

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie



Optimalizace spotřeby časů v procesu výměny forem

Time Optimisation for the Process of Moulds Exchange

Student:

Ing. Libor Tiller

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Libor Nečas, Ph.D.

Ostrava 2016



VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Ing. Libor Tiller**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Optimalizace spotřeby časů v procesu výměny forem**
Time Optimisation for the Process of Moulds Exchange
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska odstranění bariér plynulosti procesu
2. Identifikace problémů v procesu výměny forem
3. Implementace metody SMED pro optimalizaci spotřeby času práce
4. Návrh řešení a predikce jeho přínosů

Seznam doporučené odborné literatury:

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě : metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Podnik světové třídy : geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Nečas, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty





Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě15.5.2017.....

.....Tiller.....

podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Ostravě dne: 15.5.2017



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Ing. Libor Tiller

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Pravčice 70

768 24 Hulín

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

TILLER, L. *Optimalizace spotřeby časů v procesu výměny forem: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta Strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, Vedoucí práce: Nečas, L.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací spotřeby času při výměně forem na výrobním stroji. Teoretická část obsahuje podklady a možnosti pro redukci času práce. Druhá část obsahuje popis pracoviště, současný způsob výměny forem, vyhodnocení spotřeby času a identifikaci problému při jejich výměně. Následně v další části jsou zaznamenány ztráty zjištěné snímkováním a implementace metody SMED pro optimalizaci času výměny forem. Předposlední část navrhuje řešení k odstranění neproduktivních časů s predikcí přínosu. V závěru bakalářské práce je zhodnocení přínosu pro výrobní společnost.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

TILLER, L. *Time optimisation for the Process of Moulds Exchange : Bachelor Thesis.* Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, Thesis head: Necas, L.

This bachelor thesis deals with an optimization of the time consumption while the moulds on the production machine are being replaced. The theoretical part contains background materials and possibilities for reduction of working time. The second part contains a description of the workplace, current way of replacing moulds, evaluation of time consumption and identification of a problem while replacing them. Next part of this thesis records losses found out by imaging and the implementation of the SMED method for optimizing of the moulds exchanging time. Another part of the thesis proposes a solution to eliminate unproductive times with a prediction of its contribution. In the summary of the bachelor thesis there is an evaluation of the contribution for the production company.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	7
Úvod	8
1 Teoretická východiska odstranění bariér plynulosti procesu.....	9
1.1 Snímek pracovního dne.....	9
1.1.1 Druhy snímků pracovního dne.....	11
1.2 Snímek operace	11
1.3 Členění spotřeby času v průběhu směny.....	12
1.4 Metoda SMED	14
1.4.1 Plýtvání při změnách	14
1.4.2 Aplikace metody SMED.....	15
1.4.3 Deset základních pravidel rychlé změny	16
1.4.4 Omezení a rizika při zavedení	16
2 Identifikace problémů v procesu výměny forem	17
2.1 Pracoviště výměny forem.....	17
2.2 Proces výměny forem.....	20
2.2.1 Jednotlivé fáze výměny forem.....	22
2.3 Rozbor činností pomocí snímku operace	24
2.3.1 Ztráty zaznamenané při snímkování.....	30
3 Implementace metody SMED pro optimalizaci spotřeby času práce	33
3.1 Separace činností.....	33
4 Návrh řešení	36
4.1 Souhrn časových ztrát v procesu.....	36
4.2 Návrh řešení	38
4.3 Predikce přínosu.....	40
5 Závěr	41
Seznam použité literatury	43
Seznam obrázků.....	44
Seznam tabulek	44
Seznam grafů.....	44
Seznam příloh.....	45



