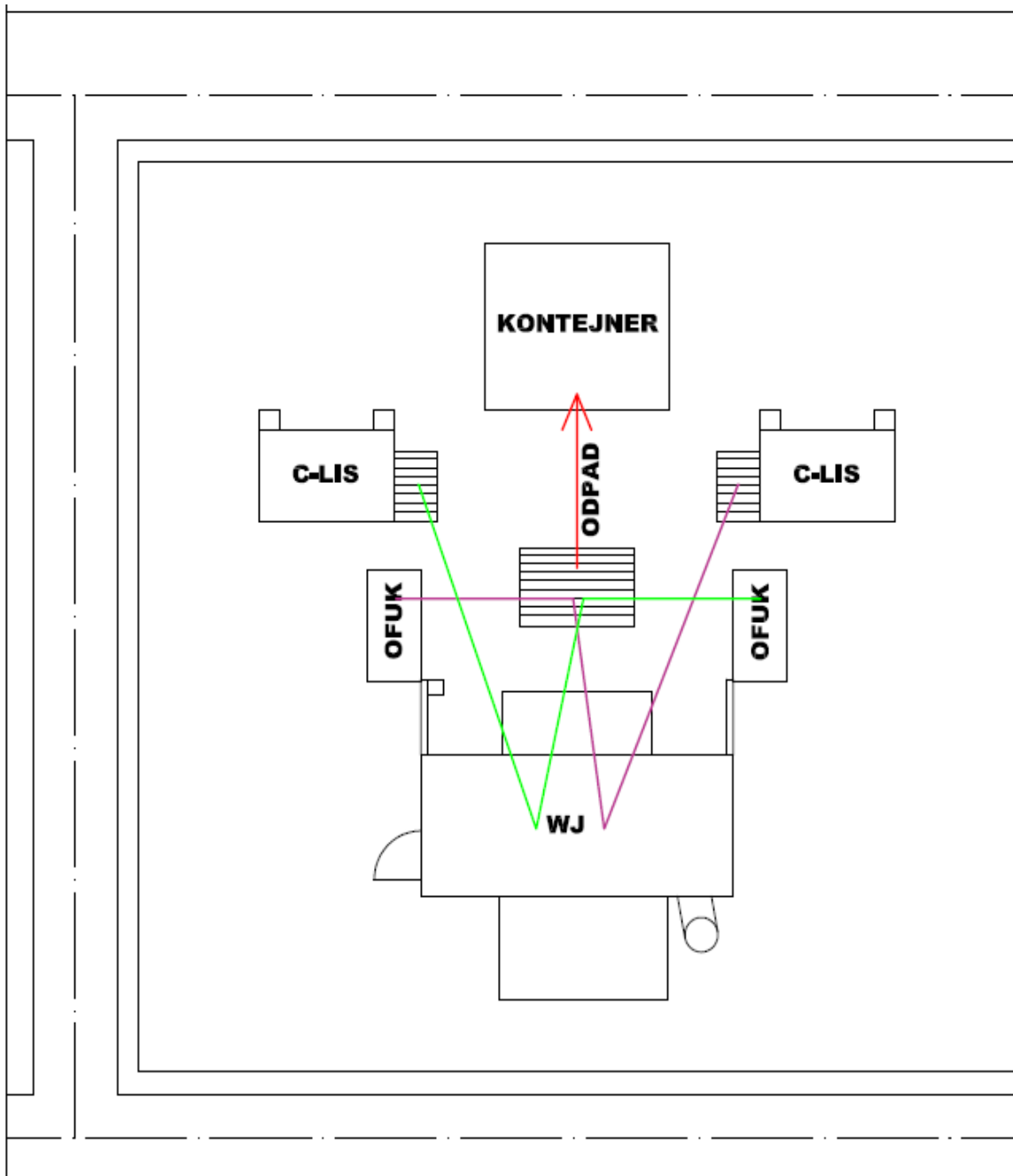


Obrázek 7-5: Cutting Box Original V [7]

Probíhá zde střídavě výroba dvou druhů dílů, X253 a S205. Stroj pracuje na principu otočného stolu, kdy po upevnění prvního druhu dílu na šálu stroje se otočný stůl otočí a upevněné díly zajedou do pracovního prostoru stroje, kde jsou opracovány. Operátor mezitím upevňuje na šálu druhý druh dílu. Následuje opět otočení pracovního stolu stroje a celý proces se opakuje. U zakládání dílů je důležité, aby operátor stihl založit

díl do doby, než ukončí robot řezný proces. V opačném případě nastává prodleva 5 sekund, při které dochází ke kontrole robotů. Tato prodleva je vnímána jako časová ztráta.

Na toto pracoviště přichází materiál ze dvou stran, z obou pracovišť *Formování*. Z jedné strany v podobě jednoho deklů SVKL dílu X253. Z druhé strany v podobě dvou deklů SVKL a deklíků dílu S205. Obrázek 7-6 ukazuje rozložení strojů na pracovišti *Vodního řezání*. Zelenou barvou je naznačen pohyb materiálu dílu S205, fialovou barvou je naznačen pohyb materiálu dílu X253. Červená barva ukazuje směr odpadu z manipulačního stolu do kontejneru.



Obrázek 7-6: Pracoviště Vodní řezání

a) Produkt X253

Nejprve je potřeba založit díl do šály stroje a řádně upevnit. Poté operátor opustí pracovní prostor a potvrdí tlačítkem světelnou závoru. Následně stiskne tlačítko START. Dojde k otočení pracovního stolu a díl je opracováván. Po skončení operace je zapotřebí vyndat čtyři deklíky a dva díly. Vše předat na místo určené k odkládání dílů. Závěrem vyndat odřezky a vyhodit do určeného kontejneru, dle zásad třídění odpadu. Pracovní postup pokračuje založením dílu S205.

b) Produkt S205

Zde je potřeba založit levý a pravý díl do šály samostatně a řádně zafixovat. Založit neořezané deklíky do šály, upnout a zajistit. Poté operátor opustí pracovní prostor a potvrdí tlačítkem světelnou závoru. Následně stiskne tlačítko START. Dojde k otočení pracovního stolu a díl je opracováván. Po skončení operace je zapotřebí vyříznuté deklíky a boční obložení odložit na určené místo. Závěrem vyndat odřezky a vyhodit do určeného kontejneru, dle zásad třídění odpadu.

3) USS svařování

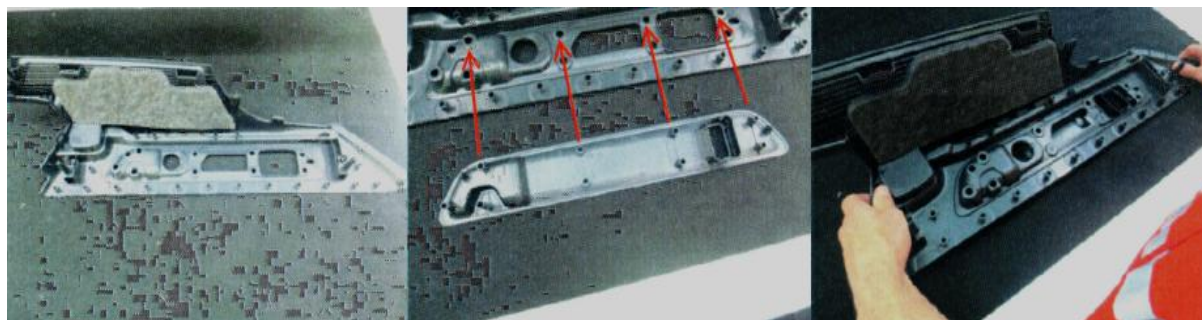
Pracoviště *USS svařování* se na Inselu KSF2 vyskytuje dvakrát. Jednou pro výrobu dílu X253 a podruhé pro výrobu dílu S205. Na *USS svařování* je umístěn jeden pracovník a jedno strojní zařízení. Jedná se o robotické svařování ultrazvukovou svářečkou. Od obou druhů dílů (X253, S205) se zde vyskytuje levá (Li) a pravá (Re) varianta. Ultrazvuková svářečka je vybavena opět otočným pracovním stolem.

a) Produkt X253

Na toto pracoviště přichází materiál jednak z pracoviště *Vodního řezání*, v podobě SVKL deklů (Re, Li), které projdou ještě přes pracoviště *Ofuku*, kde jsou odstraněny nečistoty a otřepy. Dále přichází materiál z pracoviště *Montáže* v podobě Bordkante a Schalterleiste. Tlumení je dodáváno systémem Kanban z místního minimarketu.

• **Pravá varianta (Re)**

V pravé variantě je vyráběn pouze typ BA. Operátor vloží díl Schalterleiste do Bordkante, podle Obrázku 7-7 a založí je společně do USS kopyta. K nim vloží díl SVKL Re a spojí je pomocí plastových válečků na Bordkante po celé šíři. Poté do dvou vymezovačů vloží operátor příslušné tlumení. Následně vystoupí ze světelné závory, uvolní závoru stiskem tlačítka na ovládacím panelu a stiskne tlačítko START. Pracovní stůl se otočí a díl se začne opracovávat. Operátor začne zakládat díl Li. Po skončení operace operátor díl Re vyjme z USS kopyta a odnese na určené odkládací místo.



Bordkante Re

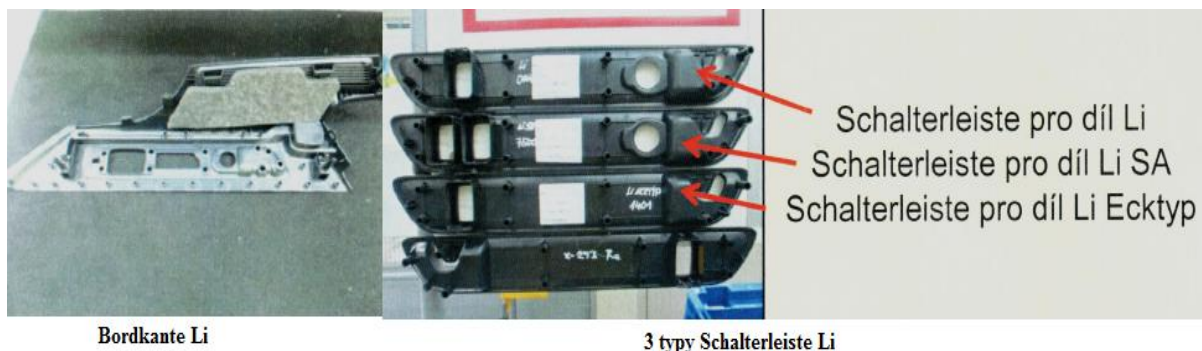
Vložení Schalterleiste do Bordkante

Správně vložený díl

Obrázek 7-7: Vložení Schalterleiste do Bordkante [3]

- **Levá varianta (Li)**

V levé variantě jsou vyráběny tři různé typy (BA, SA, ECTYP), které se liší v podobě Schalterleiste, jak je vidět na Obrázku 7-8. Zbývající postup je obdobný jako u pravé varianty. Operátor vloží příslušný díl Schalterleiste do Bordkante a následně umístí díly do USS kopyta, k nim přiloží díl SVKL Li a spojí pomocí válečků na Bordkante. Vloží tlumení do vymezovačů a vystoupí ze světelné závory. Stiskem tlačítka uvolní světelnou závoru a zmáčkne tlačítko START. Pracovní stůl se otočí a díl se začne opracovávat. Operátor začne zakládat díl Re. Po skončení operace operátor díl Li vyjme z USS kopyta a odnese na určené odkládací místo.



Obrázek 7-8: Typy Schalterleiste [3]

b) Produkt S205

U S205 se vyskytuje opět levá a pravá varianta. Varianty se od sebe liší provedením dílu SVKL a tím pádem je zde rozdíl i v podobě svařovacího kopyta. Pracovní postup je ovšem pro obě varianty shodný. Materiál přichází z pracoviště *Vodního řezání* v podobě SVKL deklů, které projdou ještě přes pracoviště *Ofuku*, kde jsou odstraněny nečistoty a otřepy. Tlumení je dodáváno systémem Kanban z místního minimarketu.

Operátor nejdříve nasadí příslušná tlumení do vymezovačů, poté založí odpovídající díl SVKL. Zajistí všechny potřebné upínky. Přejde k ovládacímu pultu a stiskne tlačítko START. Pracovní stůl se otočí a díl se začne opracovávat. Operátor zakládá nový díl. Po skončení pracovní operace se stůl opět otočí. Operátor odjistí všechny upínky, vyndá díl z USS kopyta a odnese ho na příslušné odkládací místo.

4) Montáž (EKV)

Pracoviště *EKV* (*Endkontrolle Verpackung*) se na Inselu KSF2 vyskytuje opět dvakrát. Jednou pro výrobu produktu X253 a podruhé pro výrobu produktu S205. Každé z těchto pracovišť se skládá z několika montážních stolů vybavených potřebným příslušenstvím. Materiál je na pracoviště dodáván ze skladu a z pracoviště *USS svařování* jsou dodávány SVKL deklů. Probíhá zde montáž drobných dílů, lepení tlumení, tisk a lepení etiket. Dále čištění a kartáčování a také závěrečná kontrola a balení. Poslední článek na pracovišti *EKV* je klíčový z hlediska kontroly. Probíhá zde ověřování 100% kontroly kvality dílu, komponentů a etiket.

Pracoviště *EKV* je velmi členěné z hlediska druhů a typů dílů, probíhá zde velké množství drobných operací, které nejsou pro naše účely příliš podstatné, proto zde nebudou podrobně popisovány.

8 Časový snímek pracovního dne

V kapitole 2 byly popsány jednotlivé metody časové studie pro určení skutečné spotřeby času. Pro účely analyzování prostojů ve výrobě byla vybrána, jako nejvhodnější metoda - snímek pracovního dne jednotlivce, který nám umožňuje mapovat všechny činnosti během směny a jejich dobu trvání.

8.1 Výběr sledovaného pracoviště

Dle pozorování a měření, bylo zjištěno, že první pracoviště *Formování* není kritickým bodem procesu výroby. Následující pracoviště *Vodního řezání* již vykazuje jisté známky kritického místa. Pracoviště *USS svařování*, které navazuje na pracoviště *Vodního řezání* je zpožděno především v důsledku právě zmíněného *Vodního řezání*. Dále se tedy zaměříme hlavně na tyto dvě pracoviště, *Vodní řezání* a *USS svařování*, kde budou provedeny snímky pracovního dne, abychom byli schopni určit rozložení času v průběhu směny a mohli dále tyto časy analyzovat.

8.2 Zaznamenávací arch

Do přípravné fáze snímkování patří nejen výběr pozorovaného objektu, sběr informací nutných k seznámení se s činnostmi, které na pracovišti probíhají, ale také příprava zaznamenávacího archu. Pozorovací arch by měl obsahovat všechna důležitá identifikační data, jako jsou:

- Datum
- Číslo pozorovacího listu
- Začátek pozorování
- Konec pozorování
- Jméno osoby, která měření prováděla
- Název pracoviště, kde měření probíhalo
- Další potřebné informace, dle uvážení pozorovatele

IDEAL AUTOMOTIVE Bor

Datum:	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE pozorovací list	Začátek pozorování:	Výrobek:	Pracoviště:
Číslo pozor. listu:		Konec pozorování:		
		Měřil:		
		Vyhodnotil:		

Poř. č.	Čas		Popis	Typ produktu	Čas		Popis
	Z	K			Z	K	
1							
2							
3							
4							

Obrázek 8-1: Ukázka nevyplněného pozorovacího archu

Obrázek 8-1 představuje ukázkou nevyplněného pozorovacího archu. V hlavičce archu jsou umístěny všechny potřebné informace k identifikaci procesu snímkování pracovního dne. Obrázek 8-2 ukazuje, jak vypadá vyplněný arch po pozorování. Celý arch je k nahlédnutí v Příloze č. 1.

IDEAL AUTOMOTIVE Bor

Datum: 23.3.2016	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	Začátek pozorování: 6:00	Výrobek: X 235	Pracoviště: WJ
Číslo pozor. listu: 1		pozorovací list	Konec pozorování: 6:27	
	Měřil: HOLA'	Insel: KSF 2		
	Vyhodnotil: HOLA'			

Poř. č.	PRACOVNÍK		Typ produktu	STROJ		Popis
	Čas			Čas		
	Z	K		Z	K	
1	6:00	1:21		6:00	2:10	N
2		2:23			3:41	Č
3		3:01	X		5:07	N

Obrázek 8-2: Ukázkou vyplněného pozorovacího archu

8.3 Průběh měření

Měření pracoviště *Vodního řezání* (WJ) probíhalo ve dnech:

- 23. 3. 2016 (22:00-6:00)
- 31. 3. 2016 (6:00-14:00)
- 1. 4. 2016 (6:00-14:00)
- 5. 4. 2016 (14:00-22:00)
- 6. 4. 2016 (14:00-22:00)
- 11. 5. 2016 (22:00-06:00)

Na pracovišti *Vodního řezání* bylo vypořizováno několik opakujících se činností. Většina vyskytujících se činností má velice krátkou dobu trvání, proto byly sdruženy do větších celků. Těmto celkům byly přiřazeny příslušné zkratky pro usnadnění zaznamenávání do pozorovacího archu. Přehled používaných zkratk a jejich význam je v Tabulce 8-1.

Tabulka 8-1: Přehled činností a jejich zkratk

Zkratka	Popis činnosti
VDS	Výměna dílu (Vyndat opracovaný díl, založit nový díl), opuštění pracovního prostoru, potvrzení světelné závory, stisk tlačítka START.
DOO	Vyloupání dílů, Odnos dílů na určené místo, úklid odpadu.
ČS	Čekání na dokončení strojní operace.
N	Nečinnost stroje
Č	Činnost stroje
P	Porucha stroje
K	Krátké přerušení cyklu

Měření pracoviště *Ultrazvukového svařování (USS)* probíhalo ve dnech:

- 2. 5. 2016 (6:00-14:00)
- 2. 5. 2016 (14:00-22:00)
- 3. 5. 2016 (14:00-22:00)
- 3. 5. 2016 (22:00-6:00)
- 4. 5. 2016 (22:00-6:00)
- 12. 5. 2016 (6:00-14:00)

Na pracovišti *USS svařování* bylo vyzorováno, že většina činností má velmi krátkou dobu trvání. Z tohoto důvodu byl na tomto pracovišti zaznamenáván pouze čas práce a ostatní ztrátové časy. Opět byly přiřazeny příslušné zkratky pro usnadnění zaznamenávání do pozorovacího archu. Přehled používaných zkratk a jejich význam je v Tabulce 8-2.

Tabulka 8-2: Přehled činností a jejich zkratk (USS)

Zkratka	Popis činnosti
PR	Čas práce
ČND	Čekání na díly
ČS	Čekání na dokončení strojní operace.
N	Nečinnost stroje
Č	Činnost stroje
P	Porucha stroje
K	Krátké přerušení cyklu

9 Vyhodnocení měření

Data ze zaznamenávacích archů z jednotlivých měření obou pracovišť byla přenesena do MS Excel a následně zpracována. Byly vytvořeny koláčové grafy a přehledy znázorňující rozložení času v průběhu směny a to, jak z hlediska pracovníka, tak z hlediska stroje. Dále byly spočteny hodnoty ukazatele efektivity - OEE. Pro každé pracoviště byly provedeny různé druhy vyhodnocení. Všechna tato data jsou v Přílohách č. 2 a 3.

9.1 Pracoviště Vodního řezání (WJ)

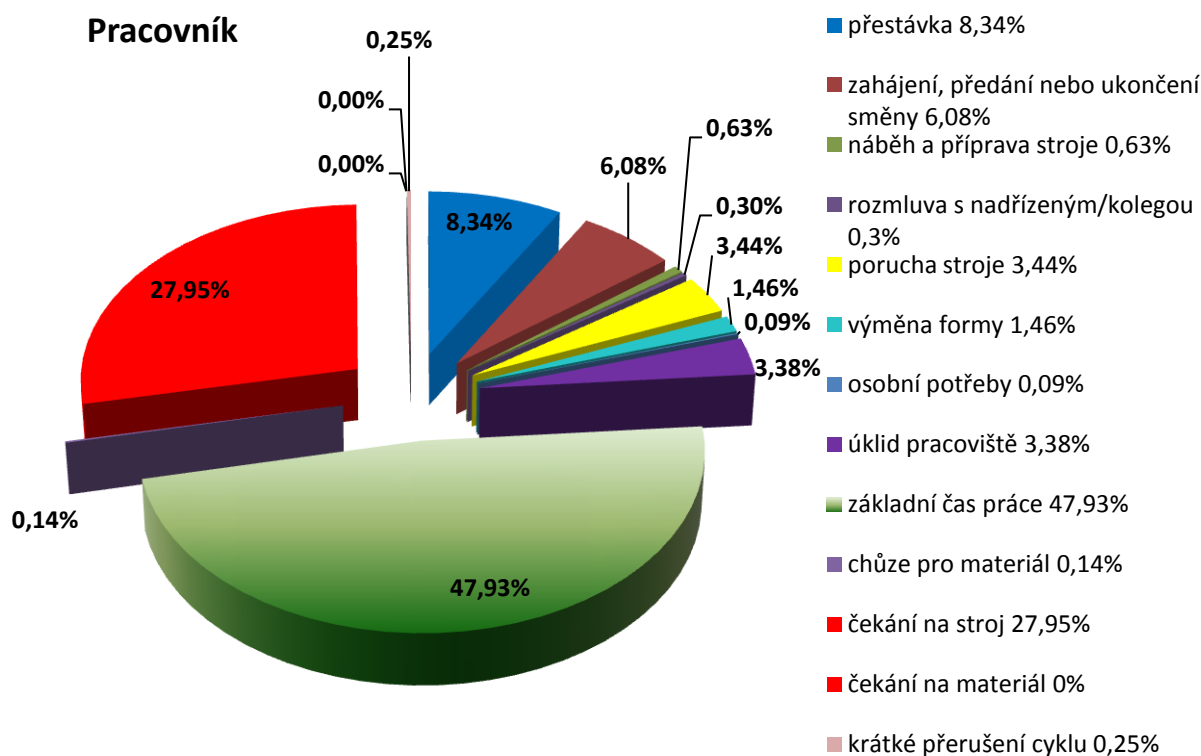
V této podkapitole jsou uvedeny výsledky týkající se pracoviště WJ. Je zde vypracován přehled jednotlivých měření, porovnání směn, rozbor času práce a souhrnné vyhodnocení.

9.1.1 Jednotlivá měření

Nyní se podíváme na přehled všech měření, které probíhaly na pracovišti WJ. Pro každé měření byl vypracován koláčový graf znázorňující rozložení času směny pracovníka a stroje.