Seznam použitých značek a symbolů

IT	Informační technologie
L	Levý
P	Pravý
SMED	Metoda rychlých změn
t_1	Čas práce
t_2	Čas nutných přestávek
t_3	Čas podmíněčně nutných přestávek
t_{A1}	Čas jednotkové práce
t_{B1}	Čas dávkové práce
t_{C1}	Čas směnové práce
t_{A2}	Čas přestávek jednotkové práce
t_{B2}	Čas přestávek podmíněčně nutných přestávek
t_{C2}	Čas přestávek podmíněčně nutných směnových
t_{A3}	Čas pasivity pracovníka
t_{B3}	Čas podmíněčně nutných dávkových přestávek
t_{C3}	Čas podmíněčně nutných směnových přestávek
T_D	Čas osobních ztrát
T_E	Čas technicko – organizačních ztrát
T_Z	Čas ztrátový
T_{201}	Čas na oddech
T_{202}	Čas na osobní potřeby
T_{203}	Čas na svačinu
VZV	Vysokozdvihný vozík

Úvod

Mnoho společností hledá způsoby jak zlepšit výrobu, snížit náklady výroby a vylepšit svou finanční situaci. Jedna z cest je racionalizace a optimalizace výroby, tedy neustálé zdokonalování výrobního procesu. Cílem je najít, odstranit a využít rezervy v procesu výroby, v materiálovém toku, k odstranění přebytečné manipulace s materiálem nebo výrobky, v práci se stroji, jejich údržbou a také v činnostech podporujících výrobu.

Téma této bakalářské práce bylo formulováno na základě požadavku středně velké průmyslové firmy ve Zlínském kraji. Tato firma hledá řešení optimalizace výrobního procesu a eliminaci ztrát v prováděných procesech. Údržbářské činnosti týkající se výměny forem jsou časově nevyhovující a projevují se oddálením následujících procesů.

K zpracování tohoto tématu bylo umožněno seznámení se s výrobou vulkanizačních dílů a údržbou výrobního stroje pro získání představy k analyzování míry spotřeby času pracovníků. Vzhledem k prováděné analýze s potřebou řady interních informací však bylo požadováno neuvádět přesný název firmy a informace směřující k její identifikaci.

Cílem bakalářské práce je tedy najít, odstranit a využít rezervy v procesu výroby, analyzovat pracovní činnosti při výměně forem, identifikovat neproduktivní pracovní úkony, úzká místa při výměně a navrhnout řešení vedoucí k maximálnímu omezení neproduktivních míst při činnosti výměny forem z hlediska času, organizace práce a také odstranění zbytečných časových ztrát. Sledováním jednotlivých pracovníků a pracovních čt při jejich činnosti bylo umožněno získat potřebné informace, které budou nezbytné pro analýzu současného stavu výměny forem a odhalení nadbytečných procesů a ztrátových časů.

1 Teoretická východiska odstranění bariér plynulosti procesu

V této kapitole je popsána teoretická část, která se zabývá analýzou práce. Slouží k identifikaci nežádoucích činností při vykonávání práce. Odstranění nežádoucích činností bude řešeno v praktické části.

1.1 Snímek pracovního dne

Mezi nejstarší racionalizační metody výroby patří snímek pracovního dne, snímek operace a momentové pozorování [1].

Snímek pracovního dne patří mezi metody nepřetržitého studia skutečně spotřebovaného času pracovníka nebo pracovní skupiny po dobu směny. Pozorování pracovního dne je složeno z následujících etap [1]:

- a) přichystání k pozorování,
- b) pozorování, měření a zaznamenávání,
- c) vyhodnocení naměřených hodnot.

ad a) Příprava k pozorování vytváří podmínky pro pozorování získání údajů o spotřebě pracovního času ve členění, jak si to vyžaduje pozorování a stanovuje se [1]:

- zaměření snímku,
- výběr pracovníka nebo pracoviště,
- stanoví se časové období pro pozorování,
- určí se pracovník pro seznámení se s cílem pozorování.

Snímek pracovního dne bývá prováděn pro [1]:

- určení časových ztrát a jejich příčiny,
- stanovení velikosti směnové práce,
- k dosažení podkladů pro množství práce obsluhy stroje, dávkové práce apod.,
- pro informace o organizaci práce.

Pro velký počet stejných pracovišť nebo obdobných pracovišť s jinými výrobními stroji vyrábějící pouze jiný rozměr výrobku ukazují získané informace na organizaci práce

v subjektu. Zjištěné výsledky můžeme zevšeobecnit na celý soubor pracovišť. Pozorovatel musí znát podmínky pracovního procesu, organizaci pracoviště, použitou technologii, strojní zařízení a pracovníky, kteří jsou pozorováni. Údaje jsou uváděny na krycím listu snímku [1].

ad b) V druhé fázi je sledována průběžná činnost pracovníka od začátku do konce směny, začátek a konec činností nebo nečinností je zaznamenáván do pozorovacího listu v nepřerušném intervalu. Nejasnosti se uvádějí do poznámek nebo samostatně a jejich vysvětlení se provede při vyhodnocení snímku [1].

ad c) Ve třetí fázi se provede vyhodnocení pro potřeby rozboru, přepočítá postupového času na jednotlivý čas, zhodnotí, zařadí podle obsahu činnosti, znázorníme symboly do pozorovacího listu jako spotřebu času směny. Bilance v minutách a procentech ukazuje, kolik pracovního času připadá na jednotlivé časové ukazatele času pracovní směny [1].

Do pozorovacího listu se uvádějí potřebné údaje pro snadnější identifikaci pracovní činnosti a nečinnosti pracovníka [1].

V tabulce 1 je uveden vzor vyhodnocení výsledků všech snímků pracovního dne.

Tabulka 1 – Vzor vyhodnocení pozorovacího listu [1]

Označení času	Symbol času	Skutečná bilance pracovního času směny	
		Čas [minuty]	Ukazatel [%]
Čas jednotkové práce	T_{A1}	324	67,5
Čas dávkové práce	T_{B1}	57	11,9
Čas směnové práce	T_{C1}	8	1,7
Čas práce	T_1	389	81,1
Čas na oddech	T_{201}	-	-
Čas na osobní potřeby	T_{202}	12	2,5
Čas na svačinu	T_{203}	20	4,2
Čas obecně nutných přestávek	T_2	32	6,7
Čas podmíněčně nutných přestávek	T_3	12	2,5
Čas osobních ztrát	T_D	36	7,5
Čas technickoorganizačních ztrát	T_E	11	2,3
Čas ztrát celkem	T_Z	47	9,3
Čas směny	T	480	99,6

Reálný stav využití času pracovníka lze určit pomocí jednotlivých ukazatelů. Na základě těchto podkladů se realizují opatření, jejichž cílem je odstranění nežádoucích časů [1].

1.1.1 Druhy snímků pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda, kterou se zkoumá skutečná spotřeba času na opakované operace nebo úkony [1].

a) Snímek operace jednotlivce

Při tomto je pozorován jeden pracovník, jsou získány podrobné informace o skutečné spotřebě pracovního času a také o využití stroje [1].

b) Snímek operace čety

Je používán při sledování pracovní skupiny, kterým je svěřena společná práce. Zaznamenává se velikost a druh využitého pracovního času všech pracovníků čety a činnosti, které jsou prováděné současně několika pracovníky [1].

1.2 Snímek operace

Je postup zkoumání pracovního procesu spotřeby času na opakované činnosti pomocí stopek na několika stejných pracovištích. Poskytuje informace o časové náročnosti jednotlivých úkonů celé operace pro vypracování norem spotřeby práce. Používá se několik snímků operace a to [1]:

a) Plynulá chronometráž

Je stálé pozorování spotřeby času pro všechny úkony. Účelem je zjistit spotřebu času na jednotlivé úkony a na celou operaci. Používá se při sériové a hromadné výrobě.

b) Výběrová chronometráž

Zkoumá některé opakující se známé úkony za účelem zjištění spotřeby času na vybranou činnost. Zaznamenává se začátek a konec vybraných úkonů.

c) Snímek průběhu práce

Sleduje operace, u nichž není možné dopředu určit předem jejich průběh. Zaznamenáváme čas, účel využití a činnosti. Používá se při kusové a malosériové výrobě s nepravidelnými úkony, které nelze předem určit. Je to kombinace snímku dne a plynulé chronometráže.