1. měření - 23. 3. 2016

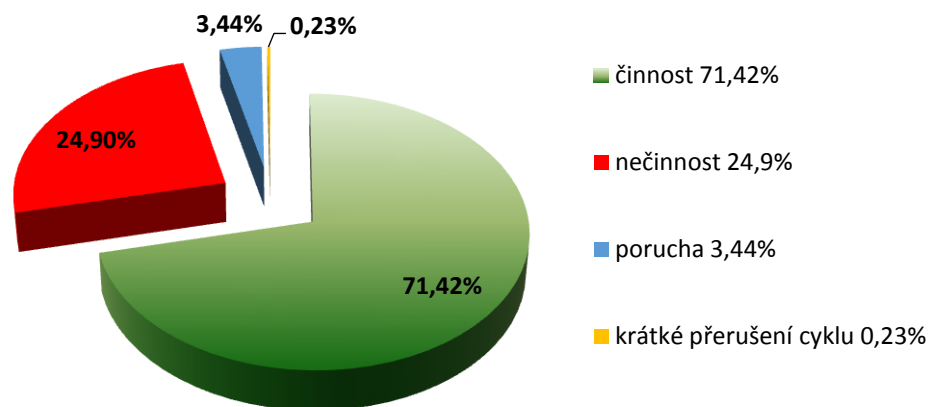
Při prvním měření se jednalo o ranní směnu. Obrázek 9-1 ukazuje, že čas práce je pouze 47,93% z celkového času směny. Nejvyšší ztráty tvoří čekání na dokončení strojní operace, úklid pracoviště a čas strávený zahájením, předáním nebo ukončením směny. Poruchy stroje jsou zde 3,44%. Během směny byla provedena výměna formy. Výměna byla započata v době přestávky a dokončena 7 minut po začátku pracovní doby. Výměna formy se týkala i jednoho z předchozích pracovišť *Formování*, kde byla doba seřízení stroje podstatně delší a první kus byl vyroben až po 30 minutách od výměny. Tento fakt také ovlivnil čas práce pracovníka. Do provedení výměny byl vyráběn pouze díl X253, po výměně byly vyráběny střídavě díly X253 a S205.



Obrázek 9-1: 1. měření WJ - Pracovník

Obrázek 9-2 představuje rozložení času směny z hlediska stroje. Čas činnosti stroje během směny je zde 71,42%, čas nečinnosti stroje je 24,90%, nečinnost stroje způsobená poruchou činí 3,44%. Nejmenší procento tvoří krátké přerušení cyklu.

Stroj

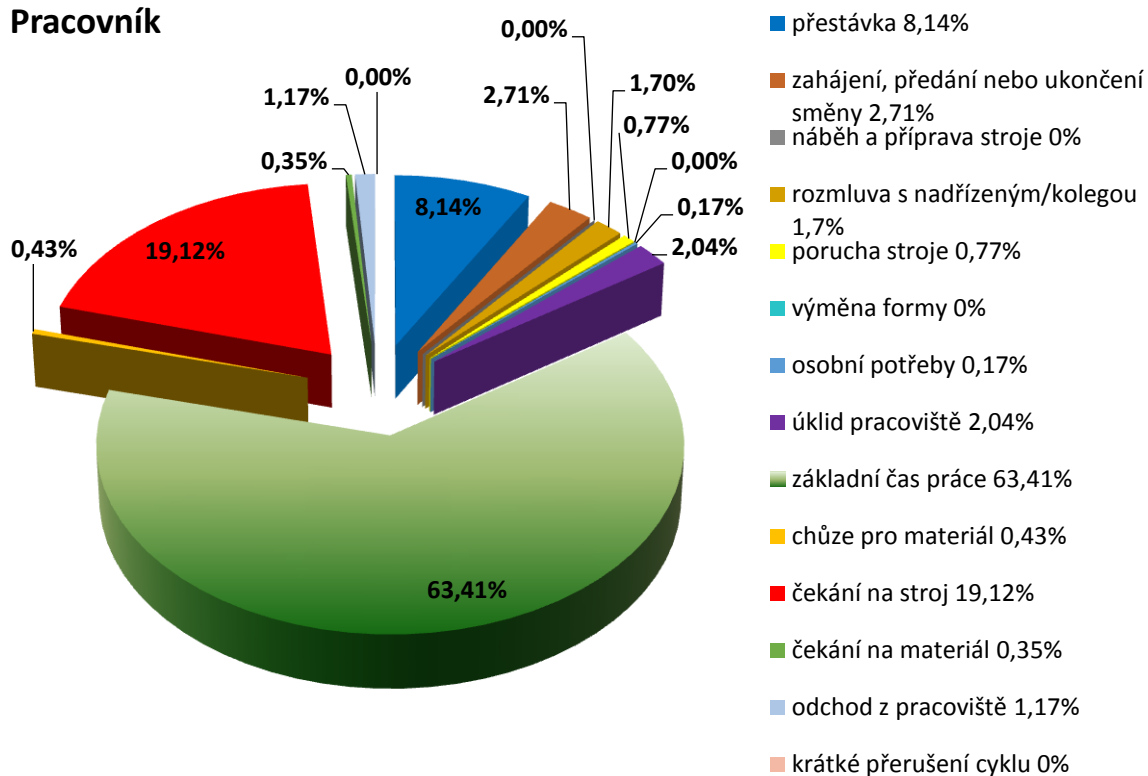


Obrázek 9-2: 1. měření WJ – Stroj

2. měření - 31. 3. 2016

Při druhém měření se jednalo o noční směnu, při které byly vyráběny střídavě díly typu X253 a S205. Obrázek 9-3 ukazuje, že procento času práce je zde vyšší než u prvního měření, celých 63,41% z celkového času směny. To je způsobeno především tím, že během směny nebyla provedena výměna forem a nebyly zaznamenány žádné významné poruchy stroje. Poruchovost je zde pouze 0,77%. Nejvyšší ztrátu tvoří opět čekání na dokončení strojní operace, úklid pracoviště a čas zahájení, předání nebo ukončení směny.

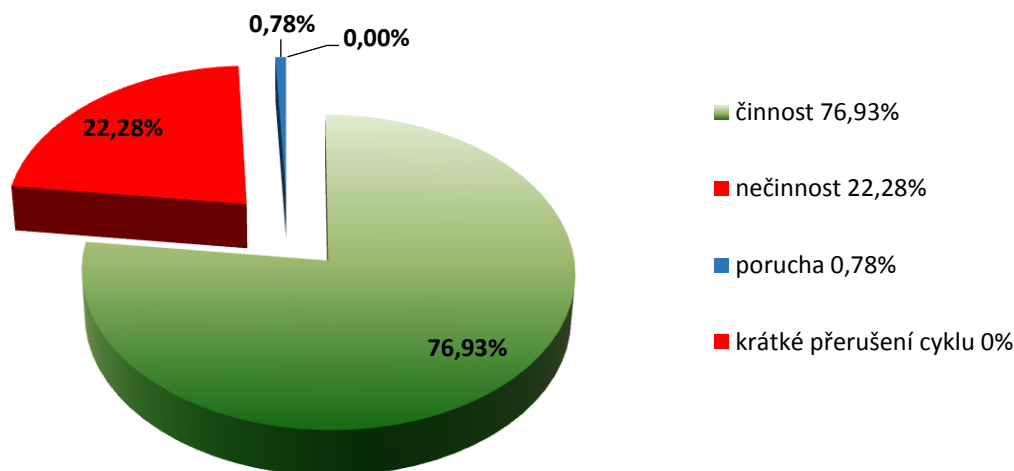
Pracovník



Obrázek 9-3: 2. měření WJ – Pracovník

Procento činnosti stroje je zde také o trochu vyšší, než u předchozího případu, jak ukazuje Obrázek 9-4. Činnost stroje nyní činí téměř 77% celkového času směny. Nečinnost se pohybuje opět okolo 23% a poruchovost je zde velmi nízká.

Stroj

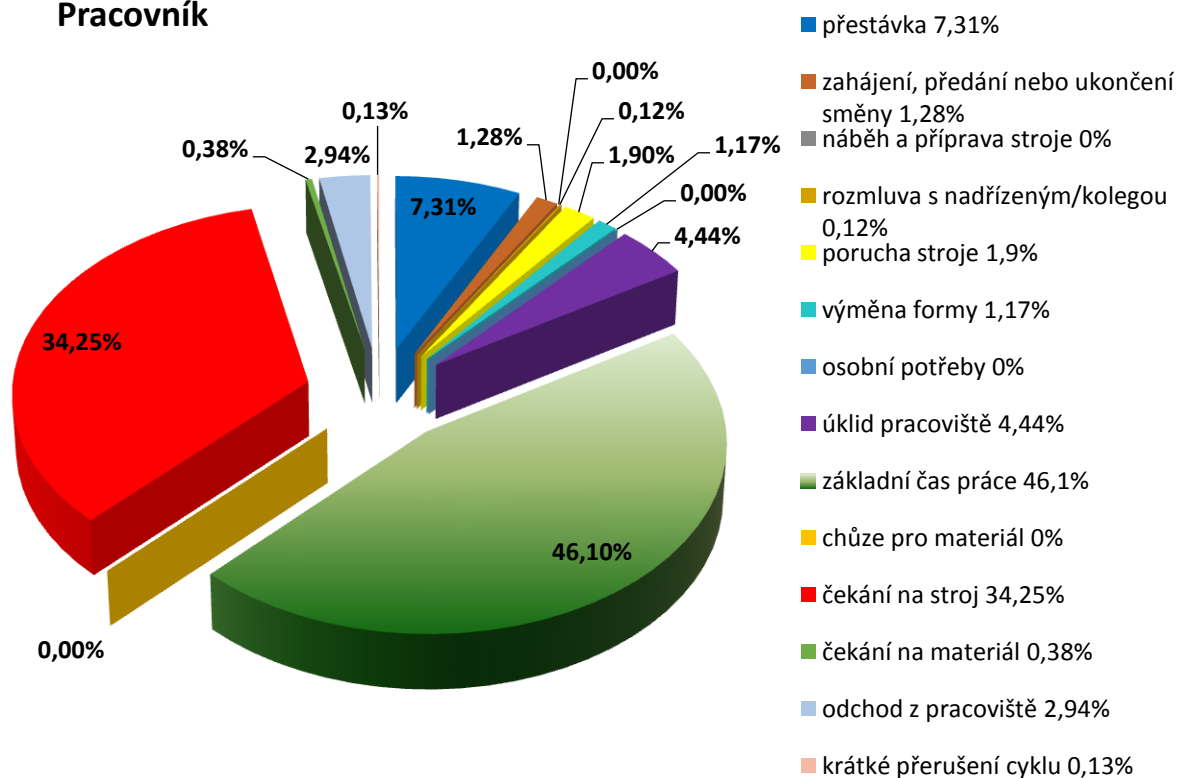


Obrázek 9-4: 2. měření WJ – Stroj

3. měření - 1. 4. 2016

Třetí měření probíhalo na ranní směně. Došlo zde k nárůstu doby čekání na dokončení strojní operace a nárůstu doby úklidu pracoviště, což zavinila především výměna formy, která proběhla v 12:00. Výměna formy se týkala i pracoviště *Formování*, kde trvalo seřízení stroje podstatně déle a první kus byl vyroben až po 49 min od výměny. Před výměnou formy byl vyráběn pouze díl typu X253, po výměně bylo vyrobeno několik kusů typu S205. Také výrazněji narostl čas, kdy pracovník nebyl přítomen na pracovišti. Čas práce je přibližně 46% času směny, jak ukazuje Obrázek 9-5.

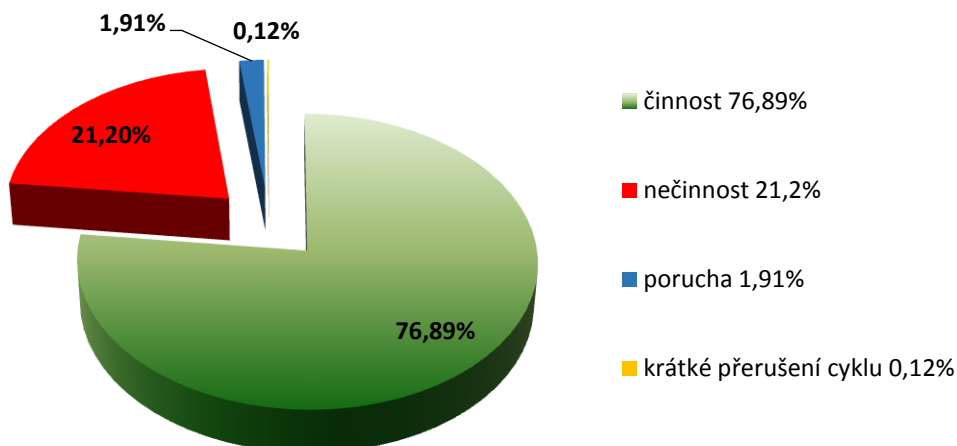
Pracovník



Obrázek 9-5: 3. měření WJ - Pracovník

Obrázek 9-6, který znázorňuje rozložení času z pohledu stroje při třetím měření je téměř shodný s druhým měřením. Tedy čas činnosti stroje se pohybuje okolo 77%. V porovnání s druhým měřením je zde lehký nárůst v oblasti výskytu poruch.

Stroj

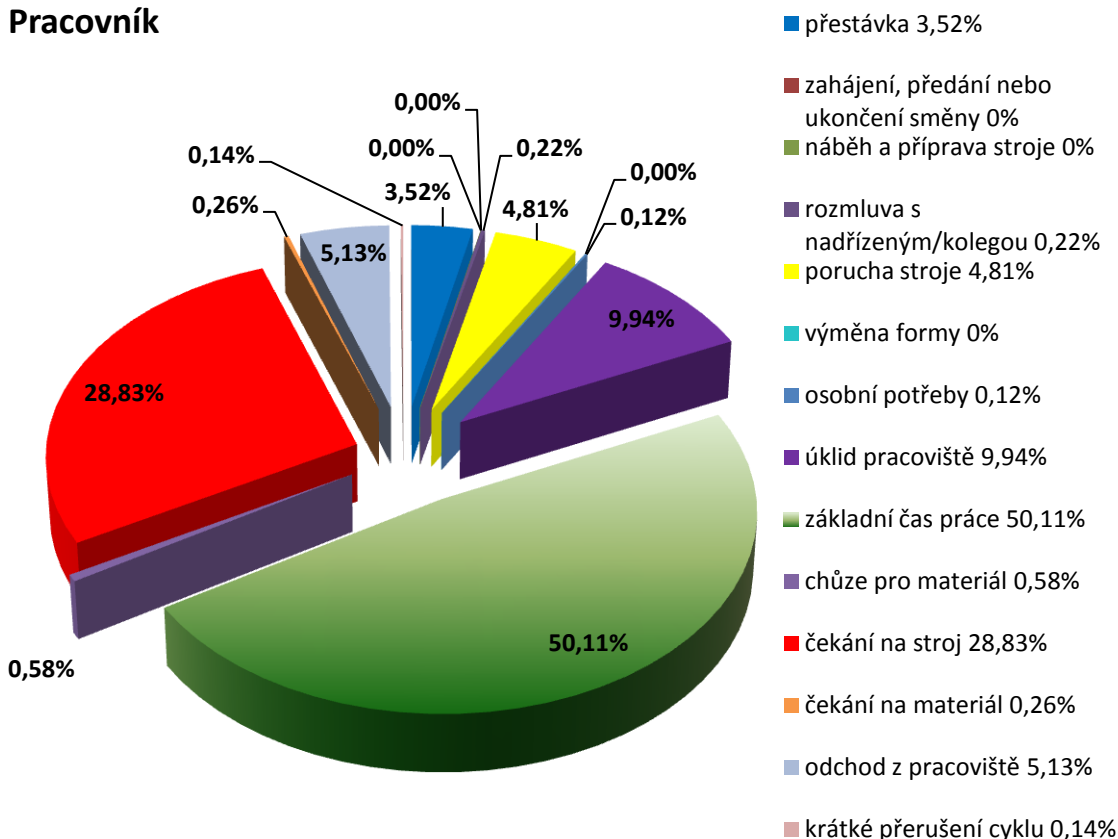


Obrázek 9-6: 3. měření WJ – Stroj

4. měření - 5. 4. 2016

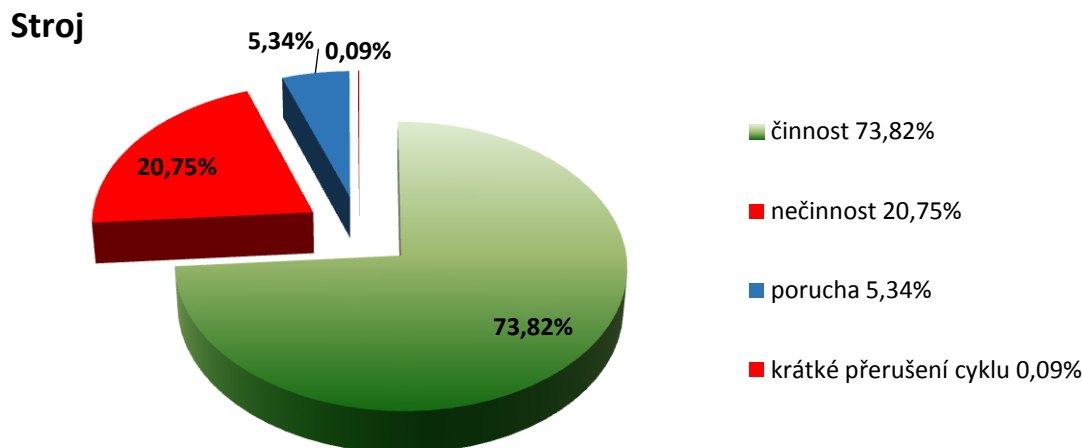
Čtvrté měření zaznamenává odpolední směnu. Po dobu směny byly vyráběny střídavě díly typu X253 a S205. Čas práce je zde 50% času směny, jak ukazuje Obrázek 9-7. Oproti předchozím měřením je zde zaznamenána vyšší poruchovost, což způsobil problém ve výrobě pravých deklíku u dílu S205. Také narostl čas, kdy pracovník nebyl přítomen na pracovišti a čas věnovaný úklidu pracoviště.

Pracovník



Obrázek 9-7: 4. měření WJ - Pracovník

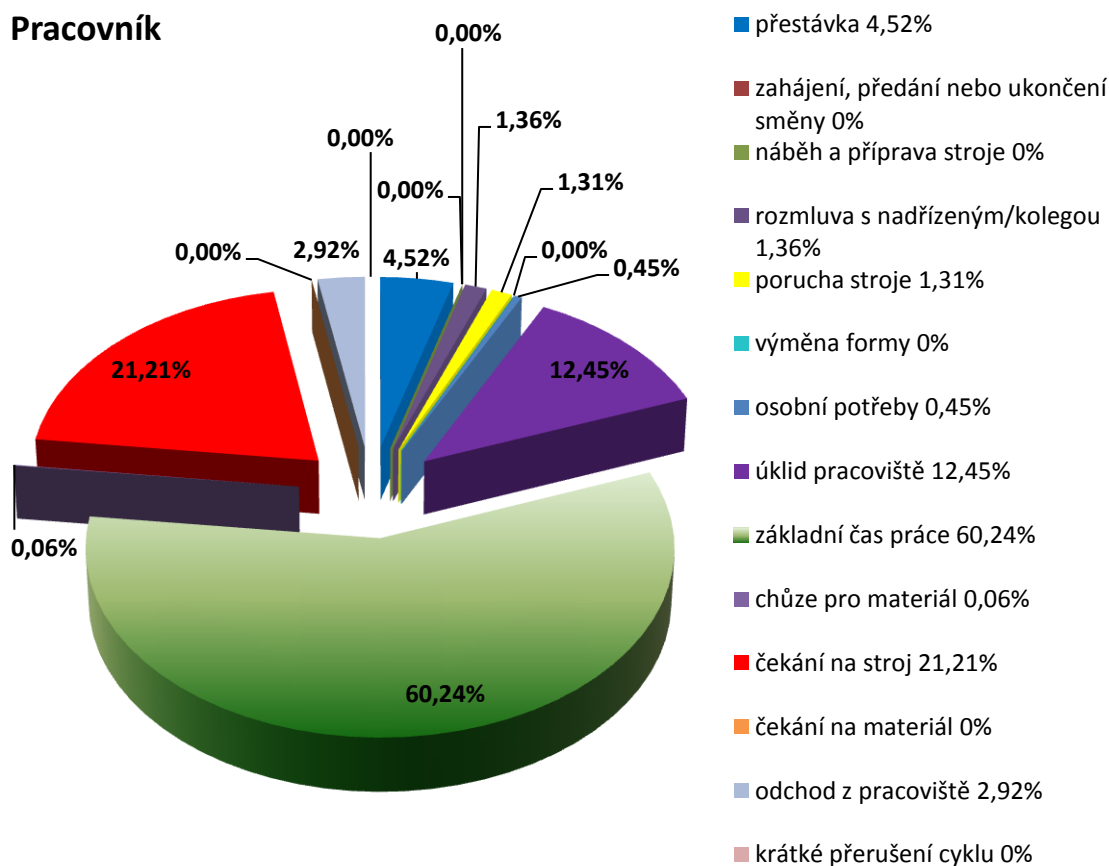
Činnost stroje při čtvrtém měření činní téměř 74%, jak ukazuje Obrázek 9-8. Je zde značnější výskyt poruch, a to 5,34%.



Obrázek 9-8: 4. měření WJ – Stroj

5. měření - 6. 4. 2016

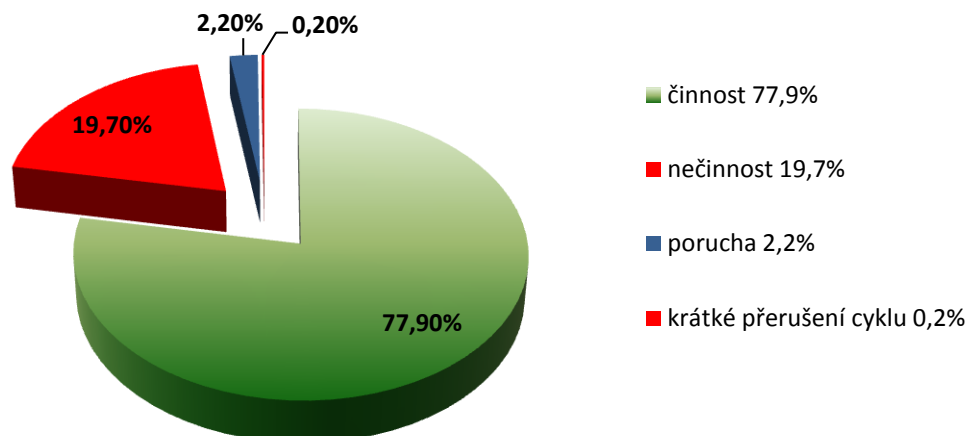
Obrázek 9-9 znázorňuje průběh odpolední směny, při které byl vyráběn pouze díl typu X253. Výraznou ztrátou oproti ostatním měřením je zde úklid pracoviště. Snížilo se procento času přestávek, což je způsobeno střídáním osmihodinové a dvanáctihodinové směny.



Obrázek 9-9: 5. měření WJ – Pracovník

Činnost stroje je v průběhu tohoto měření téměř 78%. Poruchy zabírají 2,20% a krátké přerušení cyklu je nepatrné, jak ukazuje Obrázek 9-10.

Stroj

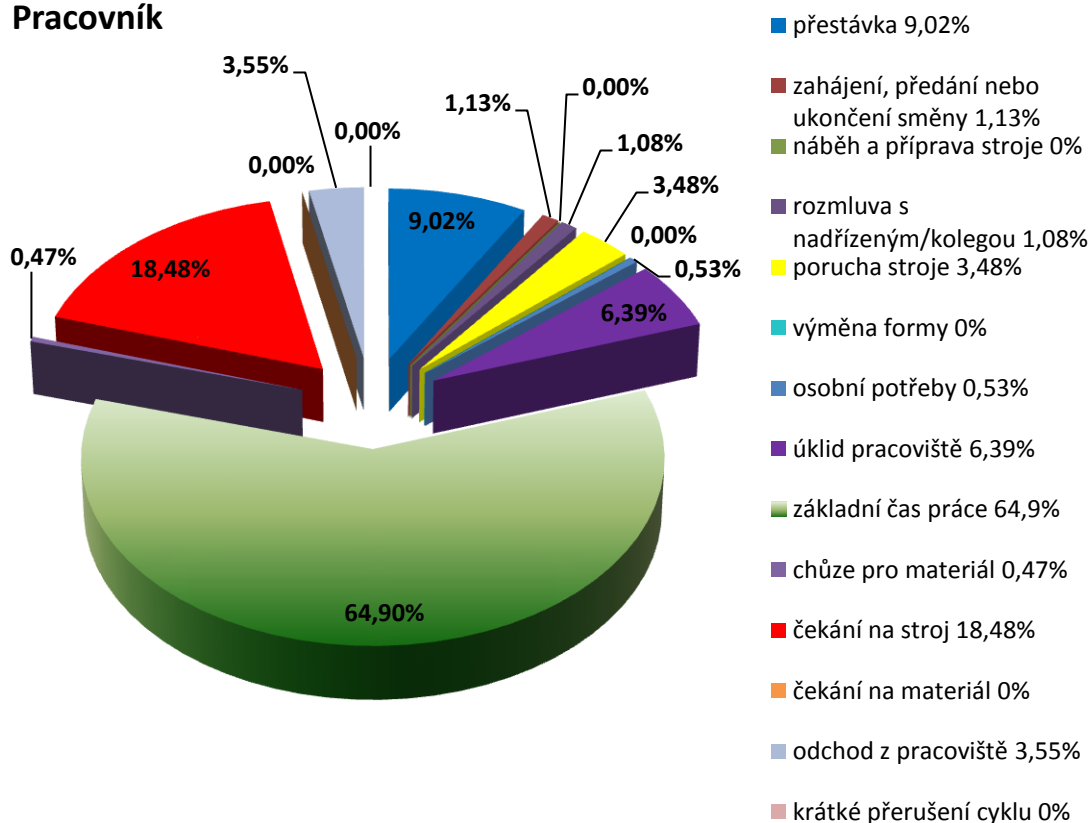


Obrázek 9-10: 5. měření WJ – Stroj

6. měření - 11. 5. 2016

Poslední měření zaznamenává noční směnu, při které byly vyráběny střídavě díly typu X253 a S205. Čas práce je 65% času směny, vzniklé poruchy, které tvoří 3,5% byly zapříčiněny převážně seřizováním zdvihacího zařízení formy. Celkové rozložení činností ukazuje Obrázek 9-11.

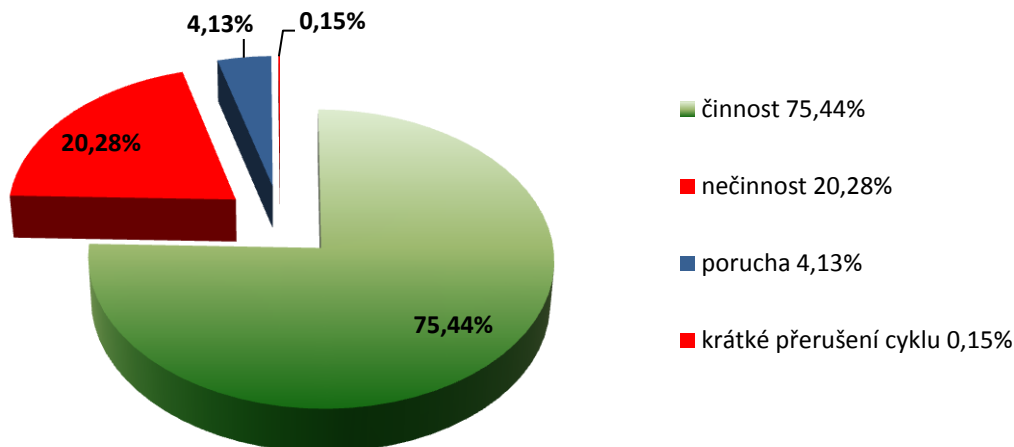
Pracovník



Obrázek 9-11: 6. měření WJ – Pracovník

Obrázek 9-12 ukazuje, že činnost stroje tvořila 75,44% času směny nečinnost téměř 21% a poruchovost se zde pohybuje okolo 4%.

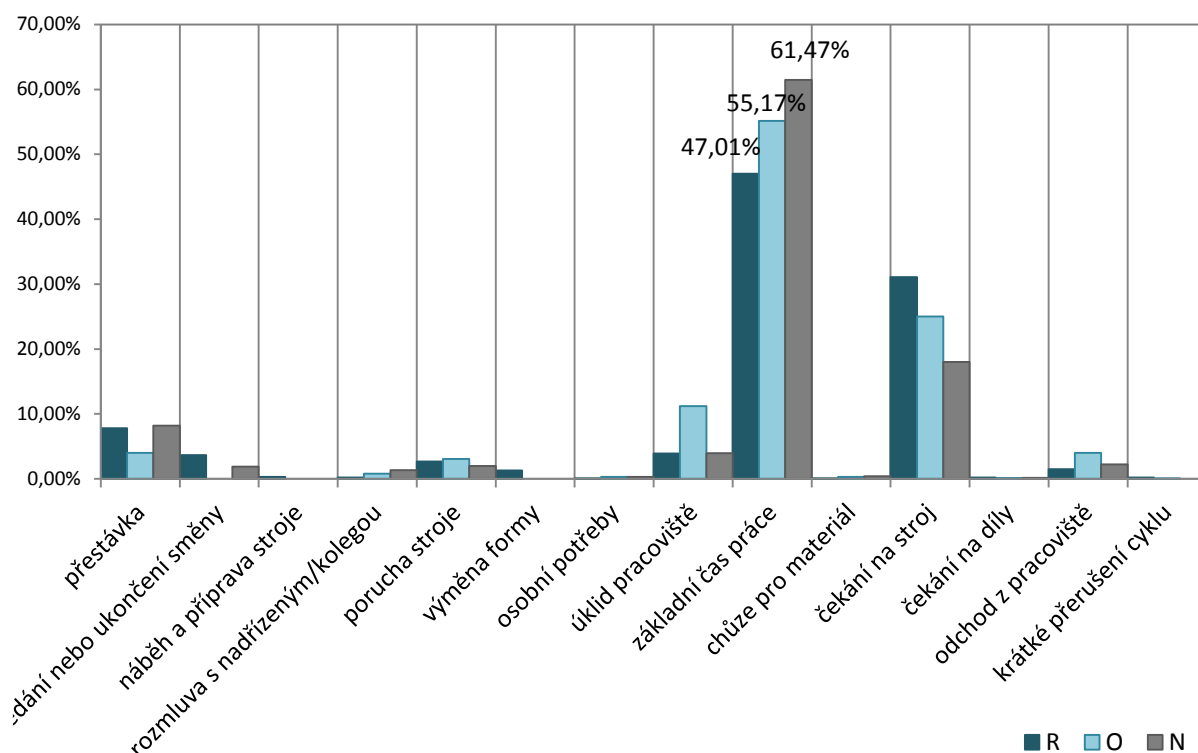
Stroj



Obrázek 9-12: 6. měření WJ – Stroj

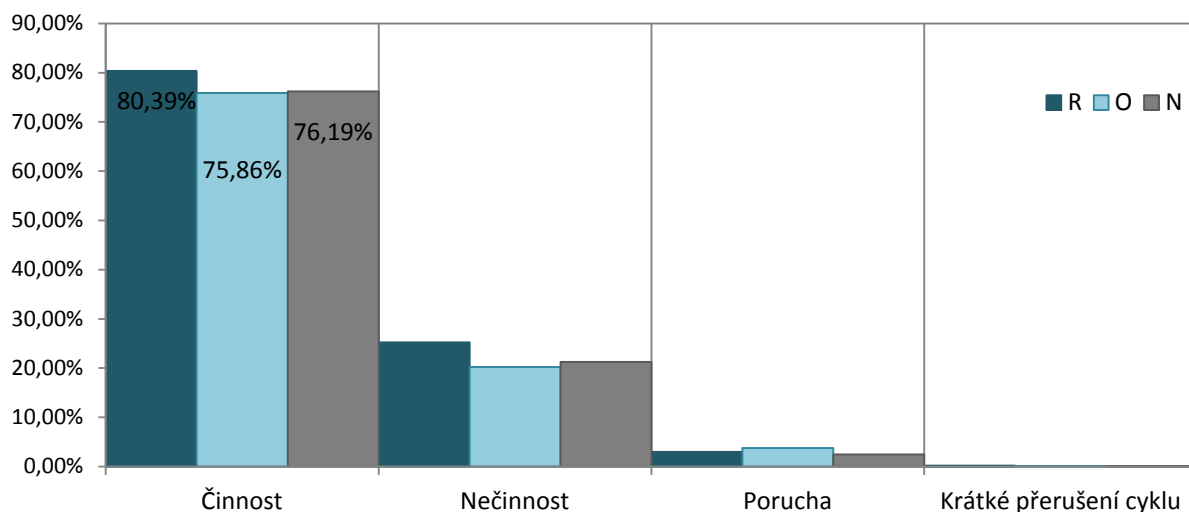
9.1.2 Porovnání směn

Obrázek 9-13 představuje porovnání z hlediska ranních (R), odpoledních (O) a nočních (N) směn naměřených na pracovišti WJ, z pohledu pracovníka. Z výsledných dat je patrný rozdíl mezi ranní a noční směnou. Při všech měřených ranních směnách byla prováděna výměna forem a následné seřizování strojů, což zapříčinilo zvýšení dobu čekání na stroj a snížení času práce. Naopak u naměřených nočních směn nedocházelo k výměně forem, ani k významným poruchám, výroba probíhala plynuleji a čas práce je tudíž vyšší. Přehled všech přesných hodnot měření je uveden v tabulce v Příloze č. 2.



Obrázek 9-13: Porovnání směn R/O/N – WJ – Pracovník

Obrázek 9-14 ukazuje opět porovnání ranních, odpoledních a nočních směn, tentokrát z pohledu stroje. Na grafu lze vidět, že zde nejsou rozdíly tak markantní, jako u porovnání z hlediska pracovníka. Všechny hodnoty se pohybují kolem průměru měření. Přehled všech přesných hodnot měření je uveden v tabulce v Příloze č. 2.



Obrázek 9-14: Porovnání směn R/O/N - WJ - Stroj

9.1.3 Čas práce

Čas práce je složen ze dvou základních celků, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole. Jedná se celky s označením VDS a DOO.

- **VDS** - Výměna dílu. Pracovník vyjme opracovaný díl z šály stroje a založí do ní díl nový. Následně opustí pracovní prostor, přejde k ovládacímu panelu, kde potvrdí stiskem tlačítka světelnou závoru a na závěr stiskne tlačítko START.
- **DOO** - Předání dílů. Pracovník vyloupe jednotlivé části z opracovaného dílu. Všechny části odnese na určené místo a uklidí vzniklý odpad do kontejneru.

V Tabulce 9-1 jsou shrnuty časy obou pracovních celků ze všech měření provedených na pracovišti *Vodního řezání*.

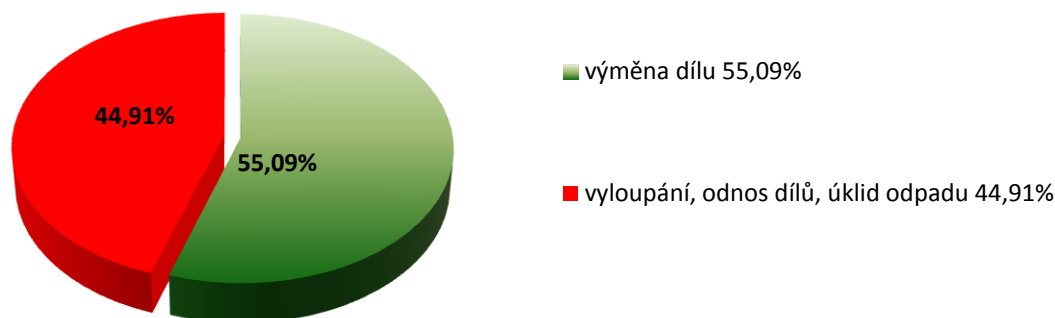
Tabulka 9-1: Čas práce - všechna měření

Popis činnosti	23. 3. 2016 R		31. 3. 2016 N		1. 4. 2016 R	
	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl
VDS	2:06:49	55,25%	3:00:00	59,14%	1:55:48	53,07%
DOO	1:42:42	44,75%	2:04:21	40,86%	1:42:25	46,93%
Popis činnosti	5. 4. 2016 O		6. 4. 2016 O		11. 5. 2016 N	
	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl
VDS	2:21:58	61,03%	2:09:39	46,96%	2:41:45	56,17%
DOO	1:30:39	38,97%	2:26:27	53,04%	2:06:13	43,83%

Při třetím a pátém měření (1. 4. 2016, 6. 4. 2016) jsou procentuelní podíly času výměny dílu nejnižší. Tento fakt je způsoben tím, že při těchto měřeních byl vyráběn pouze výrobek typu X253, který je časově méně náročný na založení dílu, než výrobek S205. Při zakládání typu X253 stačí nasadit pouze jeden kus do šály stroje, kdežto u typu S205 je potřeba nasadit dva kusy do šály stroje a další dva do držáku. Při ostatních měřeních byly vyráběny střídavě typy X253 a S205.

Obrázek 9-15 znázorňuje průměrné hodnoty činností času práce. Činnost zahrnující výměnu dílu má procentuelně vyšší podíl, než předávání dílů.

Čas práce



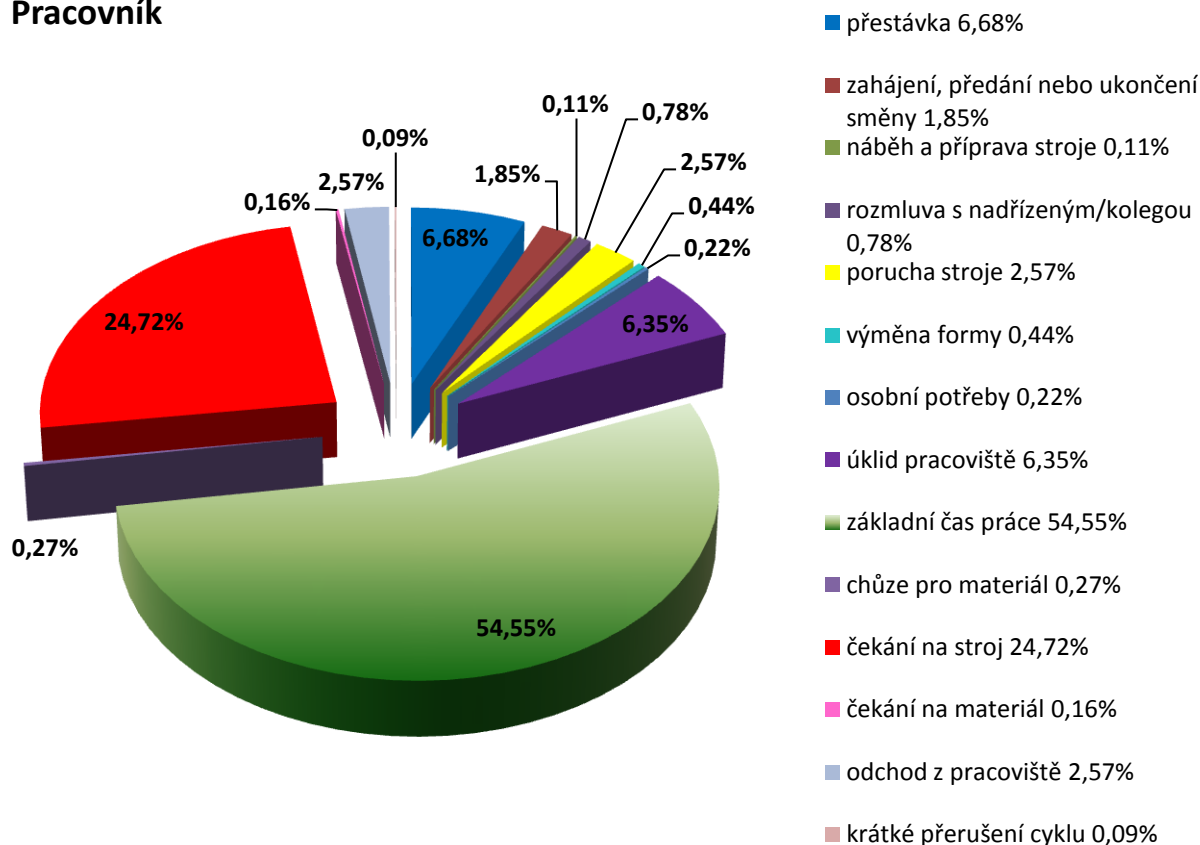
Obrázek 9-15: Čas práce

9.1.4 Souhrn měření

Závěrem bylo provedeno celkové shrnutí výsledků všech naměřených směn na pracovišti WJ a vypočten ukazatel efektivity OEE. Dále byl proveden rozbor příčin hlavních ztrátových činností. Tabulka, která zahrnuje výsledky všech provedených měření a slouží jako vstup pro grafické znázornění průměrných hodnot, je uvedena v Příloze č. 1.

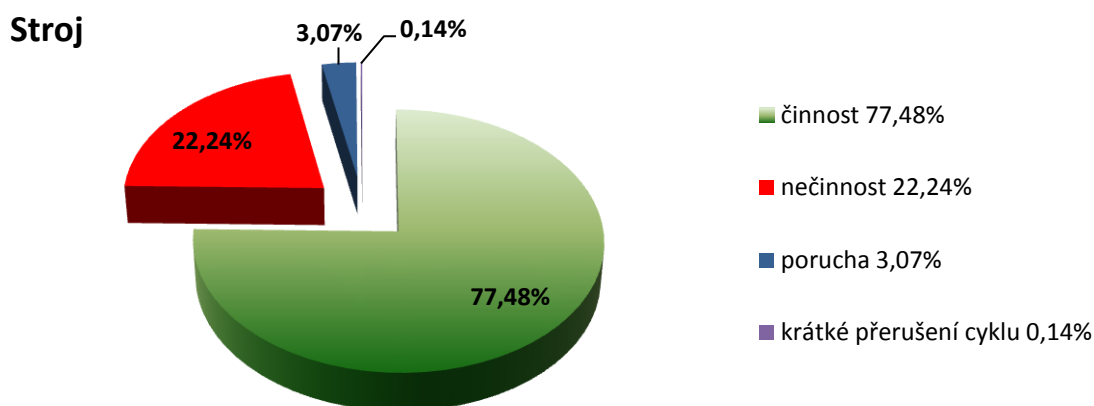
Obrázek 9-16 je tedy grafickým vyjádřením průměrné spotřeby času směny pracovníka. Průměrný čas práce je 55%. Velkou položkou tvoří organizační ztráty, při čekání na dokončení strojní operace. Téměř 7% času se pracovník věnuje úklidu pracoviště. Poruchy tvoří 2,43% času směny.

Pracovník



Obrázek 9-16: Souhrn měření WJ - Pracovník

Přehled naměřených dat z pohledu stroje uvádí tabulka v Příloze č. 1. Z průměrných dat byl sestaven grafický výstup, který ukazuje Obrázek 9-17. Data byla zprůměrována, výsledkem je, že při průměrném rozložení času směny je stroj v činnosti téměř 78% času. Přibližně 23% času je ve stavu nečinnosti a průměrná poruchovost je necelé 3%.



Obrázek 9-17: Souhrn měření WJ – Stroj

Rozbor ztrátových činností - Pracovník

Během měření bylo identifikováno několik hlavních ztrátových činností, které jsou podrobněji popsány níže. Ostatní ztrátové činnosti tvoří pouze malé procento času směny.

- **Čekání na dokončení strojní operace**
K čekání dochází především v průběhu opracování dílu typu S205. Výrobní takt tohoto typu je delší než výrobní takt typu X253. Jelikož se jedná o stroj s otočným stolem, jak již bylo zmíněno dříve, tak v době, kdy probíhá opracování dílu S205 pracovník zakládá do šály stroje díl typu X253, který je tvořen pouze jedním kusem a jeho založení není časově náročné. Dochází tedy k čekání na dokončení strojní operace. V opačném případě, tzn. při opracování dílu X253 a zakládání dílu S205 většinou k čekání nedochází. Jedná se o ztrátu organizační.
- **Úklid pracoviště**
K úklidu pracoviště dochází poměrně často během pracovní směny. Jedná se buďto o krátký úklid v okolí stroje, protože během výroby zde vzniká velké množství drobného odpadu nebo o větší úklid spojený s mytím stroje. K mytí stroje dochází hlavně před ukončením směny nebo před přestávkou. Průměrně úklid pracoviště zabírá 6,35% času směny, což je asi 30 minut při osmihodinové směně.
- **Přestávka**
Standardně probíhají přestávky během směny v režimu – 5 minut po dvou hodinách, 30 minut po čtyřech hodinách, 5 minut po šesti hodinách od začátku směny. Výjimky nastávají při střídání osmihodinových a dvanáctihodinových směn. V době přestávky je stroj v nečinnosti.
- **Nepřítomnost na pracovišti**
Nepřítomnost pracovníka na pracovišti bývá zaviněna z menší části pozdním příchodem z přestávky. Důvodem odchodu z pracoviště bývá především hlášení poruch stroje, hledání mluvčího směny, nebo odnos dílů typu S205, které nemají odkládací místo přímo u stroje, jako je tomu u dílů X253.

- **Porucha stroje**

Častěji se vyskytují poruchy stroje při výrobě dílů S205, kdy dochází k problémům při výrobě postranních deklíků. Poruchy jsou způsobeny špatným seřízením stroje, formy nebo zdvihacího mechanismu formy.

Mezi další méně vyskytované ztráty patří například rozmluva s nadřízeným/kolegou, při které jsou nejčastěji konzultovány problémy s díly, související se seřízením stroje. Jedná se o nedostatečné opracování dílů, vady na dílech a další. Výměna formy má velmi nízkou procentuální hodnotu v průměrném přehledu, což je způsobeno tím, že probíhala pouze ve dvou z šesti měřených směn. Čekání na materiál dochází také spíše výjimečně, většinou právě v důsledku výměny formy, kdy je měněna forma i na předchozím pracovišti *Formování*. Chůze pro materiál se vyskytuje pouze u výroby dílů S205, kdy jde pracovník několikrát za směnu pro zásobu deklíků, které si přenese blíže ke stroji.

Rozbor ztrátových činností - Stroj

Z hlediska strojního zařízení rozlišujeme tři základní skupiny ztrátových časů, je to nečinnost stroje, nečinnost zaviněná poruchou a krátké přerušení výrobního cyklu. V průměru je strojní zařízení ve stavu nečinnosti asi 25% celkového času směny, což jsou dvě hodiny.

- **Nečinnost**

Z hlediska stroje dochází k nečinnosti v případě, že pracovník nezaloží díl do šály stroje z důvodu jejich nedostatku. Nedostatek dílů bývá zapříčiněn výměnou formy, nebo seřízením na pracovišti *Formování*. Nečinnost způsobená čekáním na pracovníka, který není přítomen na pracovišti, nebo se věnuje jiné činnosti, jako je rozmluva s nadřízeným, nebo kolegou. Dále se může jednat o čekání na založení dílu. K tomu dochází, když pracovník nestihne založit díl do šály stroje před skončením probíhající strojní operace. Během doby přestávky je stroj také ve stavu nečinnosti. Další příčinou nečinnosti stroje je jeho mytí, které probíhá několikrát během směny.