1.3 Členění spotřeby času v průběhu směny

Ve výrobním procesu vznikají různé časy, které se zařazují do několika skupin a slouží jako podklad k vytvoření normovatelného času. Normovatelný čas se dělí na [2]:

- čas práce (t_1),
- čas nutných přestávek (t_2),
- čas podmíněčně nutných přestávek (t_3).

Čas práce (t_1) – je čas, který pracovník věnuje výrobě a dále se dělí na [2]:

- čas jednotkové práce (t_{A1}) – čas na jednotlivé úkony spojené s výrobou,
- čas dávkové práce (t_{B1}) – zahrnuje přípravu a ukončení jednotlivé výrobní operace,
- čas směnové práce (t_{C1}) – čas nezbytný pro zajištění plynulého chodu strojů, zařízení v průběhu směny jako je příprava pracoviště, jeho úklid, mazání apod.

Čas obecně nutných přestávek (t_2) – jsou přestávky stanovené pracovními předpisy, zákoníkem práce a zahrnuje přestávky na oddech při namáhavé práci, ohrožující zdraví, hlučné prostředí, s vibračními stroji a nástroji, v prostoru s vysokou teplotou atd. Dále zde patří přestávka na odpočinek a přestávka na přirozené potřeby. Dělí se na [2]:

- **čas obecně nutných přestávek jednotkové práce (t_{A2})** – přikázaný oddech pracovníka v průběhu práce,
- **čas obecně nutných přestávek v průběhu dávkové práce (t_{B2})** – oddech pracovníka při vykonávání dávkové práce,
- **čas obecně nutných přestávek směnových (t_{C2})** – na přirozené potřeby během směny.

Členění času podmíněčně nutných přestávek (t_3) – je čas nečinnosti pracovníka daný režimem, úrovní techniky, technologie a organizací práce, dokončení práce předešlého pracovníka atd. Tento čas se rozděluje na [2]:

- **čas podmíněčně nutných jednotkových přestávek (t_{A3})** – pasivita pracovníka daná režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizací práce (doběh samočinného chodu stroje, apod.),

- **čas podmíněčně nutných dávkových přestávek** (t_{B3}) – pasivita pracovníka daná režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizace (např. čekání na jeřáb, upínání přípravku na stroj),
- **čas podmíněčně nutných směnových přestávek** (t_{C3}) – nečinnost vyvolaná režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizace (např. zahřátí stroje na začátku směny).

Čas ztrátový (T_Z) – je součet všech nečinností tvořený různými vlivy a nedostatky, který nejde stanovit předem. Dělí se na [2]:

- osobní ztráty (t_D),
- technicko – organizační ztráty (t_E).

Osobní ztráta (t_D) – ztráty zaviněné pracovníkem v průběhu směny [2]:

- absence na pracovišti vinou pracovníka,
- oprava špatně provedené práce,
- nečinnost zaviněná pracovníkem,
- odchod k lékaři,
- rozhovory nevýrobního charakteru.

Technicko-organizační ztráty (t_E) – způsobené špatnou organizací práce nebo technickými problémy. Tyto ztráty dělíme na [2]:

- způsobené víceprací (t_{E1}) – práce prováděné navíc proti předpokladu.