- **Porucha**

Jedná se o nečinnost stroje, která byla zaviněna jeho poruchou. K poruchám dochází nejčastěji z důvodu špatně založeného dílu, při zanesení stroje drobným odpadem, nebo nepřesným seřízením stroje. Při měřeních byly zaregistrovány i větší poruchy zařízení, které způsobí dlouhodobější nečinnost stroje. Patří mezi ně například prasklá šála stroje, porucha zdvihacího zařízení formy, nebo porucha robota. Problémem u poruch stroje je poměrně dlouhá doba odhalení poruchy pracovníkem. To je zapříčiněno špatným umístěním kontrolky na hlášení poruch.

- **Krátké přerušení cyklu**

Jedná se o krátká přerušení s velmi nízkým podílem na čase směny. Nejčastěji zapříčiněné vstupem pracovníka do oblasti světelné závory. Chyba se odstraní na ovládacím panelu stroje.

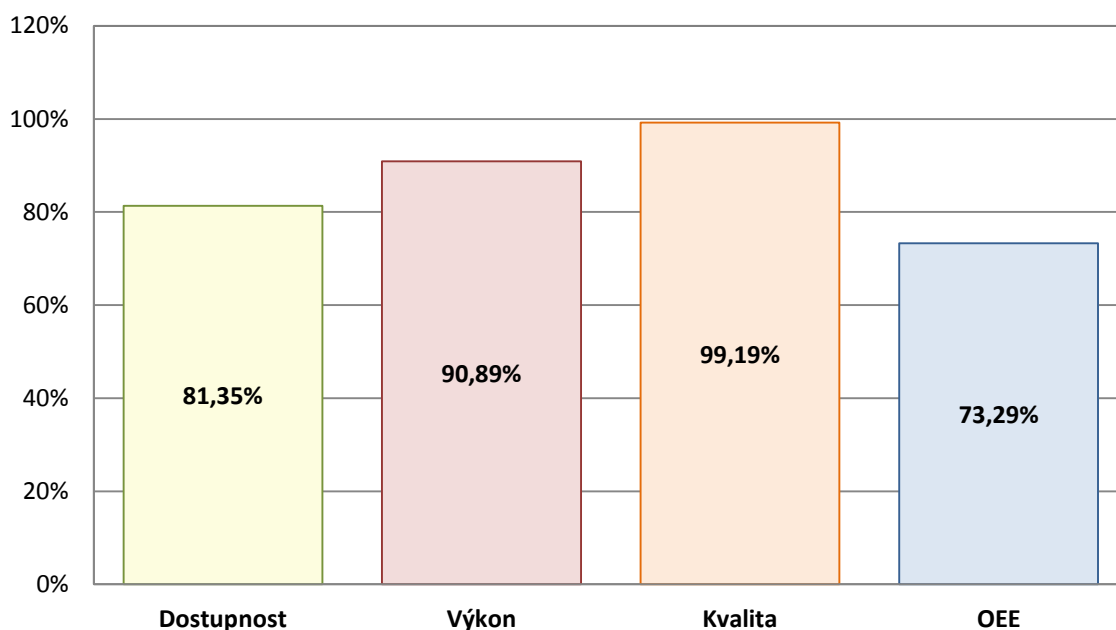
Ukazatel efektivity - OEE

Tabulka 9-2 uvádí výsledky faktorů dostupnosti, výkonu, kvality a vypočtených hodnot ukazatele efektivity OEE, ze všech šesti provedených měření na pracovišti WJ. Pro výpočet byly použity vzorce, které jsou popsány v teoretické části, v Kapitole 3. Vstupní data pro výpočet jsou uvedeny v Příloze č. 3.

Tabulka 9-2: Hodnoty ukazatele OEE - WJ

WJ	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Průměr
Dostupnost	79,16%	85,04%	83,79%	76,42%	81,42%	82,30%	81,35%
Výkon	89,89%	90,97%	82,85%	96,99%	89,81%	94,83%	90,89%
Kvalita	99,31%	100,00%	98,64%	98,75%	98,46%	100,00%	99,19%
OEE	70,67%	77,36%	68,48%	73,20%	72,00%	78,04%	73,29%

Obrázek 9-18 představuje průměrné hodnoty faktorů a ukazatele OEE na pracovišti WJ. Faktor dostupnosti je snížen vlivem vzniklých prostojů na pracovišti. Průměrný výkon je téměř 91%, ke snížení výkonu přispělo přerušování výrobního cyklu. Faktor kvality nabývá vysokých hodnot. Zmetkovitost je zde nízká. Průměrná hodnota ukazatele efektivity vyšla téměř 73%. Grafické výstupy z jednotlivých měření jsou uvedeny v Příloze č. 4.



Obrázek 9-18: Průměrné hodnoty OEE – WJ

9.2 Pracoviště Ultrazvukové svařování (USS)

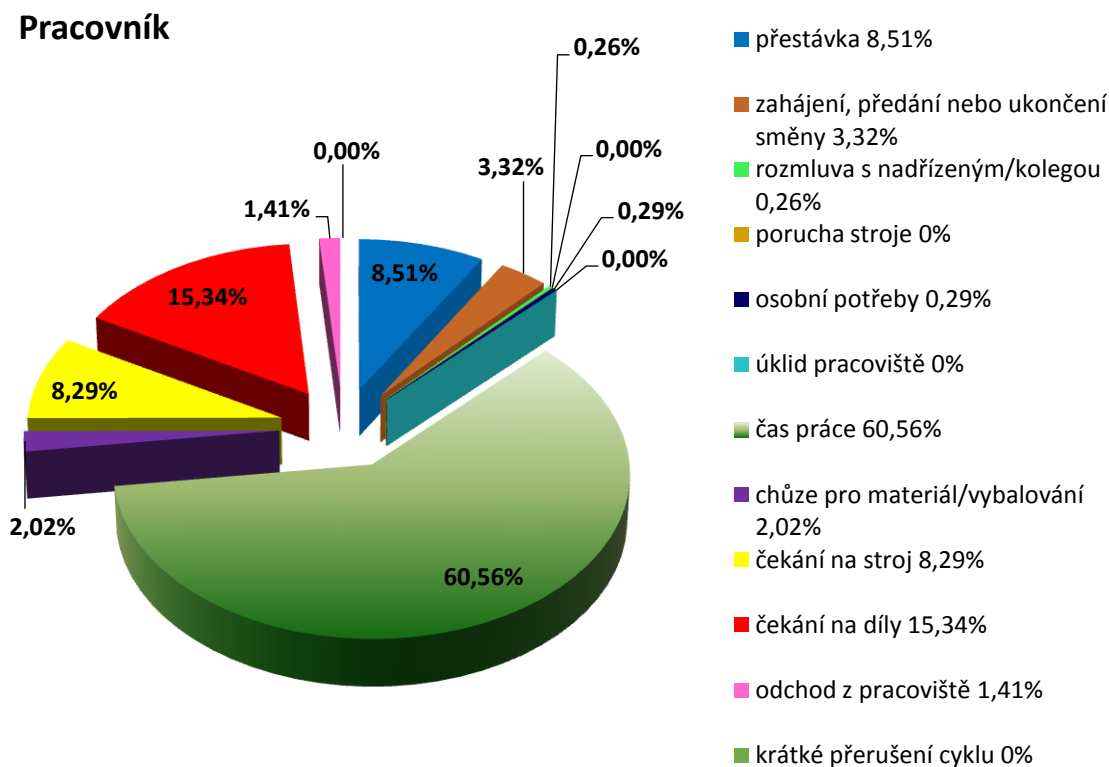
V této podkapitole jsou uvedeny výsledky týkající se pracoviště *Ultrazvukového svařování* (USS). Toto pracoviště se na Inselu KSF2 vyskytuje dvakrát. Jednou převážně pro výrobu produktu typu X253 a podruhé pro výrobu produktu typu S205. Měřena byla obě tato pracoviště. Byl vypracován přehled jednotlivých měření, porovnání pracovišť a souhrnné vyhodnocení.

9.2.1 Jednotlivá měření

Nyní se podíváme na přehled všech měření, která probíhala na pracovišti USS. Pro každé měření byl vypracován koláčový graf znázorňující rozložení času směny pracovníka a stroje.

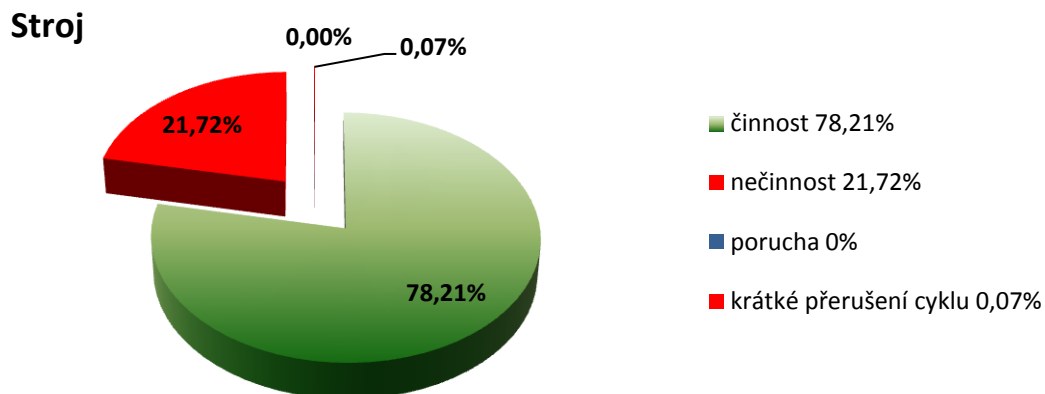
1. měření - 2. 5. 2016

Při prvním měření se jednalo o ranní směnu, při které byl vyráběn výrobek typu X253. Čas práce je okolo 60% celkového času směny. Největší ztráty jsou způsobeny čekáním na díly, ty tvoří téměř 16%, jak ukazuje Obrázek 9-19. Díly přicházejí z pracoviště WJ přes pracoviště *Ofuku*, kde dochází k jejich zpoždění.



Obrázek 9-19: 1. měření USS – Pracovník

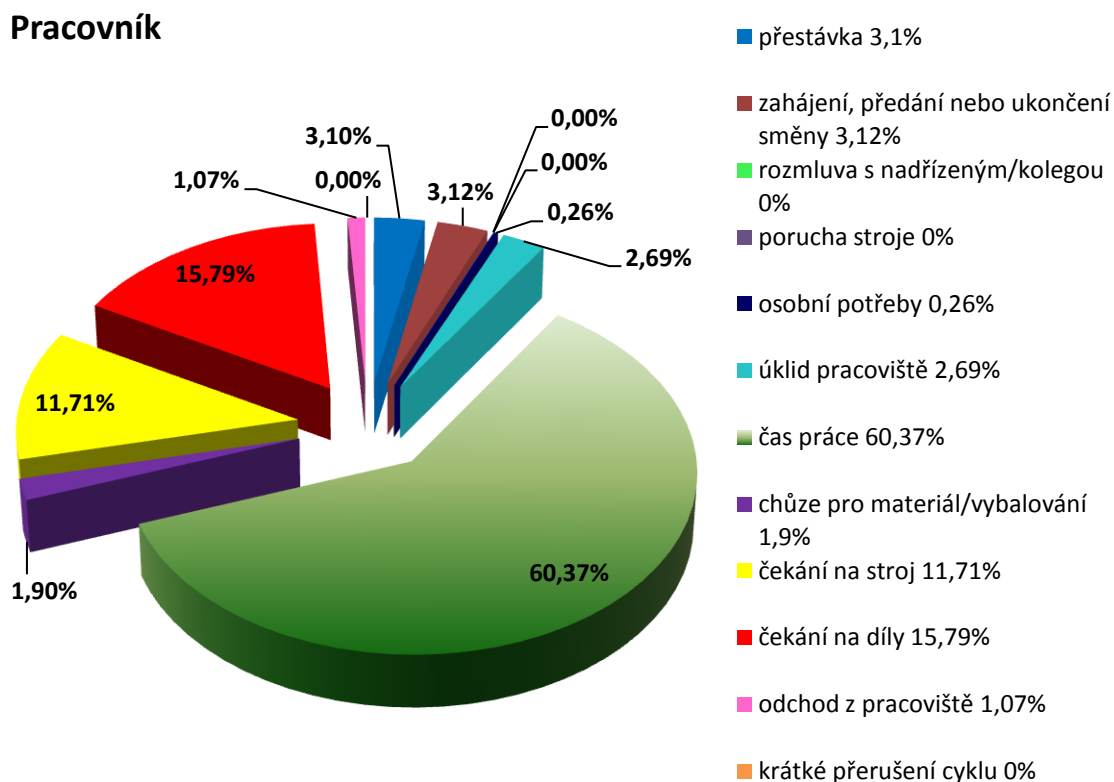
Obrázek 9-20 ukazuje, že činnost stroje je 78%. Nečinnost stroje nebyla v tomto případě zaviněna žádnou poruchou. Z velké míry byla způsobena nedostatečným přísunem dílů.



Obrázek 9-20: 1. měření USS - Stroj

2. měření - 2. 5. 2016

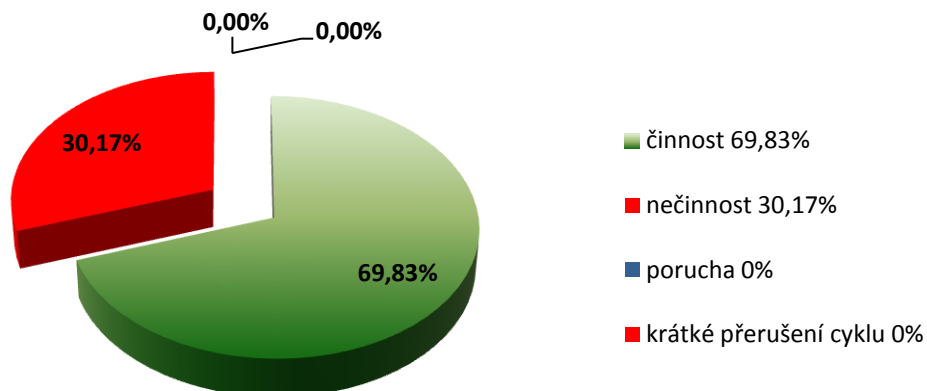
Jedná se o odpolední směnu, při které byl vyráběn výrobek typu X253. Výsledky z druhého měření jsou velmi podobné předchozí směně, jak ukazuje Obrázek 9-21. Čas práce je opět okolo 60% a největší ztráty jsou opět způsobeny čekáním na díly. Doba přestávky je zde kratší, kvůli střídání směn.



Obrázek 9-21: 2. měření USS – Pracovník

Obrázek 9-22 ukazuje, že čas činnosti stroje je při druhém měření nižší než při prvním měření. Opět se zde nevyskytují žádné poruchy.

Stroj

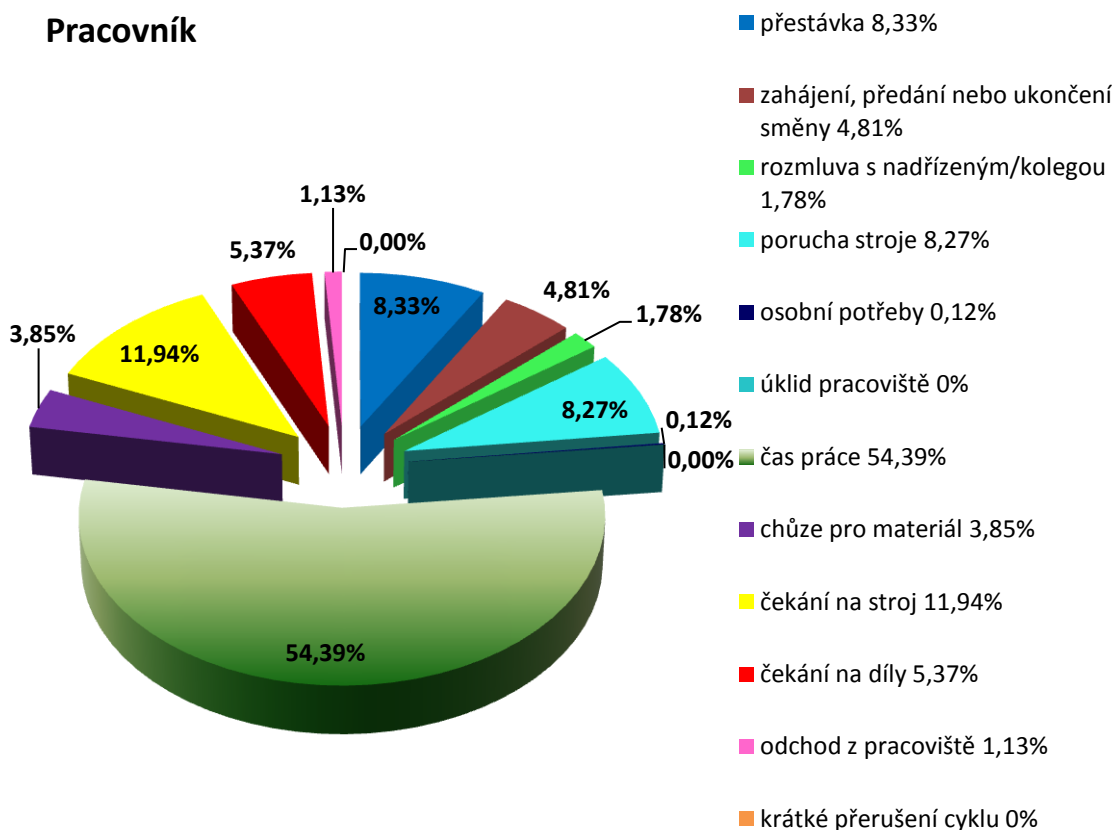


Obrázek 9-22: 2. měření USS - Stroj

3. měření - 3. 5. 2016

Jako třetí byla měřena odpolední směna, při které byl vyráběn výrobek typu S205. Obrázek 9-23 ukazuje, že čas práce je zde nižší než u předchozích měření, což souvisí s nárůstem poruchovosti, která zde činí 8,27%.

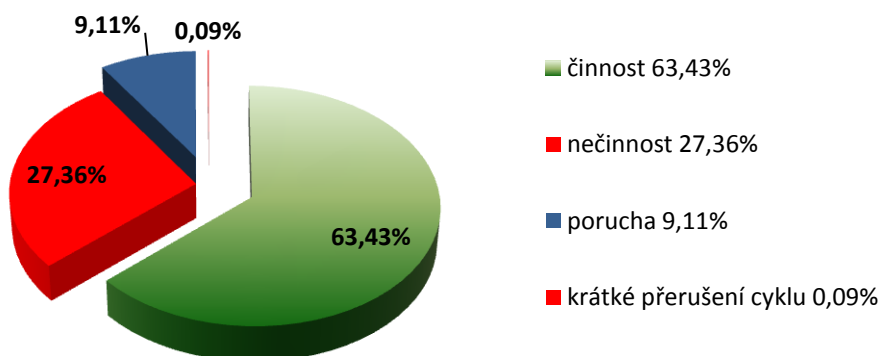
Pracovník



Obrázek 9-23: 3. měření USS - Stroj

Obrázek 9-24 představující rozložení času stroje ukazuje, že činnost stroje byla snížena vlivem poruch, které tvoří 9,11%.

Stroj

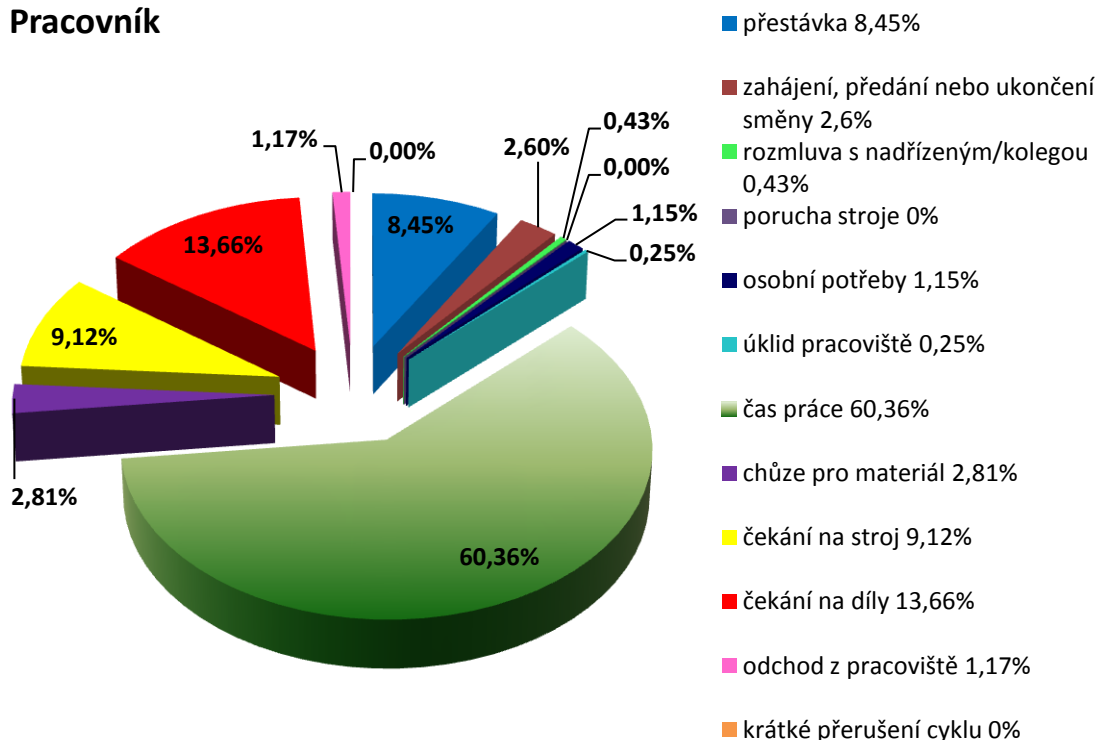


Obrázek 9-24: 3. Měření USS - Stroj

4. měření - 3. 5. 2016

Obrázek 9-25 znázorňuje rozložení času noční směny, při které byl vyráběn výrobek typu X253. Čas práce je okolo 60%, výskyt poruch je nulový a největší ztráty jsou zaviněny čekáním na díly.

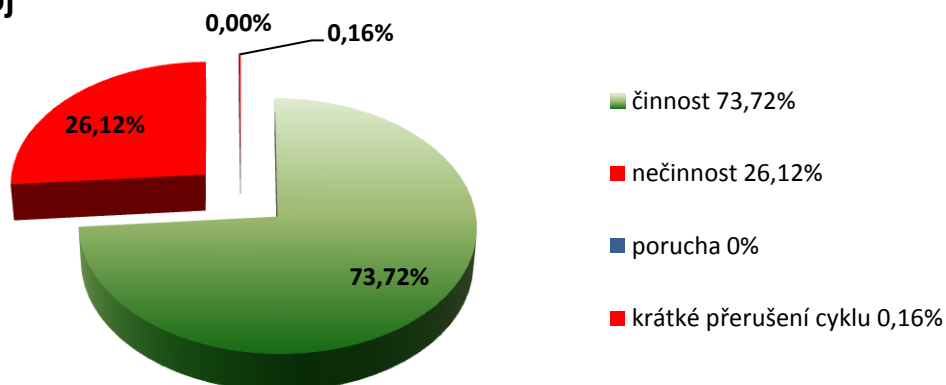
Pracovník



Obrázek 9-25: 4. měření USS - Pracovník

Rozložení času z pohledu stroje, které představuje Obrázek 9-26, ukazuje, že čas činnosti stroje je téměř 74%. Byl zde zaznamenán také velmi nepatrný podíl krátkého přerušení cyklu.