1.4 Metoda SMED

Existuje celá řada nástrojů štlíhlé výroby, které zamezují plýtvání. Jejich účel spočívá k dosažení efektu v kombinaci jinými metodami, správným nastavením a identifikací příčiny. Mezi tyto metody patří SMED (Single Minute Exchange of Die), v překladu znamená výměna nástrojů v čase 1 až 9 minut. Jejím zakladatelem je průmyslový inženýr Shingeo Shingo. Metodu vyvíjel téměř dvacet let. Princip metody spočívá ve zkrácení průběžných časů při seřizování a přestavování strojů pro výrobu následujícího typu výrobků. Rychlé přenastavení umožní přechod k výrobě menších dávek. Metoda se používá na pracovištích, kde se vyskytují úzké místa. [3] [4]

1.4.1 Plýtvání při změnách

Velikost plýtvání v procesu změn a seřizování se odhalí analýzou na pracovišti. Mezi nejčastější plýtvání lze zařadit [4]:

- nepřipravenost a transport nástrojů během vypnutého stroje,
- hledání dílů a náradí v organizérech,
- drobné opravy v průběhu změny,
- zbytečná chůze,
- zbytečné čekání u seřízeného stroje,
- pozorování jiného pracovníka,
- příprava po zastavení stroje,
- tzv. “kuřácká přestávka“.

Plýtvání rozdělujeme do čtyř skupin [4]:

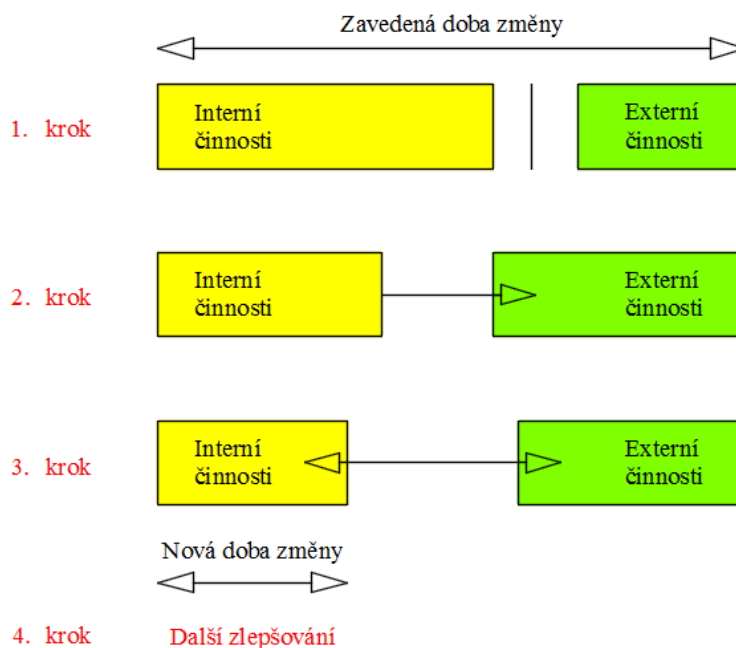
1. Plýtvání při přípravě na změnu – jedná se o hledání pomůcek, nástrojů, kontrolních přípravků, uvolnění prostoru pro manipulaci a dalších věcí.
2. Plýtvání při montáži a demontáži – patří zde povolování a utahování šroubů, odstraňování a vkládání podložek, demontáž a montáž dopravníků, skluzů, čekání na jiného pracovníka.
3. Plýtvání při seřizování a zkoušení – začleňuje pohyby při seřizování, dodatečné umístění a doladování.

4. Plýtvání při čekání před zahájením výroby – znamená čekání na uvolnění stroje do výroby, zahřátí dílu apod.

1.4.2 Aplikace metody SMED

Princip metody je v následujících krocích [3]:

1. Operace se rozdělí na interní a externí. Interní operace se provádějí pouze při vypnutém stroji, jako je např. seřízení stroje apod. Externí operace se mohou provádět za chodu stroje např. příprava nástrojů, pomůcek apod.
2. Redukovat interní časy tak, aby byly vykonávány externě. Předem se nastaví polohy a rozměry, provede se příprava pracoviště, přidělí se pomocný pracovník apod.
3. Pokračuje se ve zdokonalování redukce interního a externího času jednotlivých operací. Řešení spočívá v organizaci příslušného pracoviště a ostatních činností. Tím se eliminuje plýtvání v jednotlivých procesech při přetypování [3].
4. Další zlepšování [5].