Stroj

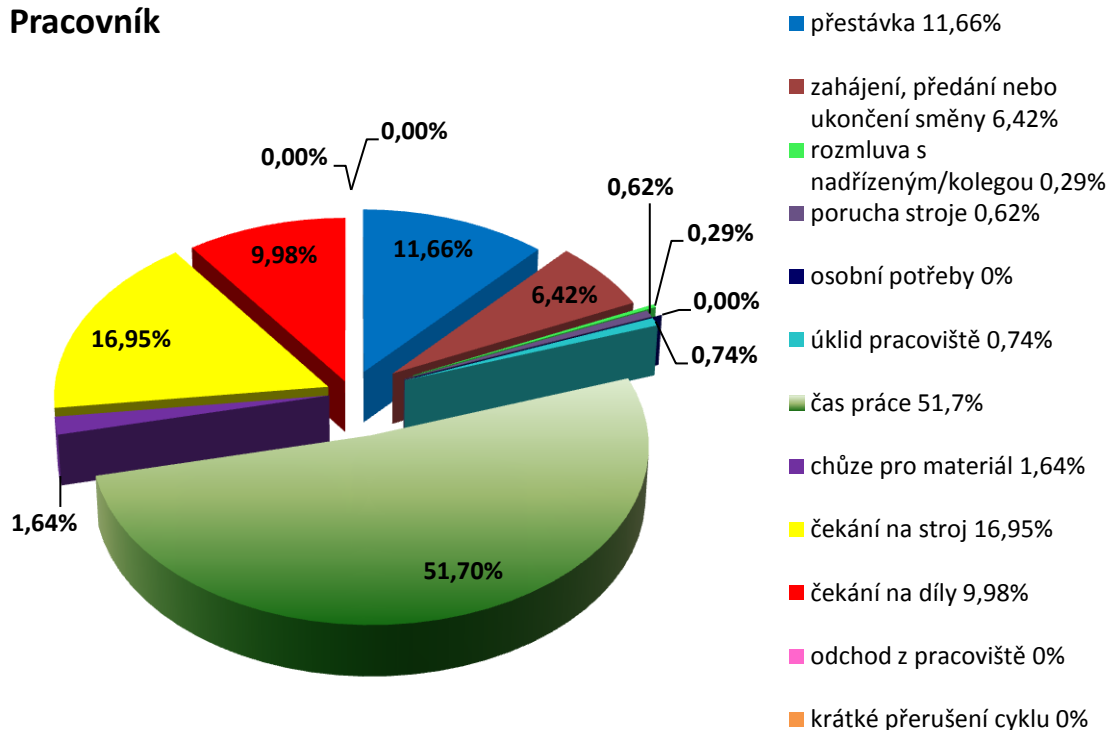


Obrázek 9-26: 4. měření USS - Stroj

5. měření - 4. 5. 2016

Při pátém měření se jednalo o noční směnu. V této směně byl vyráběn výrobek typu S205. Čas práce byl pouze 52% a byly zde zachyceny organizační ztráty v důsledku čekání na dokončení strojní operace. Další ztrátový čas vznikl čekáním na díly, delší dobou přípravy pracoviště a delší dobou přestávek, které byly způsobeny střídáním směn. Čekání na díly bylo způsobeno v důsledku kolize robota na pracovišti WJ a následné výměně prasklé šály opět na pracovišti WJ. Rozložení času směny ukazuje Obrázek 9-27.

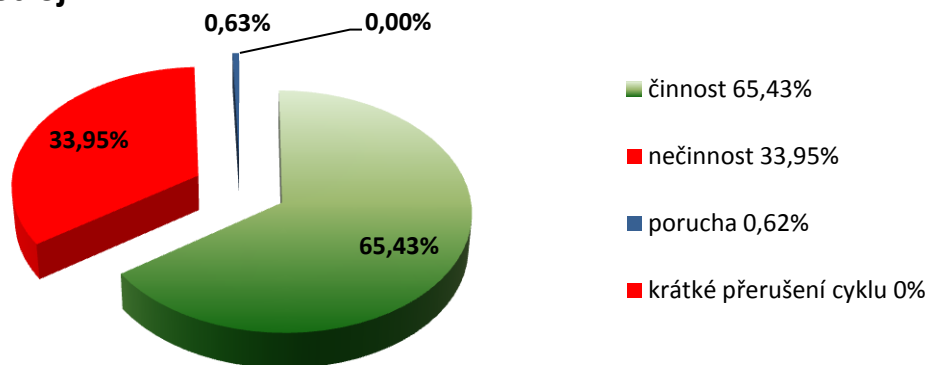
Pracovník



Obrázek 9-27: 5. měření USS - Pracovník

Obrázek 9-28 ukazuje, že činnost stroje byla při této směně 65,43%, poruchovost je zde velmi nízká.

Stroj

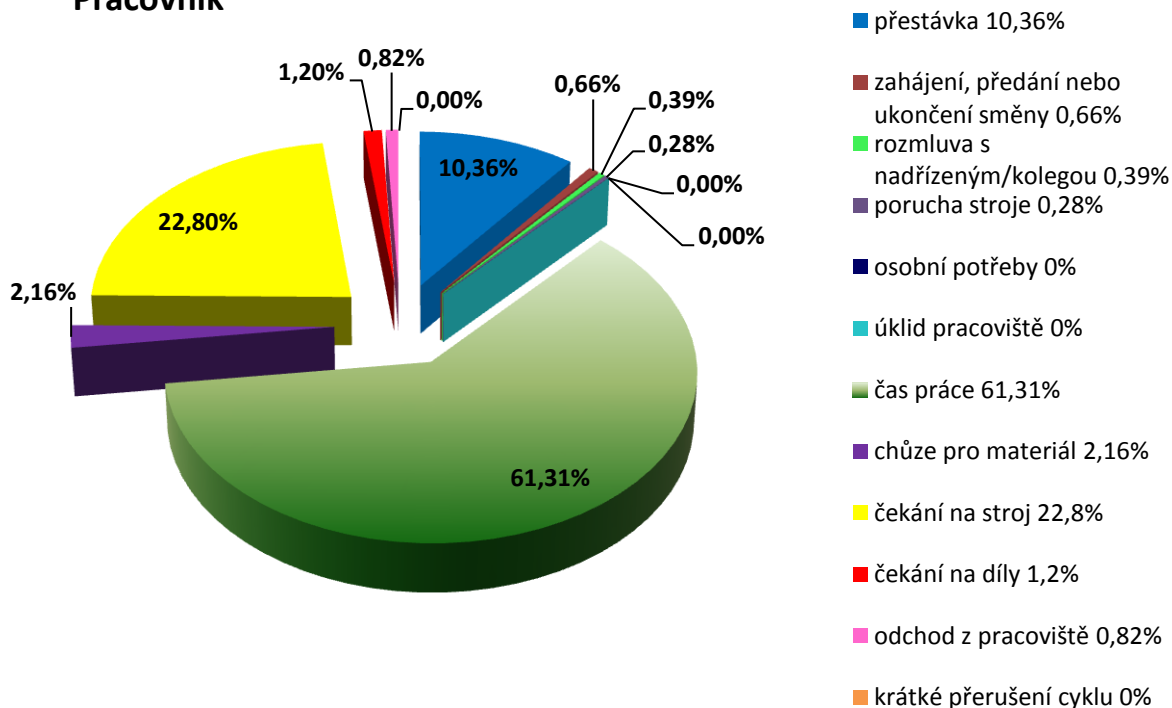


Obrázek 9-28: 5. měření USS - Stroj

6. měření - 2. 5. 2016

Při posledním měření se jednalo o ranní směnu. V této směně byl vyráběn výrobek typu S205. Čas práce je okolo 60% jak ukazuje Obrázek 9-29. Během měření byly zachyceny organizační ztráty, jako čekání na dokončení strojní operace. Měření bylo ukončeno v 11:37 hodin. Výroba byla zastavena kvůli nedostatku potřebných dílů na následnou montáž.

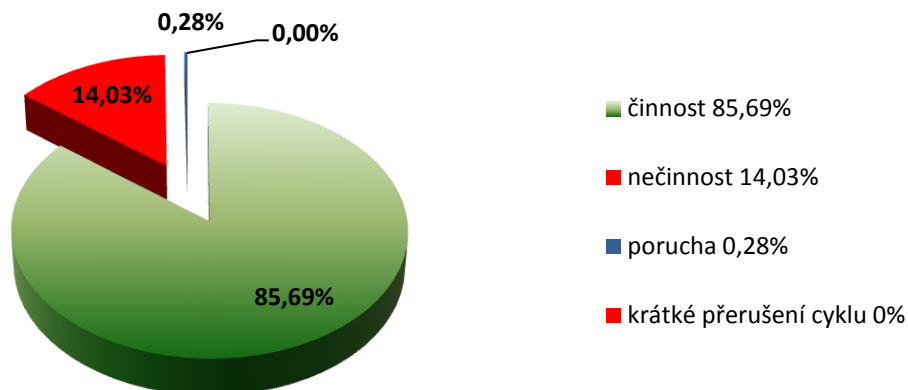
Pracovník



Obrázek 9-29: 6. měření USS - Pracovník

Obrázek 9-30 ukazuje, že čas činnosti stroje je 85,69%. Vyšší hodnota je odrazem plynulosti výroby a zásobení dílů z pracoviště WJ.

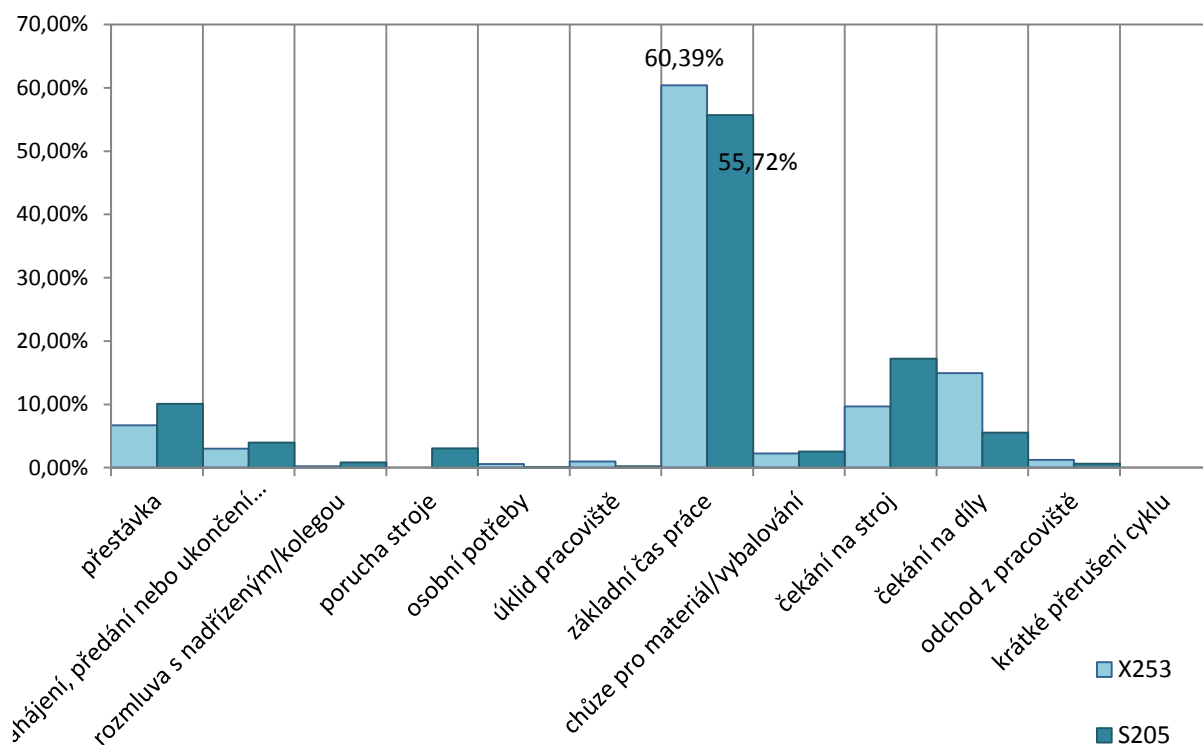
Stroj



Obrázek 9-30: 6. měření USS – Stroj

9.2.2 Porovnání strojů

Obrázek 9-31 ukazuje porovnání časů stroje pro výrobu typu X253 a stroje pro výrobu typu S205. Rozdíly jsou pozorovatelné v oblasti základního času práce, čekání na dokončení strojní operace a čekání na díly. Je vidět, že obě pracoviště jsou řízeny především chodem pracoviště WJ. Všechna vstupní data pro grafické zpracování jsou k nahlédnutí v tabulce v Příloze č. 3.



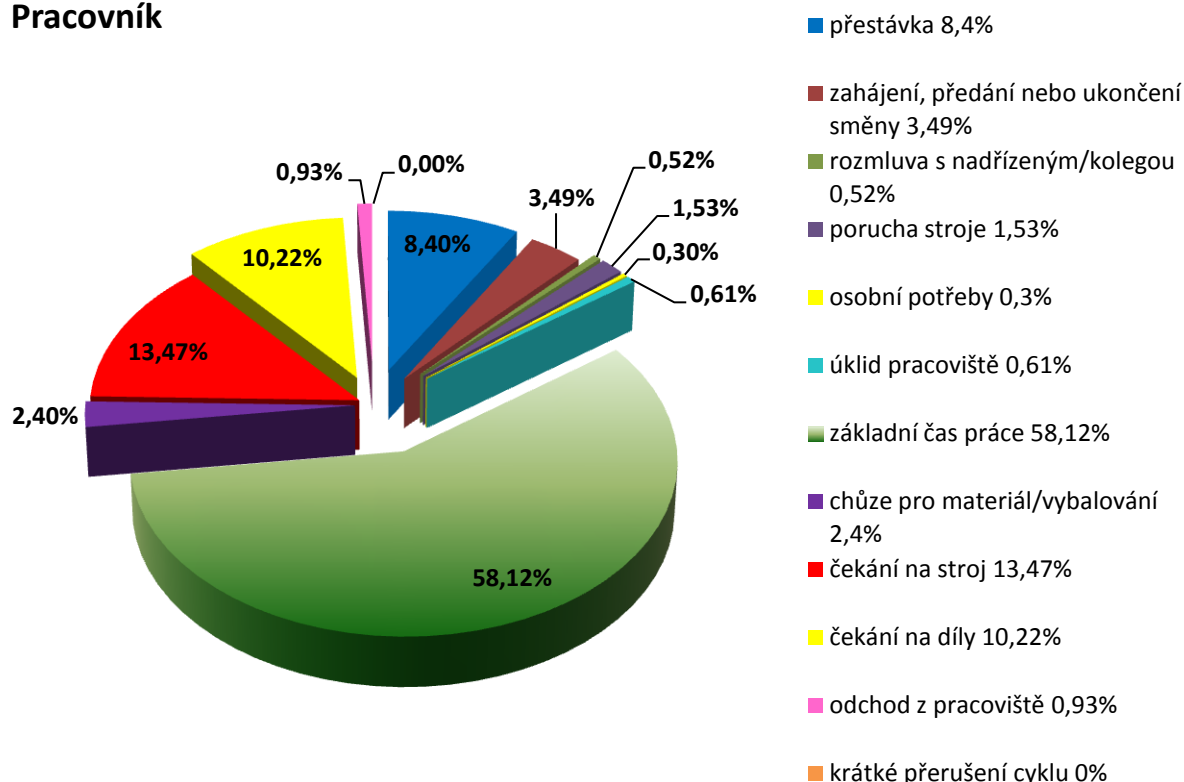
Obrázek 9-31: Porovnání strojů USS

9.2.3 Souhrn měření

Závěrem bylo provedeno celkové shrnutí výsledků všech naměřených směn na pracovišti USS a byly vypočteny hodnoty ukazatele efektivity OEE. Dále byl proveden rozbor příčin hlavních ztrátových činností. Tabulka, která zahrnuje výsledky všech provedených měření a slouží jako vstup pro grafické znázornění průměrných hodnot je uvedena v Příloze č. 3.

Obrázek 9-32 představuje průměrnou spotřebu času směny pracovníka. Průměrný čas práce je 58%. Největším ztrátovým časem je čekání na díly, které přicházejí z pracoviště WJ a jsou zpracovány na *Ofuku*. Poruchy se vyskytují na pracovištích USS pouze výjimečně.

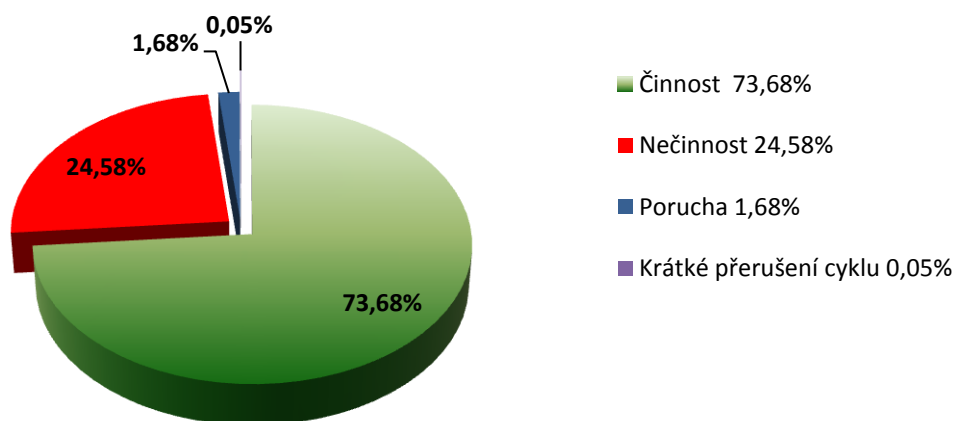
Pracovník



Obrázek 9-32: Souhrn měření USS – Pracovník

Obrázek 9-33 ukazuje průměrné rozložení času směny z pohledu stroje. Průměrná činnost je 74%. Nečinnost, která tvoří 25% je způsobena převážně nedostatkem materiálu a čekáním na díly přicházející z pracoviště WJ.

Stroj



Obrázek 9-33: Souhrn měření USS – Stroj

Rozbor ztrátových činností - Pracovník

Stejně jako na pracovišti WJ, i zde bylo během měření vyzorováno několik hlavních ztrátových časů, které jsou podrobněji popsány níže.

- **Čekání na dokončení strojní operace**
Na pracovišti se nachází ultrazvukové robotické svařovací zařízení, které je vybaveno otočným stolem, jak již bylo zmíněno dříve v popisu pracovního postupu. To znamená, že při opracování jednoho dílu zakládá pracovník druhý díl do kopyta stroje. Proces zakládání dílu je kratší než proces opracování, tudíž dochází čekání pracovníka na dokončení strojní operace. Jedná se o organizační ztrátu.
- **Čekání na díly**
Vstupní materiál přichází z pracoviště WJ na pracoviště Ofuku, které je přímo propojeno s pracovištěm USS. To znamená, že veškeré poruchy vzniklé na pracovišti WJ se promítnou přímo na pracoviště USS. Pokud se jedná o poruchy zařízení na pracovišti WJ, které je možno opravit v kratším časovém horizontu, dochází k čekání na materiál na pracovišti USS. Pokud se jedná o poruchy závažnější, pak je na pracoviště USS dodáván vstupní materiál ze skladu ze zásob rozpracované výroby.
- **Přestávka**
Během doby trvání přestávky je stroj ve stavu nečinnosti. Obdobně jako u pracoviště WJ i zde je standardní průběh režimu přestávek v podobě – 5 minut po dvou hodinách, 30 minut po čtyřech hodinách a 5 minut po šesti hodinách od začátku směny. Výjimky nastávají při střídání osmihodinových a dvanáctihodinových směn.
- **Zahájení, předání nebo ukončení směny**
Jedná se o čas strávený přípravou pracoviště, probíhá doplnění potřebného materiálu a čištění strojního zařízení vzduchovou pistolí.
- **Chůze pro materiál**
Chůze pro materiál probíhá několikrát během směny. Pracovník si doplňuje zásoby v blízkosti stroje z minimarketu umístěného na pracovišti.
- **Porucha stroje**
Výskyt poruch strojního zařízení je zde spíše ojedinělý. Během šesti měření byla zaznamenána pouze jedna větší porucha, která trvala 40 minut.

Mezi další zaznamenané ztrátové činnosti patří rozmluva s nadřízeným/kolegou, nepřítomnost na pracovišti nebo drobný úklid pracoviště. Tyto zmíněné činnosti nezabírají příliš velký podíl v celkovém rozložení času směny.

Rozbor ztrátových činností - Stroj

Z hlediska stroje rozdělujeme ztrátový čas, stejně jako u pracoviště WJ, na nečinnost, poruchu a krátké přerušení výrobního cyklu.

- **Nečinnost**
Největší příčinou nečinnosti stroje je nedostatek vstupního materiálu, tedy čekání na díly přicházející z pracoviště WJ. Jak bylo již uvedeno výše, pracoviště USS je přímo závislé na pracovišti WJ. Další příčiny nečinnosti stroje souvisí především s počínáním pracovníka. Na pracovišti pro výrobu dílu typu S205 musí pracovník po ukončení strojní operace stisknout tlačítko, aby došlo k otočení pracovního stolu. Pokud pracovník není zrovna z nějakého důvodu přítomen přímo u ovládacího panelu, stroj se ocitne ve stavu nečinnosti. U pracoviště pro výrobu dílu X253 je otáčení stolu zajištěno automaticky.

- **Porucha**

Nečinnost stroje zapříčiněná poruchou zařízení není příliš častá na pracovištích USS. Během šesti měření byla zachycena pouze jedna větší porucha zařízení, při které bylo nutno provést seřízení robota.

- **Krátké přerušení cyklu**

Jedná se o krátká přerušení s velmi nízkým podílem na čase směny, téměř zanedbatelným.

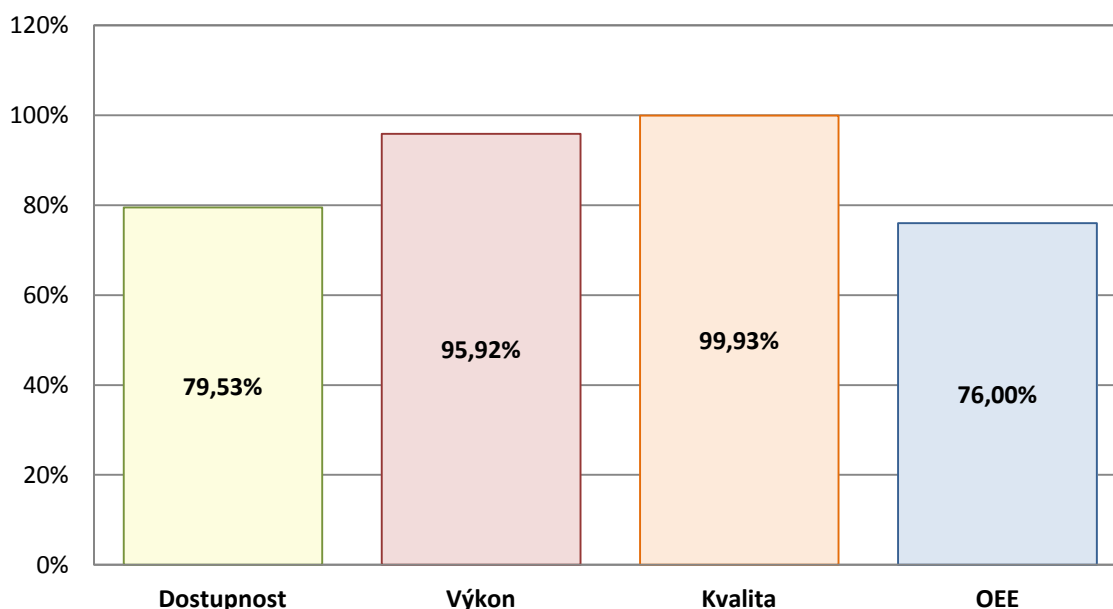
Ukazatel efektivity - OEE

Tabulka 9-3 uvádí vypočtené hodnoty faktorů dostupnosti, výkonu, kvality a ukazatele efektivity OEE z šesti provedených měření na pracovišti USS. Pro výpočet byly použity vzorce, které jsou popsány v teoretické části, v Kapitole 3. Vstupní data pro výpočet jsou uvedena v Příloze č. 4.

Tabulka 9-3: Hodnoty ukazatele OEE - USS

USS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Průměr
Dostupnost	85,54%	72,54%	69,21%	80,56%	74,14%	95,20%	79,53%
Výkon	95,33%	98,26%	99,14%	98,22%	94,42%	90,13%	95,92%
Kvalita	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,59%	99,93%
OEE	81,54%	71,28%	68,62%	79,12%	70,01%	85,46%	76,00%

Obrázek 9-34 představuje grafické znázornění průměrných hodnot faktorů dostupnosti, výkonu, kvality a ukazatele efektivity. Faktor dostupnosti je snížen vlivem výskytu prostojů na pracovišti. Hodnota výkonu je zde velmi vysoká, celých 96%. Faktor kvality byl téměř při všech měřeních 100%, tudíž průměrná hodnota kvality se blíží právě k 100%. Průměrná hodnota ukazatele efektivity je okolo 76%. Grafické výstupy z jednotlivých měření jsou k nahlédnutí v Příloze č. 3.

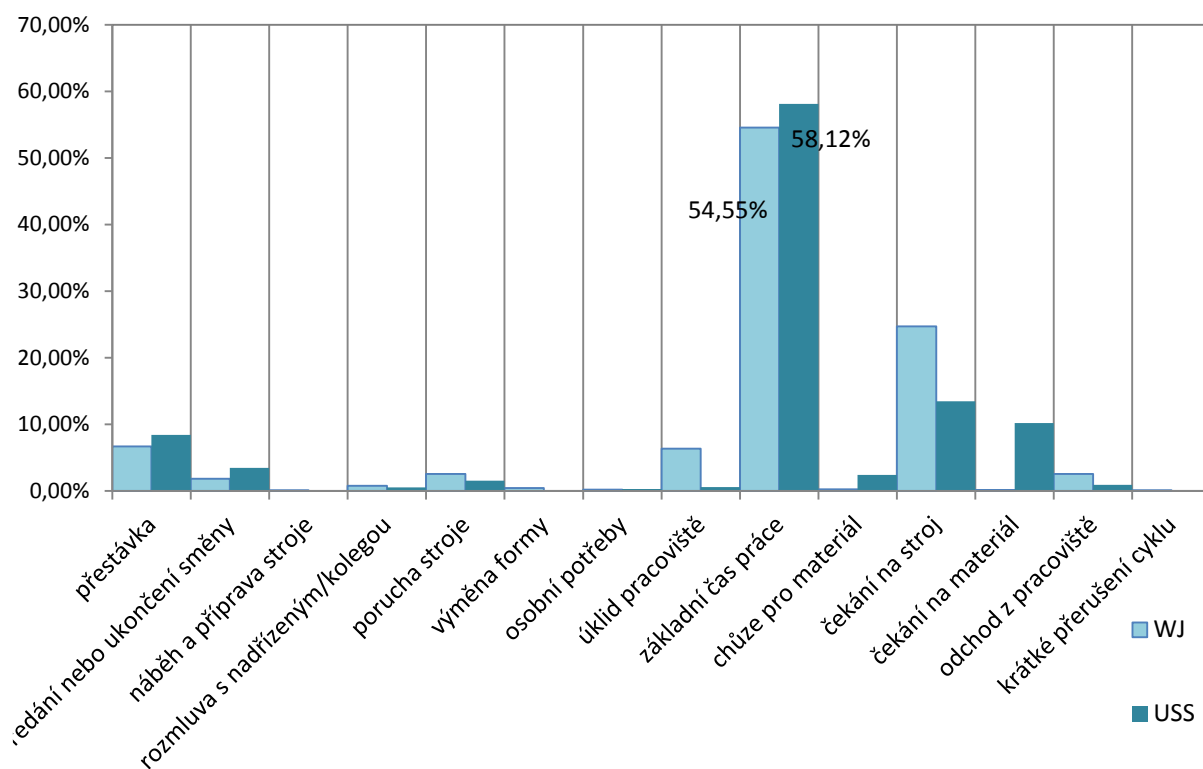


Obrázek 9-34: Průměrné hodnoty OEE – USS

9.3 Celkové zhodnocení pracovišť

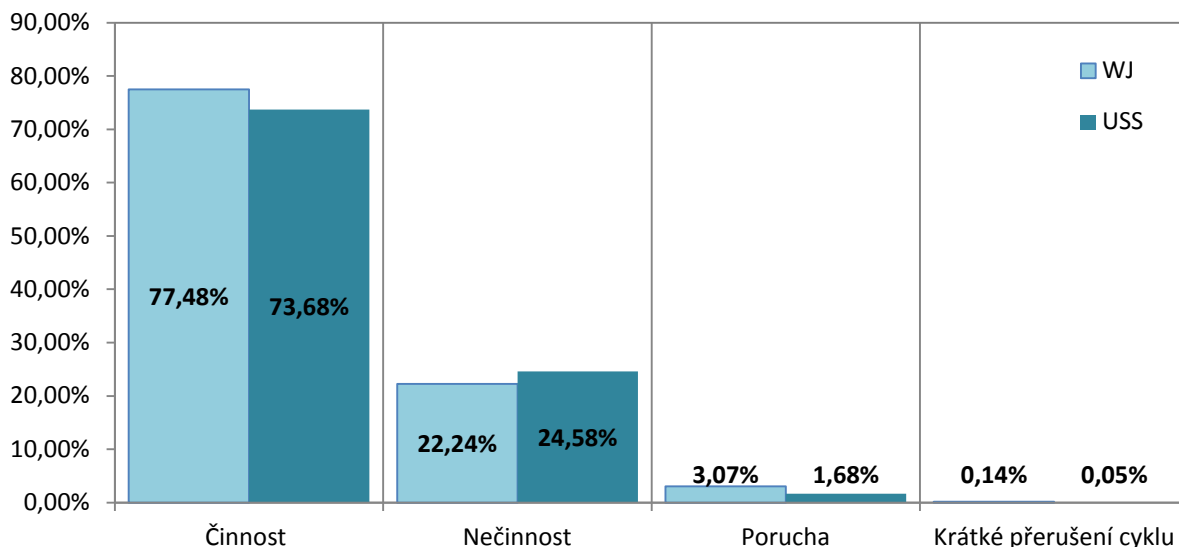
Závěrečným bodem vyhodnocení naměřených výsledků je porovnání obou sledovaných pracovišť, tzn. pracoviště WJ a USS. Za tímto účelem bylo vypracováno grafické znázornění výsledků porovnávající pracoviště nejprve z hlediska rozložení času směny pracovníka, dále z hlediska rozložení času stroje a nakonec porovnání hodnot ukazatele efektivity OEE a jeho ovlivňujících faktorů.

Porovnání rozložení času směny z hlediska pracovníka ukazuje Obrázek 9-35. Čas práce je vyšší u pracoviště USS. Na pracovišti WJ je více času věnováno úklidu a mytí stroje a také je zde zachycen vyšší výskyt organizačních ztrát čekání na dokončení strojní operace a větší výskyt poruch, oproti pracovišti USS. Je vidět, že čekání na materiál zatěžuje převážně pracoviště USS.



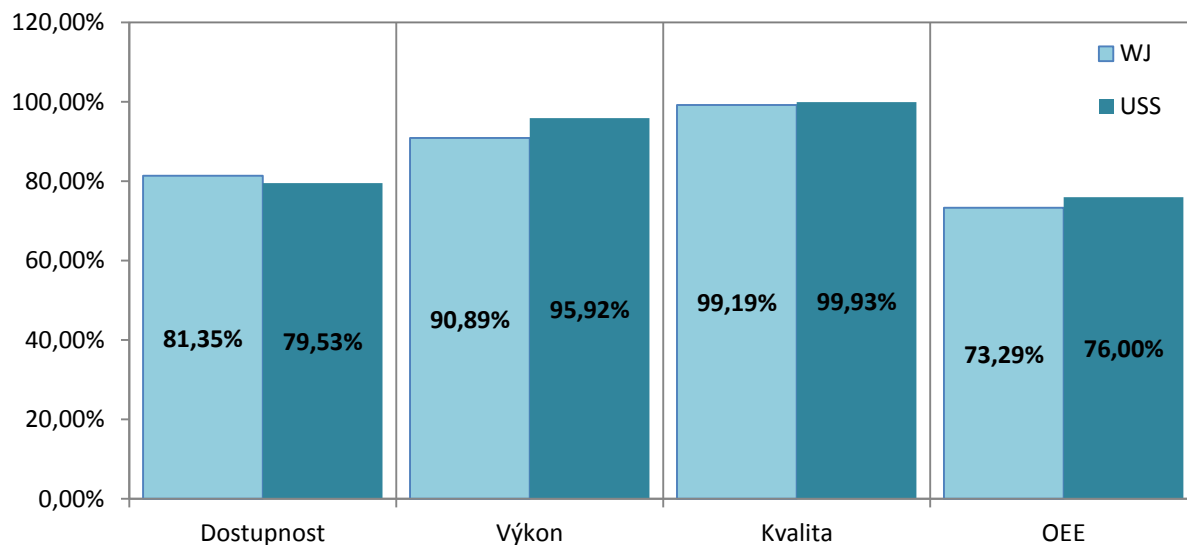
Obrázek 9-35: Porovnání USS a WJ - Pracovník

Obrázek 9-36 ukazuje porovnání rozložení času směny obou pracovišť z pohledu stroje. Zde je možné vidět, že hodnoty obou pracovišť jsou téměř shodné. U pracoviště WJ je pozorovatelný zvýšený výskyt poruch, který se odrazí v nečinnosti pracoviště USS.



Obrázek 9-36. Porovnání USS a WJ – Stroj

Následující Obrázek 9-37 porovnává jednotlivé faktory a samotný ukazatel efektivity obou pracovišť. Faktor dostupnosti je téměř srovnatelný u obou pracovišť, kdežto hodnota výkonu je vyšší u pracoviště USS. To je zapříčiněno menším výskytem poruch a vyšší plynulostí výrobního procesu. Hodnota faktoru kvality je vysoká v obou případech. Celková hodnota ukazatele efektivity je vyšší na pracovišti USS.



Obrázek 9-37: Porovnání USS a WJ - OEE

10 Návrhy na zlepšení současného stavu

Na základě vyhodnocení provedených měření a praktického pozorování pracovišť na Inselu KSF2 byly navrženy možné způsoby řešení vzniklých problémů. Nejčastěji se objevující problémy byly uspořádány do skupin, popsanych níže. Pro každou oblast je navržen souhrn teoretických přístupů na zlepšení současného stavu. Některé z navrhovaných řešení jsou již v procesu zavádění či v procesu přípravy.

10.1 Proces výroby

Pozorováním bylo zjištěno, že časové ztráty v procesu výroby vznikají z důvodu nedodržování přesných pracovních postupů. Ať už je to zapříčiněno ze strany pracovníka záměrně nebo z důvodu neznalosti přesného pracovního postupu. Další významnou časovou ztrátu představují poruchy strojních zařízení.

Dodržování pracovních postupů

V procesu výroby hraje velkou roli zejména přesné dodržování pracovních postupů. Při jejich nedodržování může dojít k časovým ztrátám, k porušení bezpečnostních opatření a tím k pracovnímu úrazu. Ve společnosti jsou vypracovány návody na operace, které slouží jako informační materiál při zaškolování nových pracovníků. Pokud však není zaškolení nových pracovníků provedeno pečlivě, kvalifikovanou, pověřenou osobou, může dojít k chybnému pojetí pracovního postupu z hlediska pracovníka.

Dodržování pracovních postupů je důležité na obou měřených pracovištích, tedy na pracovišti WJ, i na pracovišti USS. V obou případech je potřeba, aby pracovník založil díl do šály/kopyta stroje před dokončením strojní operace na druhé straně otočného stolu stroje. Pokud se tak nestane, vzniká časová ztráta 5 sekund, při které dochází ke kontrole robotů. Bylo vyzpozorováno, že nejčastěji dochází k nedodržování pracovního postupu zejména při zakládání dílů na pracovišti WJ. Dle pracovního postupu má pracovník přinést ke stroji nové díly k založení, vyjmout opracované díly a ihned založit díly nové. Dále spustit začátek procesu a až poté se věnovat již opracovaným dílům. Zde dochází k porušení pracovního postupu ve smyslu, že pracovník nemá připraveny nové díly pro založení přímo u stroje. Tím dochází ke zpoždění procesu zakládání dílů.

Pro řešení těchto problémů jsou zaváděny pozice trenéra pracovních postupů. Jedná se o osobu s odpovídající kvalifikací na daný výrobní proces. Trenér provádí zaučení či přeškolení pracovníků přímo na pracovišti. Tím je zaručeno lepší pochopení pracovních postupů a především správnost výkladu.

Eliminace poruch

Dle provedených měření bylo zjištěno, že poruchy tvoří větší část zejména na pracovišti WJ. Jelikož jsou na tomto pracovišti závislá i další pracoviště USS a tedy i EKV, která na WJ navazují, je důležité eliminovat poruchy právě na pracovišti WJ.

Při vzniku poruchy je důležité její včasné odhalení a zajištění rychlé nápravy. Na pracovišti WJ je signalizační zařízení umístěno pod krytím stroje v úrovni pohybu zdvihacího zařízení formy, tudíž v určitých momentech dochází k jeho špatné viditelnosti. V důsledku toho pracovník někdy zaznamená poruchu stroje se zpožděním.

Možným řešením tohoto problému je umístění světelného andonu k ovládacímu panelu stroje, jako je tomu na ostatních pracovištích. Světelný andon, který ukazuje Obrázek 10-1, má tři úrovně signalizace – porucha stroje, čekání stroje a chod stroje. Udává tak pracovníkovi jasné informace o stavu stroje. Další problém tkví v hlášení poruch. Pokud se vyskytne na stroji

porucha, pracovník jde sám ověřit, zda je schopen poruchu opravit, či nikoliv. V případě, že nedokáže poruchu odstranit sám, vyhledá mluvčího nebo mistra na pracovišti, který zajistí příchod pracovníka údržby. Celý tento proces je časově náročný a dochází zde k časovým ztrátám. Řešením je zavedení systému hlášení poruch, které souvisí s implementací monitoringu dat. Tato problematika je popsána níže.



Obrázek 10-1: Světelný andon [18]

Ke snížení poruchovosti pracoviště lze dospět používáním principů TPM, které jsou popsány v teoretické části práce (2). Dalším faktorem, který napomáhá snižovat výskyt ztrát vzniklých poruchou, je kvalifikace pracovníků údržby. Zvyšování jejich kvalifikace přispívá k lepšímu řešení problému a také k rychlejšímu zásahům v případě vzniklé poruchy. V neposlední řadě jde o princip sledování dat o strojním zařízení. Sběru dat se věnuje následující část této kapitoly.

10.2 Sběr dat

Sběr dat o strojních nezařízeních a obecně o výrobních procesech je klíčový pro určování slabých míst výroby. Pokud máme k dispozici kvalitní data, jsme schopni rozlišovat různé druhy prostojů a snáze identifikovat jejich příčiny. To vše vede k jejich trvalému odstranění. Z hlediska plynulosti výroby chceme odstranit prostoj při jeho vzniku co nejrychleji, ovšem obecnou snahou je odstranit příčinu problému tak, aby nedocházelo k jeho opakování. Cílem společnosti je zvyšovat technickou využitelnost stroje nad 90%, což znamená snižovat prostoje pod 10%.

10.2.1 Současný stav sběru dat

V současné době jsou data o strojních zařízeních a prostojích sbírána mechanicky. Data o stavech strojů jsou zaznamenávána z displeje stroje do papírových archů každou hodinu mluvčím směny. Data, týkající se poruch zařízení, jsou zaznamenávána do speciálních archů pro evidenci oprav. Obrázek 10-2 a Obrázek 10-3 ukazují podobu archů pro evidenci oprav.

KSF (Prosím, doplňte./ Bitte eintragen.):

	Nástroj / Werkzeug	Stroj / Anlage
	Prosím, zakřížkujte/Bitte, ankreuzen.	
OTT/Kontaktheizpresse		
C - Lis / C - Pressen		
IR / Otočný stůl		
USS		
WJ		
Vysekávání / Stanze		
EKV		

Datum Podpis / Unterschrift

Obrázek 10-2: Arch pro evidenci oprav I. [3]

Obrázek 10-3 zachycuje podobu vyplněného archu pro evidenci oprav. Vyplňují se jména zodpovědných osob – mluvčí, mistr, technik, dále označení úseku a stroje. Zaznamenávána je

také doba trvání poruchy a její příčina. V případě na obrázku se nejednalo o poruchu, nýbrž o výměnu forem na pracovišti Formování, WJ a USS.

Reparaturnachweis / Evidence oprav			
Name Arbeitsverantwortlicher / Jméno mistr/mluvčí	CHOTĚBOŘKA		Materialentnahmeschein rückseitig aufkleben! / Výdejky nalepit z druhé strany tohoto listu
Name Mitarbeiter / Jméno technik	KACER DEJCEK	Insel / Úsek	ICSF 2
Datum	SCHABA, HOLIC 14.5		
Ausfall Beginn / Odstavka začátek	0049	Maschine / Stroj	C12-1976/1989 WJ-1977 099 5049/2282
Rep. Beginn / Oprava začátek	0049		
Rep. Ende / Oprava konec	1:14		
Fehler / Chyba	Wartung / Údržba		
elektr.: <input type="checkbox"/> mech.: <input type="checkbox"/> Prod.: <input type="checkbox"/>			
geplant/plánovaná: <input type="checkbox"/> ungeplant/neplánovaná: <input type="checkbox"/>			
Bemerkung/Beschreibung des Defekts / Poznámky, popis chyby			
Werkzeugwechsel / Výměna nástroje		Maschine übernommen / Stroj převzat	
von / z	auf / na	Name / Jméno: CHOTĚBOŘKA	
5088	1876/1999	Unterschrift Prod. / Podpis výroba: Chotěbořka	
5094	1877		
5100/101	5049/2282	Maschine an Prod. Übergeben / Stroj a produkt předán	
		Name / Jméno: KACER	
		Unterschrift Technik / Technik podpis: Kacer A.	

Obrázek 10-3: Arch pro evidenci oprav II. [3]

Všechna data o prostojích, která jsou zaznamenána v průběhu směny, jsou umístěna na informační tabuli „L - Board“, kde se nachází mimo jiné také hodinové sledování počtu vyrobených kusů. Na konci směny jsou data předána ke zpracování. Nevýhodou mechanického sběru dat jsou nepřesnosti vznikající vlivem lidského faktoru.

10.2.2 Nový návrh sběru dat

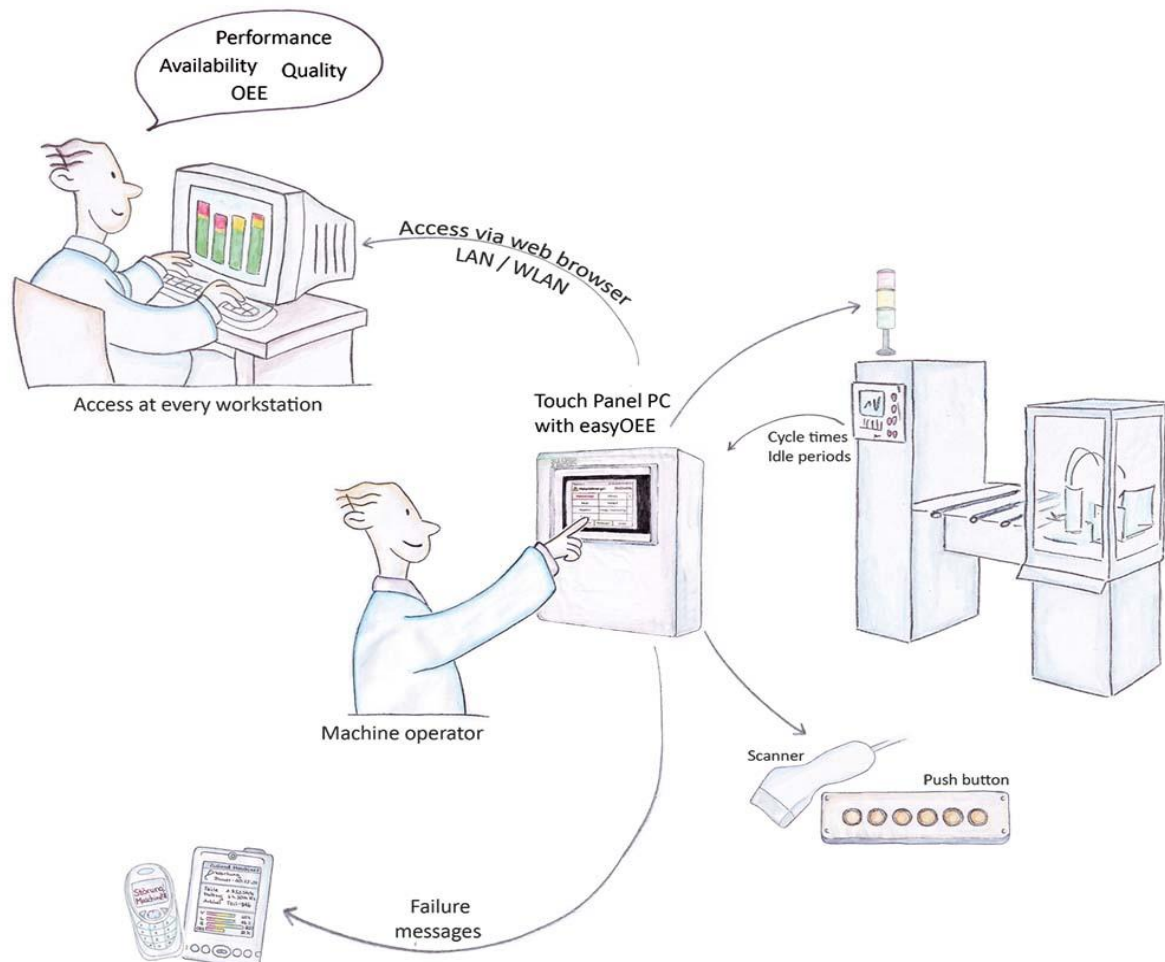
Na konci roku 2016 plánuje společnost přechod na nový podnikový systém. Při této příležitosti je navrhováno řešení automatického sběru dat za pomoci MES systému. Manufacturing Execution Systems (MES), neboli výrobní informační systém, tvoří vazbu mezi podnikovým informačním systémem a systémem pro automatizaci výroby. Tyto systémy zajišťují sběr dat, plánování výroby, řízení výroby, správu výrobních postupů, výkonnostní analýzy, sledování výroků a mnoho dalších funkcí. [11]

Existuje řada poskytovatelů, kteří nabízejí nejrůznější řešení zavedení MES systémů. Je potřeba zvolit takové řešení, které bude kompatibilní s podnikovým systémem a vhodné pro instalaci na strojní zařízení. Dalším faktorem pro výběr MES systému je určit data, která budou primárně sledována. Mělo by se jednat o data související s výpočtem ukazatele efektivity OEE. To znamená všechna data potřebná pro jeho určení. Těmi jsou především data o vznikajících prostojích, zaznamenávání činnosti, nečinnosti a krátkých přerušení chodu stroje. Pro rychlejší manipulaci se systémem bude potřeba vytvořit databázi vznikajících prostojů, ze které bude pracovník vybírat pouze vhodnou alternativu.

Obrázek 10-4 představuje princip celého procesu monitoringu dat. Data jsou sbírána přímo ze stroje. V případě poruchy jsou data o nečinnosti stroje zaslána na mobilní telefon, ovládací panel nebo jiné zařízení, které má k dispozici přímo pracovník údržby. Tím je porucha nahlášena přímo odpovědné osobě. Po provedení nápravných opatření zaznamená pracovník obsluhy povahu poruchy či prostoje. Dojde k vyhodnocení dat a úpravě ukazatele efektivity

OEE dle charakteru prostoje. Všechna data jsou stále dostupná a mohou být kontrolována ze všech pracovních pozic. V případě potřeby lze snadno přepínat stávající výrobu.

Sběr dat je umožněn několika způsoby. Jedná se o přenos pomocí eternitového kabelu, bezdrátový přenos, přenos pomocí mobilního připojení nebo nahrání dat z ovládacího panelu na přenosný disk.



Obrázek 10-4: Princip monitoringu dat [1]

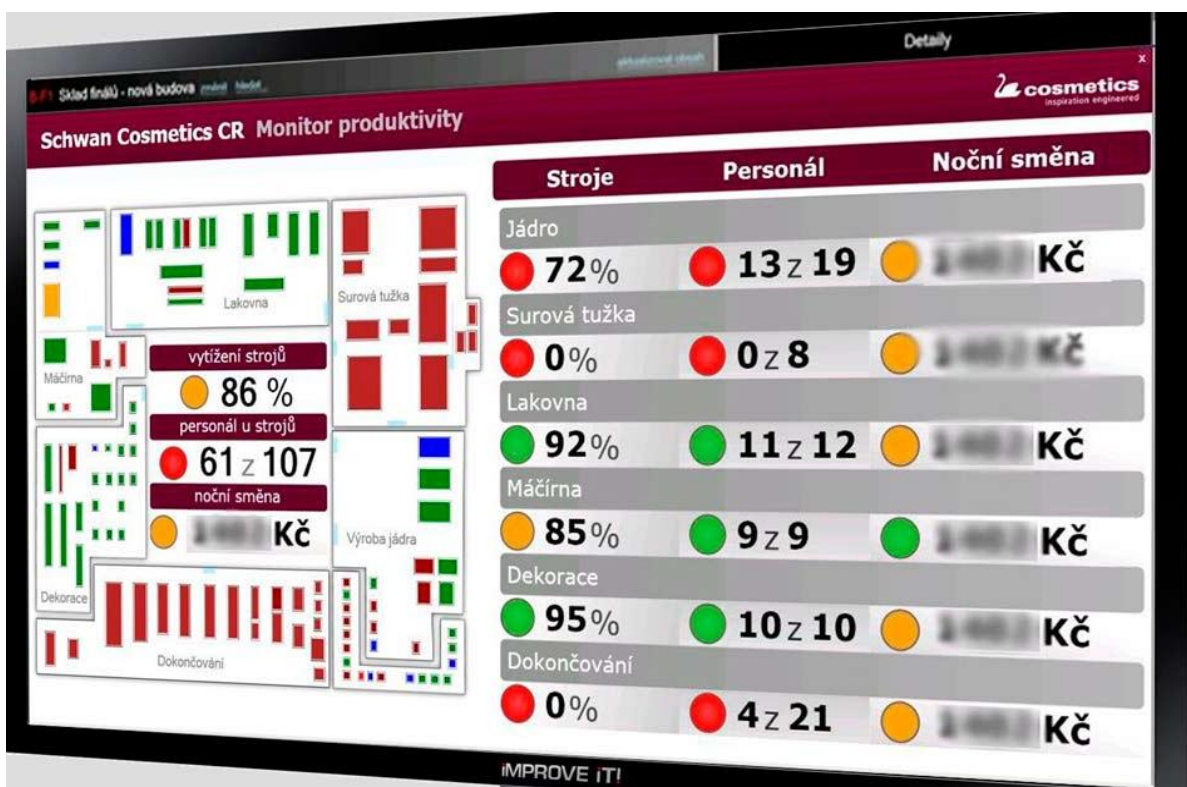
Jak již bylo zmíněno výše, společností poskytujících MES systémy je mnoho. Pro představu vizualizace systému byla vybrána společnost SCADA, která nabízí MES systémy pod názvem „Improve it!“. Mezi základní funkce systému Improve it! patří monitorování výroby, provádění datových analýz, motivační panel pro hlídání produktivity, přehled ukazatele OEE, sledování docházky, skladů a dalších.

Obrázek 10-5 ukazuje vizualizaci sledování výroby na LCD monitoru. Tato vizualizace je dostupná ze všech pracovních míst a poskytuje informace o výrobě v reálném čase. Jsou dostupné všechny informace o rozpracovanosti výrobních zakázek, o dodržování plánovaných časů a materiálů. Informace jsou dohledatelné snadno i zpět v historii.



Obrázek 10-5: Sledování výroby MES [17]

Obrázek 10-6 představuje ukázkou motivačního panelu zobrazeného na LCD displeji. Na panelu se zobrazuje aktuální využití strojů, porovnání stavu výroby s výrobním plánem a náklady na prostoje v porovnání s předchozí směnou. Tyto informace mají motivovat pracovníky k dosažení vyšší efektivity práce.



Obrázek 10-6: Motivační panel MES [17]

Obrázek 10-7 představuje zobrazení výsledků ukazatele OEE na tabletu. Zde je vidět, že data mohou být pohodlně dostupná z různých míst podniku. Vyhodnocení slouží jako rychlý přehled využití zdrojů ve výrobním procesu.



Obrázek 10-7: Zobrazení OEE MES [17]

System Improve it! přináší pozitivní dopady na společnost z hlediska různých hledisek. Přehled přínosů, které vyplývají ze zavedení systému, představuje Tabulka 10-1. [17]

Tabulka 10-1: Přínosy zavedení systému Improve it!

Zvyšuje	Snižuje
Jakost	Zmetkovitost
Přesnost	Náklady
Vytíženost	Prostoje
Flexibilitu	Energetickou náročnost
Produktivitu	Chybovost operátora
Kvalitu	Čas reakce
Spokojenost odběratelů	
Efektivnost výroby	

Závěrem nutno dodat, že pro správné fungování systému je potřeba dodržovat pravidla práce s daty. Údaje o prostojích musí být řádně vyplňovány tak, aby docházelo ke zvyšování produktivity a efektivnosti. Nestačí data pouze sbírat, ale je potřeba s nimi aktivně pracovat. To znamená řešit problémy neprodleně po jejich identifikaci.

Pro zavedení systému automatického sběru dat je nutná počáteční investice. Proto je potřeba propočítat návratnost této investice v závislosti na vzniklé úspoře. Pro provedení kalkulace nebyla k dispozici potřebná data.

10.3 Prostorové uspořádání

Při pozorování pracovišť byly zjištěny nedostatky týkající se rozmístění strojních zařízení a celkového uspořádání pracovišť. Zejména u pracoviště WJ bylo vyzorováno nevyhovující řešení pro odkládání dílů typu S205. Tyto díly se neodkládají přímo na pracovišti, ale jsou odnášeny na následující pracoviště, čímž dochází k časovým ztrátám.

Na rok 2017 je ve společnosti plánován návrh nového layoutu. Návrh se bude soustředit na nové uspořádání technologií, bezpečnost práce a ergonomické faktory. Snahou je uspořádání pracovišť tak, aby se zvýšila plynulost materiálového toku a snížily zbytečné pohyby pracovníků. S ohledem na zdraví pracovníků bude posuzována i ergonomie pracovišť. Z hlediska ergonomie se jeví jako nejproblémovější pracoviště EKV.

Pro vylepšení stávajícího stavu je navrhováno zapracovat připomínky do budoucího návrhu layoutu společnosti.

Závěr

Mapování a analyzování prostojů je důležité z hlediska zvyšování efektivnosti a produktivity podniku. Snahou je eliminovat plýtvání a tudíž i prostoje v rámci celého podniku. Pro úplné odstranění prostojů je podstatné zaznamenat co nejvíce informací o vzniklém prostoji tak, abychom byli schopni nalézt jeho pravou příčinu a mohli ji odstranit. Tím zaručíme, aby se prostoj dále neopakoval.

Cílem diplomové práce bylo zmapování a provedení analýzy příčin a následků nejčastěji vznikajících prostojů na pracovištích ve společnosti IDEAL Automotive Bor s.r.o. Důležitou součástí práce bylo seznámení se s procesem výroby v podniku, abychom dokázali následně co nejpřesněji identifikovat jednotlivé časové ztráty vznikající během výroby.

Nejdříve bylo potřeba určit, na který úsek se zaměřit v rámci celé výrobní haly. Za tímto účelem byla shromážděna data, týkající se plánovaných a neplánovaných prostojů za posledních pět týdnů. Bylo provedeno vyhodnocení a jako klíčový byl vybrán úsek s označením KSF2. Dále bylo zapotřebí seznámit se blíže se všemi procesy probíhajícími na vybraném úseku. Byla detailně popsána všechna pracoviště nacházející se na KSF2 z hlediska strojních zařízení, procesů výroby a materiálových toků. Na základě pozorování byla vybrána jako kritická místa pracoviště *Vodního řezání (WJ)* a pracoviště *Ultrazvukového svařování (USS)*.

Pro měření vznikajících prostojů byla zvolena metoda časového snímku dne, která byla aplikována jak na pracovníka, tak na strojní zařízení. Byl vytvořen zaznamenávací arch a definovány činnosti na pracovišti. Proběhlo celkem šest měření na každém z kritických pracovišť. Měření probíhala během ranních, odpoledních i nočních směn, aby bylo možné pozdější porovnání. Naměřená data byla přenesena do MS Excel, aby mohlo dojít k jejich zpracování.

Nejprve bylo provedeno vyhodnocení výsledků z jednotlivých směn na obou pracovištích. Tím bylo zjištěno rozložení času z hlediska pracovníka a strojního zařízení během každé měřené směny. Dále bylo provedeno porovnání směn z hlediska ranní, odpolední a noční směny na pracovišti WJ. Nevyšší podíl práce operátora byl zaznamenán na noční směně, nejnižší naopak na směně ranní, což bylo způsobeno výměnou forem, které se na ranních směnách vyskytovaly. Na pracovišti WJ byl proveden rozbor času práce a byly vyhodnoceny procentuální podíly jednotlivých činností. Pro pracoviště WJ byla stanovena průměrná spotřeba času během směny a průměrná hodnota ukazatele efektivnosti OEE, která činí 73%. Byl proveden slovní rozbor všech příčin a následků vznikajících prostojů z hlediska pracovníka a strojního zařízení.

Na rozdíl od pracoviště WJ se pracoviště USS vyskytuje na úseku KSF2 dvakrát. Jednou pro výrobu dílu s označením X253 a podruhé pro díly s označením S205. Tudíž pro vyhodnocení naměřených výsledků bylo vytvořeno porovnání obou těchto pracovišť. Vyšší čas práce byl zaznamenán na pracovišti pro výrobu dílu X253. Obdobně jako u pracoviště WJ byl také zde vypracován graf průměrné spotřeby času směny a proveden rozbor příčin a následků vzniku jednotlivých prostojů. Hodnota ukazatele efektivnosti byla naměřena na 76%. V závěru vyhodnocení bylo provedeno srovnání obou základních pracovišť, to znamená pracoviště WJ a pracoviště USS. Z pohledu pracovníka byl zaznamenán vyšší podíl času práce na pracovišti USS. Na pracovišti WJ byl naměřen výrazně vyšší čas věnovaný úklidu pracoviště oproti pracovišti USS. Naopak na pracovišti USS je pozorovatelný vyšší čas čekání na vstupní materiál, který byl způsoben v důsledku nečinnosti pracoviště WJ. Což koresponduje s výsledky měření strojního zařízení, kde je pozorovatelný

vyšší čas nečinnosti zaviněný poruchou u pracoviště WJ. Ukazatel efektivnosti zařízení je vyšší u pracoviště USS. Co se týče faktorů, které tento ukazatel ovlivňují, lze pozorovat vysokou úroveň kvality u obou pracovišť. Dostupnost strojních zařízení je u obou pracovišť téměř srovnatelná a výkon je vyšší u pracoviště USS. Tyto výsledky nám ukazují místa potenciálního zlepšování.

Na základě provedených vyhodnocení byly doporučeny návrhy na zlepšení současného stavu. Především by měl být kladen důraz na dodržování pracovních postupů. K tomu je zapotřebí odborné školení pracovníků obsluhy nebo například zavedení pozice trenérů ve výrobě. Jako další byly stanoveny návrhy na eliminaci poruch za pomoci užití principů TPM a instalace světelných andonů na hlášení poruch. Dalším významným bodem pro vylepšení současného stavu je změna systému sběru dat. Navržen byl přechod od mechanického k automatickému sběru dat. Při přechodu k systému automatického sběru dat je navrhováno pořízení výrobního informačního systému (MES). Po zavedení systému lze snadno kontrolovat všechna potřebná data o prostojích, produktivitě a efektivnosti výroby. Data jsou neustále vyhodnocována a jsou snadno přístupná ze všech pracovišť. Při sledování dat lze jednoduše přepínat výrobu v závislosti na právě vznikajících prostojích. Při zavedení systému je potřeba zvážení návratnosti počáteční investice. Posledním návrhem na zlepšení jsou připomínky na zlepšení uspořádání pracoviště. Pro snížení zbytečných pohybů pracovníka by tyto návrhy měly být zapracovány do nového layoutu, který je připravován na rok 2017.

Přínos práce tkví především v určení rozložení času směny pracovníka a stroje. Výsledky potvrdily, že se na pracovištích nachází řada prostojů, které nejsou na první pohled viditelné. Vyhodnocení výsledků ukázalo, ve kterých oblastech je potenciál na zlepšení současného stavu. Po provedení nápravných opatření by se měla zvýšit celková hodnota ukazatele efektivnosti a produktivity výroby. Je důležité sledovat výsledky výroby průběžně, abychom byli schopni pozorovat vznikající změny a mohli na ně včas reagovat.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] *FASTEC* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://english.fastec.de/oe-easyoe/oe-konzept.html>
- [2] HAMMER, M., CHAMPY J. *Reengineering - radikální proměna firmy: manifest revoluce v podnikání*. 3. vyd. Praha: Management Press, 2000, 212 s. ISBN 80-726-1028-7.
- [3] IDEAL Automotive Bor, s.r.o. *Interní materiály společnosti*. Ostrov u Stříbra, 2015.
- [4] *IDEAL Automotive s.r.o.* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.ideal-automotive.com/cs/>
- [5] *IPA* [online]. Žilina, 2007 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/casove-studie>
- [6] *IPA* [online]. Žilina, 2007, 2012 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/planovana-udrzba>
- [7] *KMT Robotic Solutions* [online]. 2011 [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://www.kmtrobotic.eu>
- [8] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [9] *Lean Production* [online]. USA, 2010, 2013 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.leanproduction.com/tpm.html>
- [10] MARCHWINSKI, C., SHOOK J. *Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Brookline, Mass.: Lean Enterprise Institute, 2003, 98 p. ISBN 09-667-8436-7.
- [11] *Mes Centrum* [online]. ČR, 2012 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/133-oe>
- [12] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. *Racionalizace výroby* [online]. ČR, 2007, s. 75 [cit. 2016-03-14]. CZ.04.1.03/3.2.15.3/0414. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- [13] POSKOČILOVÁ, A. *Projektování výrobních procesů* [online]. In: . [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: u12134.fsid.cvut.cz/podklady/RV/spotreba_casu.ppt
- [14] POSPÍŠILOVÁ, A. *Analýza plýtvání ve výrobním procesu XY*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Lucie Sára Závodná.
- [15] *Průmysl.cz* [online]. Brno, 2013, 2014 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.prumysl.cz/prediktivni-udrzba-jako-cesta-ke-snizeni-nakladu/>
- [16] ROTHER, M., SHOOK, J. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1.3. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst, 2003. ISBN 09-667-8430-8.
- [17] *SCADA Servis s.r.o.* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.improveit.cz/>

- [18] *Signaworks* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.signaworks.com/products/tower-lights/370-series-modular-stack-lights.html>
- [19] STRNAD, M. *Studie efektivnosti využití strojů ve vybraném provozu*. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Marie Jurová CSc.
- [20] Svět produktivity. *Svět produktivity* [online]. 2012 [cit. 2015-11-09]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/>
- [21] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [22] *System Online* [online]. ČR, 2003 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivita-vyroby.htm>
- [23] *The Complete Guide to Simple OEE* [online]. In: , EXOR. Ohio, 2011, 2015-11-18, s. 26 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://www.kpisolutionsgroup.com/docs/The%20Complete%20Guide%20to%20Simple%20OEE.pdf>
- [24] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: *Řízení výroby*, druhé rozšířené a doplněné vydání, Grada, Praha 2003, ISBN 80-7169-955-1
- [25] *TOYOTA Global* [online]. 1995, 2015 [cit. 2015-11-09]. Dostupné z: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/origin_of_the_toyota_production_system.html
- [26] TRUNEČEK, J. *Management znalostí*. 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2004, xii, 131 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-717-9884-3.
- [27] TUPA, J., BLECHOVÁ, Š., NOVÁK, T. *Řízení výkonnosti procesů a zvyšování přidané hodnoty výrobku v prostředí DP*, e-book. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-25-5
- [28] *Základní pojmy technické diagnostiky* [online]. 2015-11-17, : 10 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: http://www.rss.tul.cz/download/tdg/P1a2_zakl_diag_a_spolehl.pdf
- [29] Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce. In: *Zákoník práce*. 21. 4. 2006. ISSN 1211-1244.

Seznam příloh

- Příloha č. 1:** Zaznamenávací arch pro měření
- Příloha č. 2:** Výsledky měření WJ
- Příloha č. 3:** Výsledky měření USS
- Příloha č. 4:** Výsledky OEE
- Příloha č. 5:** Data z měření

PŘÍLOHA č. 1

Zaznamenávací arch pro měření

IDEAL AUTOMOTIVE Bor, s.r.o.

Datum:	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	Začátek pozorování:	Výrobek:	Pracoviště:
		Konec pozorování:		
Číslo pozor. listu:	pozorovací list	Měřil:	Insel:	
		Vyhodnotil:		

PRACOVNÍK				STROJ			
Poř. č.	Čas		Popis	Typ produktu	Čas		Popis
	Z	K			Z	K	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

PŘÍLOHA č. 2

Výsledky měření WJ

Výsledky z měření pracoviště WJ – Pracovník

Typ času	Popis činnosti	PRACOVNÍK												Průměr
		23.3.2016 R		31.3.2016 N		1.4.2016 R		5.4.2016 O		6.4.2016 O		11.5.2016 N		
		čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
1	přestávka	0:39:56	8,34%	0:39:03	8,14%	0:34:35	7,31%	0:16:21	3,52%	0:20:43	4,52%	0:40:00	8,27%	6,68%
2	zahájení, předání nebo ukončení směny	0:29:08	6,08%	0:13:00	2,71%	0:06:03	1,28%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:05:00	1,03%	1,85%
3	náběh a příprava stroje	0:03:02	0,63%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,11%
4	rozmluva s nadřízeným/kolegou	0:01:26	0,30%	0:08:10	1,70%	0:00:34	0,12%	0:01:02	0,22%	0:06:14	1,36%	0:04:48	0,99%	0,78%
5	porucha stroje	0:16:29	3,44%	0:03:42	0,77%	0:08:59	1,90%	0:22:20	4,81%	0:06:00	1,31%	0:15:26	3,19%	2,57%
6	výměna formy	0:07:00	1,46%	0:00:00	0,00%	0:05:31	1,17%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,44%
7	osobní potřeby	0:00:26	0,09%	0:00:48	0,17%	0:00:00	0,00%	0:00:33	0,12%	0:02:03	0,45%	0:02:20	0,48%	0,22%
8	úklid pracoviště	0:16:12	3,38%	0:09:48	2,04%	0:21:00	4,44%	0:46:10	9,94%	0:57:04	12,45%	0:28:22	5,86%	6,35%
9	základní čas práce	3:49:31	47,93%	5:04:21	63,41%	3:38:13	46,10%	3:52:37	50,11%	4:36:06	60,24%	4:47:58	59,53%	54,55%
10	chůze pro materiál	0:00:40	0,14%	0:02:03	0,43%	0:00:00	0,00%	0:02:42	0,58%	0:00:17	0,06%	0:02:04	0,43%	0,27%
11	čekání na stroj	2:13:52	27,95%	1:31:47	19,12%	2:42:07	34,25%	2:13:49	28,83%	1:37:14	21,21%	1:22:00	16,95%	24,72%
12	čekání na materiál	0:00:00	0,00%	0:01:41	0,35%	0:01:47	0,38%	0:01:13	0,26%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,16%
13	odchod z pracoviště	0:00:00	0,00%	0:05:37	1,17%	0:13:56	2,94%	0:23:48	5,13%	0:13:22	2,92%	0:15:44	3,25%	2,57%
14	krátké přerušení cyklu	0:01:12	0,25%	0:00:00	0,00%	0:00:36	0,13%	0:00:38	0,14%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,09%
a	VDS	2:06:49	55,25%	3:00:00	59,14%	1:55:48	53,07%	2:21:58	61,03%	2:09:39	46,96%	2:41:45	56,17%	55,27%
b	DOO	1:42:42	44,75%	2:04:21	40,86%	1:42:25	46,93%	1:30:39	38,97%	2:26:27	53,04%	2:06:13	43,83%	44,73%
Σ	Celkem	7:58:54		8:00:00		7:53:21		8:01:13		7:59:03		8:03:42		

Výsledky z měření pracoviště WJ – Stroj

STROJ														
Typ času	Popis činnosti	23.3.2016 R		31.3.2016 N		1.4.2016 R		5.4.2016 O		6.4.2016 O		11.5.2016 N		Průměr
		čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
1	Činnost	5:42:49	83,89%	6:15:41	76,93%	6:08:50	76,89%	5:54:20	73,82%	6:13:56	77,90%	6:02:07	75,44%	77,48%
2	Nečinnost	1:59:32	29,25%	1:48:49	22,28%	1:41:42	21,20%	1:39:36	20,75%	1:34:34	19,70%	1:37:21	20,28%	22,24%
3	Porucha	0:16:32	4,05%	0:03:49	0,78%	0:09:11	1,91%	0:25:37	5,34%	0:10:33	2,20%	0:19:50	4,13%	3,07%
4	Krátké přerušení cyklu	0:01:07	0,27%	0:00:00	0,00%	0:00:34	0,12%	0:00:27	0,09%	0:00:57	0,20%	0:00:42	0,15%	0,14%
Σ	Celkem	8:00:00		8:08:19		8:00:17		8:00:00		8:00:00		8:00:00		8:00:00

Porovná směn R/O/N – WJ - Pracovník

Popis činnosti	R	O	N
přestávka	7,82%	4,02%	8,20%
zahájení, předání nebo ukončení směny	3,68%	0,00%	1,87%
náběh a příprava stroje	0,32%	0,00%	0,00%
rozmluva s nadřízeným/kolegou	0,21%	0,79%	1,35%
porucha stroje	2,67%	3,06%	1,98%
výměna formy	1,31%	0,00%	0,00%
osobní potřeby	0,05%	0,28%	0,32%
úklid pracoviště	3,91%	11,20%	3,95%
základní čas práce	47,01%	55,17%	61,47%
chůze pro materiál	0,07%	0,32%	0,43%
čekání na stroj	31,10%	25,02%	18,04%
čekání na díly	0,19%	0,13%	0,18%
odchod z pracoviště	1,47%	4,02%	2,21%
krátké přerušení cyklu	0,19%	0,07%	0,00%
VDS	54,16%	53,99%	57,66%
DOO	45,84%	46,01%	42,34%

Porovná směn R/O/N – WJ – Stroj

Popis činnosti	R	O	N
Činnost	80,39%	75,86%	76,19%
Nečinnost	25,23%	20,23%	21,28%
Porucha	2,98%	3,77%	2,46%
Krátké přerušení cyklu	0,20%	0,15%	0,07%

PŘÍLOHA č. 3

Výsledky měření USS

Výsledky z měření pracoviště USS – Pracovník

PRACOVNÍK														
Typ ztrátové	Popis činnosti	2.5.2016 X		2.5.2016 X		3.5.2016 S		3.5.2016 X		4.5.2016 S		12.5.2016 S		Průměr
		čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
1	přestávka	0:41:06	8,51%	0:15:00	3,10%	0:40:05	8,33%	0:40:33	8,45%	0:56:25	11,66%	0:35:04	10,36%	8,40%
2	zahájení, předání nebo ukončení směny	0:16:01	3,32%	0:15:07	3,12%	0:23:08	4,81%	0:12:30	2,60%	0:31:03	6,42%	0:02:15	0,66%	3,49%
3	rozmluva s nadřízeným/kolegou	0:01:14	0,26%	0:00:00	0,00%	0:08:34	1,78%	0:02:05	0,43%	0:01:23	0,29%	0:01:19	0,39%	0,52%
4	porucha stroje	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:39:49	8,27%	0:00:00	0,00%	0:03:00	0,62%	0:00:57	0,28%	1,53%
5	osobní potřeby	0:01:25	0,29%	0:01:15	0,26%	0:00:35	0,12%	0:05:32	1,15%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,30%
6	úklid pracoviště	0:00:00	0,00%	0:13:00	2,69%	0:00:00	0,00%	0:01:12	0,25%	0:03:34	0,74%	0:00:00	0,00%	0,61%
7	základní čas práce	4:52:32	60,56%	4:52:14	60,37%	4:21:43	54,39%	4:49:47	60,36%	4:10:10	51,70%	3:27:28	61,31%	58,12%
8	chůze pro materiál/vybalování	0:09:44	2,02%	0:09:11	1,90%	0:18:31	3,85%	0:13:29	2,81%	0:07:57	1,64%	0:07:19	2,16%	2,40%
9	čekání na stroj	0:40:04	8,29%	0:56:41	11,71%	0:57:28	11,94%	0:43:46	9,12%	1:22:02	16,95%	1:17:10	22,80%	13,47%
10	čekání na díly	1:14:06	15,34%	1:16:25	15,79%	0:25:51	5,37%	1:05:35	13,66%	0:48:17	9,98%	0:04:04	1,20%	10,22%
11	odchod z pracoviště	0:06:50	1,41%	0:05:11	1,07%	0:05:27	1,13%	0:05:36	1,17%	0:00:00	0,00%	0:02:47	0,82%	0,93%
12	krátké přerušení cyklu	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,00%
Σ	Celkem	8:03:02		8:04:04		8:01:11		8:00:05		8:03:51		5:38:23		

Výsledky z měření pracoviště USS – Stroj

STROJ														
Typ času	Popis činnosti	2.5.2016 X		2.5.2016 X		3.5.2016 S		3.5.2016 X		4.5.2016 S		12.5.2016 S		Průměr
		čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
1	Činnost	6:15:25	78,21%	5:24:23	67,16%	5:04:29	63,43%	5:54:00	73,72%	5:14:03	71,21%	4:48:46	85,69%	73,24%
2	Nečinnost	1:44:14	21,72%	2:38:39	32,84%	2:11:20	27,36%	2:05:24	26,12%	2:03:57	28,11%	0:47:17	14,03%	25,03%
3	Porucha	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:43:44	9,11%	0:00:00	0,00%	0:03:00	0,68%	0:00:57	0,28%	1,68%
4	Krátké přerušení cyklu	0:00:21	0,07%	0:00:00	0,00%	0:00:27	0,09%	0:00:47	0,16%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,05%
Σ	Celkem	8:00:00		8:03:02		8:00:00		8:00:11		7:21:00		5:37:00		

Porovná strojů – USS

X253							
Popis činnosti	2. 5. 2016		2. 5. 2016		3. 5. 2016		Průměr
	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
přestávka	0:41:06	8,51%	0:15:00	3,10%	0:40:33	8,43%	6,68%
zahájení, předání nebo ukončení směny	0:16:01	3,32%	0:15:07	3,12%	0:12:30	2,60%	3,01%
rozmluva s nadřízeným/kolegou	0:01:14	0,26%	0:00:00	0,00%	0:02:05	0,43%	0,23%
porucha stroje	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,00%
osobní potřeby	0:01:25	0,29%	0:01:15	0,26%	0:05:32	1,15%	0,57%
úklid pracoviště	0:00:00	0,00%	0:13:00	2,69%	0:01:12	0,25%	0,98%
základní čas práce	4:52:32	60,56%	4:52:14	60,37%	4:49:47	60,22%	60,39%
chůze pro materiál/vybalování	0:09:44	2,02%	0:09:11	1,90%	0:13:29	2,80%	2,24%
čekání na stroj	0:40:04	8,29%	0:56:41	11,71%	0:43:46	9,10%	9,70%
čekání na díly	1:14:06	15,34%	1:16:25	15,79%	1:05:35	13,63%	14,92%
odchod z pracoviště	0:06:50	1,41%	0:05:11	1,07%	0:05:36	1,16%	1,22%
krátké přerušení cyklu	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,00%
Celkem	8:03:02		8:04:04		8:00:05		

S205							
Popis činnosti	2. 5. 2016		2. 5. 2016		12. 5. 2016		Průměr
	čas	podíl	čas	podíl	čas	podíl	
přestávka	0:40:05	8,30%	0:56:25	11,65%	0:35:04	10,36%	10,11%
zahájení, předání nebo ukončení směny	0:23:08	4,79%	0:31:03	6,41%	0:02:15	0,66%	3,96%
rozmluva s nadřízeným/kolegou	0:08:34	1,77%	0:01:23	0,29%	0:01:19	0,39%	0,82%
porucha stroje	0:39:49	8,24%	0:03:00	0,62%	0:00:57	0,28%	3,05%
osobní potřeby	0:00:35	0,12%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,04%
úklid pracoviště	0:00:00	0,00%	0:03:34	0,74%	0:00:00	0,00%	0,25%
základní čas práce	4:21:43	54,18%	4:10:10	51,68%	3:27:28	61,31%	55,72%
chůze pro materiál/vybalování	0:18:31	3,83%	0:07:57	1,64%	0:07:19	2,16%	2,55%
čekání na stroj	0:57:28	11,90%	1:22:02	16,95%	1:17:10	22,80%	17,22%
čekání na díly	0:25:51	5,35%	0:48:17	9,97%	0:04:04	1,20%	5,51%
odchod z pracoviště	0:05:27	1,13%	0:00:00	0,00%	0:02:47	0,82%	0,65%
krátké přerušení cyklu	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0,00%
Celkem	8:01:11		8:03:51		5:38:23		

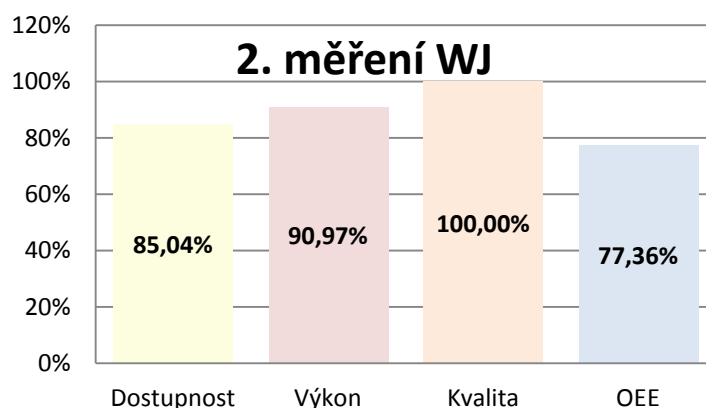
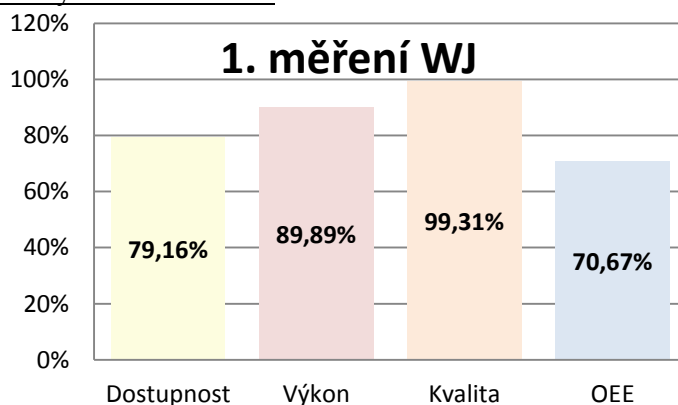
PŘÍLOHA č. 4

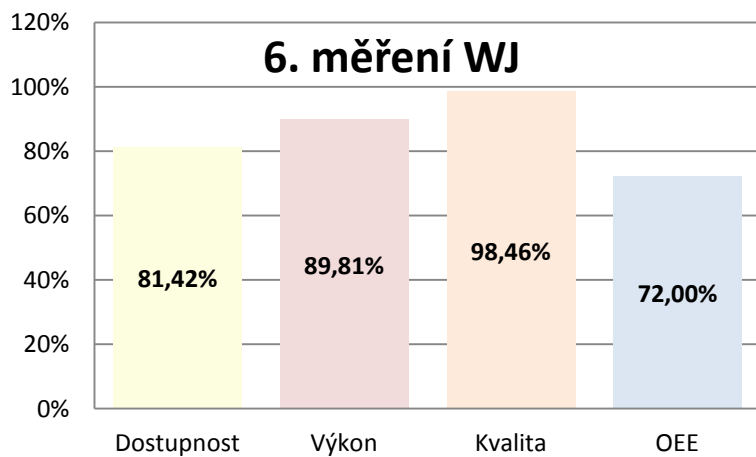
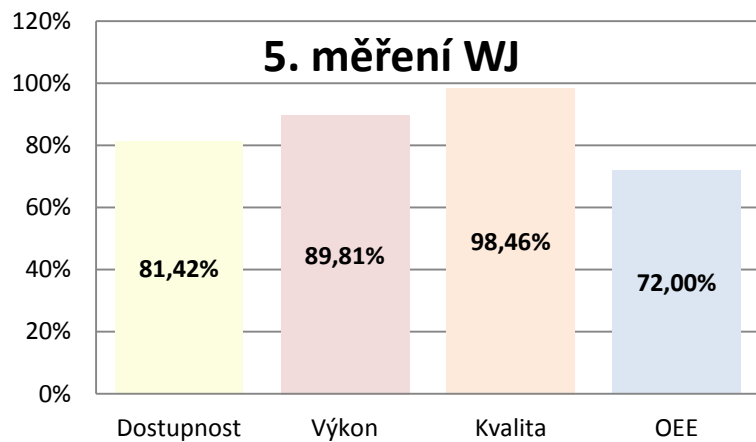
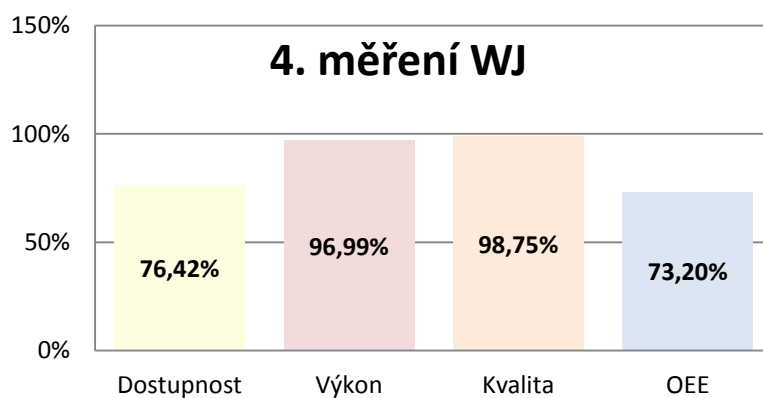
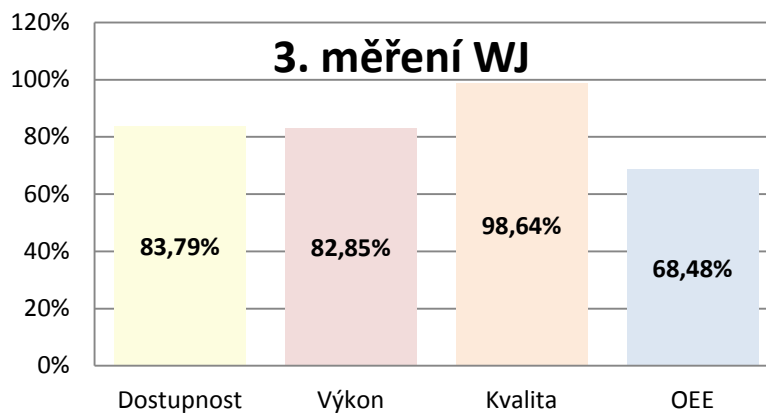
Výsledky OEE

Vstupní data pro výpočet OEE – WJ

WJ	Měření					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Data pro OEE						
Celkový provozní čas	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00
Prostoje neplánované	1:52:32	1:48:49	1:36:11	1:39:36	1:34:34	1:37:21
Prostoje plánované	0:07:00	0:00:00	0:05:31	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Přestávky	0:39:56	0:39:03	0:34:35	0:16:21	0:20:43	0:40:00
Plánovaný výrobní čas	7:20:04	7:21:47	7:25:42	7:43:39	7:39:17	7:20:00
Doba činnosti stroje	5:42:49	6:15:41	6:08:50	5:54:20	6:13:56	6:02:07
Vyrobené kusy S205 (2x = L+P)	102	158	9	156	0	165
Vyrobené kusy X253 (2x = L+P)	188	160	286	164	325	154
Vyrobené kusy celkem	290	318	295	320	325	319
Vadné kusy	2	0	4	4	5	0
Počet bezchybných kusů	288	318	291	316	320	319
Výrobní takt S205	0:01:07	0:01:07	0:01:07	0:01:07	0:01:07	0:01:07
Výrobní takt X253	0:01:02	0:01:02	0:01:02	0:01:02	0:01:02	0:01:02
Plánovaný počet vyrobených ks S205 (2x = L+P)	160	160	40	160	0	125
Plánovaný počet vyrobených ks X253(2x = L+P)	160	160	260	160	320	215
Plánovaný počet vyrobených ks celkem	320	320	300	320	320	340

Výsledky OEE jednotlivých měření – WJ

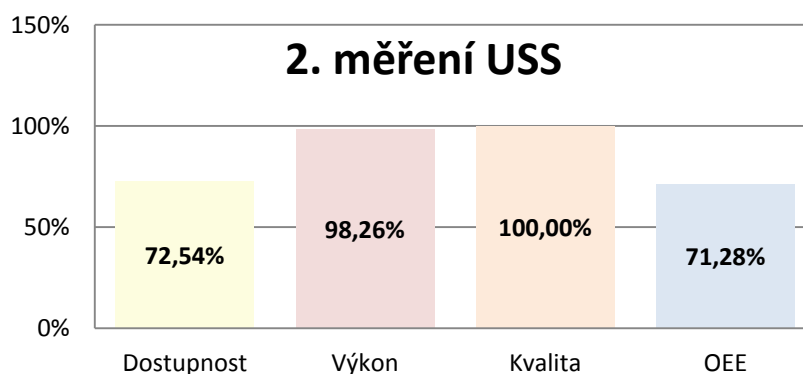
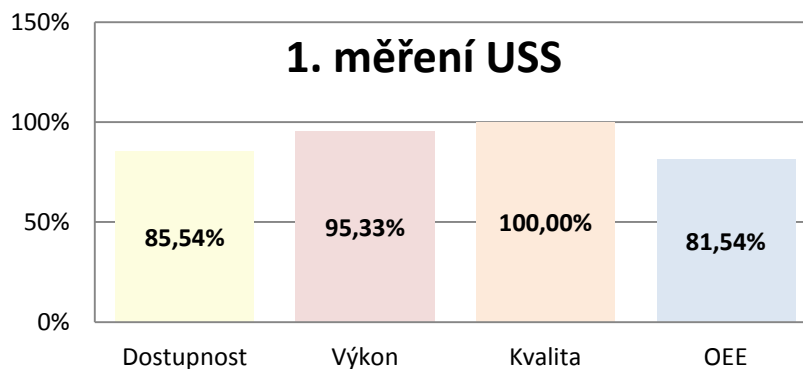


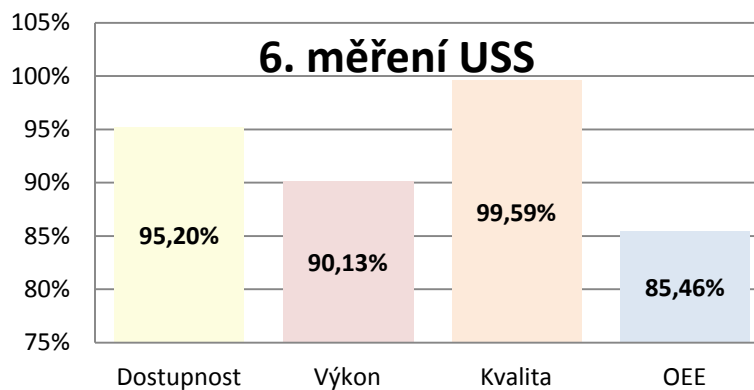
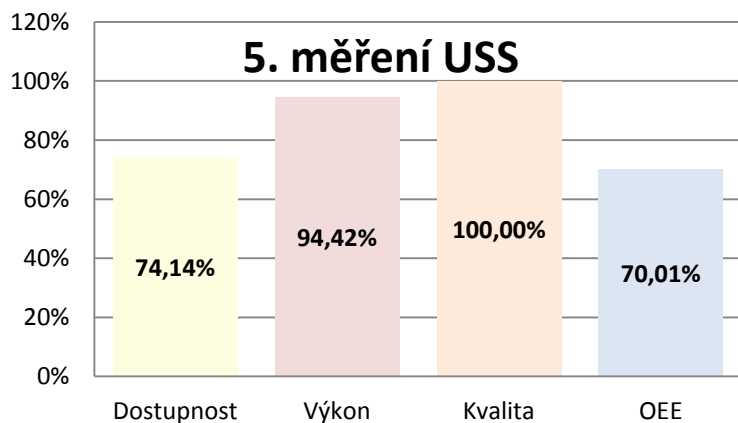
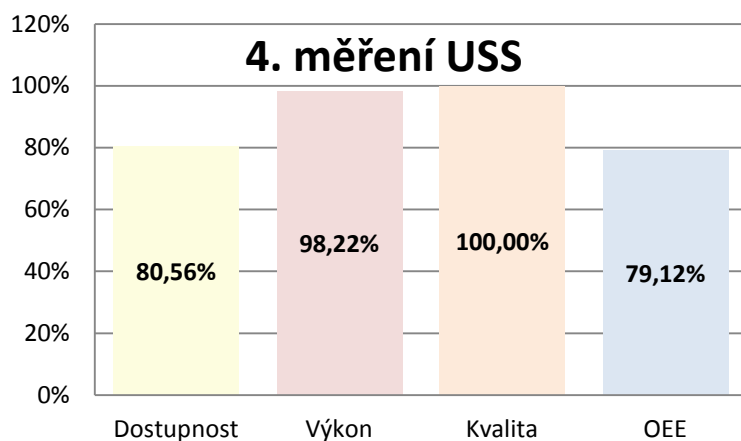
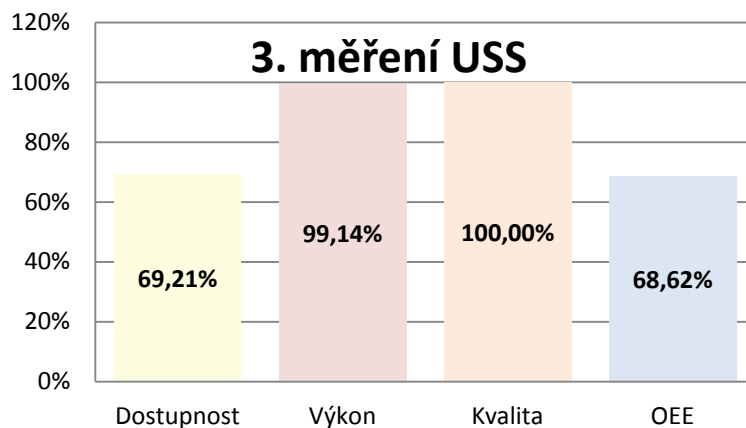


Vstupní data pro výpočet OEE - USS

USS	Měření					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Data pro OEE						
Celkový provozní čas	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00	5:38:23
Prostoje neplánované	1:03:08	2:10:43	1:31:15	1:24:51	1:07:32	0:12:13
Prostoje plánované	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Přestávky	0:41:06	0:15:00	0:40:05	0:40:33	0:56:25	0:35:04
Plánovaný výrobní čas	7:18:54	7:45:00	7:19:55	7:19:27	7:03:35	5:03:19
Doba činnosti stroje	6:15:25	5:37:19	5:04:29	5:54:00	5:14:03	4:48:46
Vyrobené kusy S205 (L+P)	0	0	283	0	278	244
Vyrobené kusy X253 (L+P)	352	326	0	342	0	0
Vyrobené kusy celkem	352	326	283	342	278	244
Vadné kusy	0	0	0	0	0	1
Počet bezchybných kusů	352	326	283	342	278	243
Výrobní takt S205	0:01:04	0:01:04	0:01:04	0:01:04	0:01:04	0:01:04
Výrobní takt X253	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
Plánovaný počet vyrobených ks S205 (L+P)	0	0	380	0	350	350
Plánovaný počet vyrobených ks X253(L+P)	380	380	0	380	0	0
Plánovaný počet vyrobených ks celkem	380	380	380	380	350	350

Výsledky OEE jednotlivých měření - USS





PŘÍLOHA č. 5

Data z měření

Elektronická příloha – MS Excel (viz. CD)

Data z měření – IDEAL_data z měření.xls