Obrázek 1 – Základní postup změn [5]

1.4.3 Deset základních pravidel rychlé změny

Při odstraňování plýtvání se využívá těchto pravidel [3]:

1. Při časté přestavbě stroje, upravování a střídání výrobků dochází k plýtvání.
2. Nedomnívat se, neprohlašovat a nepoužívat slova „to je nemožné!“
3. Zkrácení času přestavby je týmová práce.
4. Přímé sledování pracoviště a videozáznam jsou nejlepšími argumenty.
5. Proces přestavby musí být ustálený.
6. Nachystat předem pomůcky a nástroje.
7. Během přestavby stroje se pohybují ruce, nohy minimálně.
8. Vyloučit šroubové spoje častějším používáním jiných principů spojení např. rychlé upínací pomůcky.
9. Seřizování stroje provádět podle měřítka, znaku, rysky apod.
10. Pravidelně měřit a trénovat operace.

1.4.4 Omezení a rizika při zavedení

Použití tohoto postupu je zbytečné v procesu, kdy stroje jsou v provozu zřídka nebo nejsou součástí úzkého místa a tam, kde nelze překonat technické limity. Nízký efekt může být způsoben při občasné přestavování strojů, stanovením nízkých cílů např. při redukci ze 110 minut na 104 minut. Další chybou je nízká důslednost a iniciativa celého týmu k dosažení nebo přiblížení stanovených cílů. Jednotlivé návrhy je nutné zvážit po finanční stránce [3].

2 Identifikace problémů v procesu výměny forem

V této kapitole je seznámení s rozlehlým pracovištěm výměny forem, popsán současný způsob výměny forem výrobních strojů na dvou směnách. Rozbor operací je proveden na základě několika snímků operace. Z těchto měření je analyzován současný stav. Celkem bylo provedeno pět snímků operací. V prvním snímku se nezdařilo vyměřit několik počátečních operací pro ovlivňování měřené činnosti personálem údržby, proto část snímku lze považovat za informativní. Dalším podkladem jsou druhé a třetí snímky, se kterými bude pracováno. V průběhu měření byly poskytnuty společnosti naměřené snímky operace.

2.1 Pracoviště výměny forem

Pro orientaci ve výrobním prostoru byl poskytnut částečný layout s potřebnými údaji k tématu. Sídlo společnosti je ve Zlínském kraji, nejsou uvedeny žádné údaje umožňující identifikovat místo, společnost, předmět podnikání atd. Pro rozlehlost a členitost pracovišť v objektu jsou podrobněji popisovány pouze pracoviště související s výměnou výrobních forem.

V přízemí hlavní administrativní budovy je umístěn vstup do výrobní haly. Přístupová komunikace v hale je přímá s několika křižovatkami, dostatečně široká pro zásobování a manipulaci. Po levé straně se nachází barevně vyznačený prostor pro chůzi osob. Tato komunikace umožňuje přístup k jednotlivým oddělením, umístěným po obou stranách komunikační trasy jako jsou menší výrobní, zásobovací a skladovací prostory, dílny údržby několika oborů, provozní kanceláře, informační oddělení s dílnou, odpočinkové a občerstvovací prostory, pomocné a doplňující pracoviště nutná pro zajištění plynulé velkosériové výroby. Tato pracoviště jsou uzavřená a oddělená od výrobní haly, situována po obvodě haly z obou stran halové komunikace. Přes tyto prostory jsou samostatně vedeny průchozí a průjezdné komunikace pro přístup do výroby.

- **Dílna údržby**

Dílna údržby výměny forem je situována v jedné řadě s ostatními údržbářskými a podpůrnými provozy podél komunikace v zadním pravém rohu objektu. Vjezd je rolovacími vraty z přístupové komunikace, vstup do dílny pro pěší pracovníky je dveřmi vlevo od vrat. Po vstupu na dílnu jsou vpravo při stěně umístěny elektrické rozvaděče dílny a zařízení pro pískování součástek. Vlevo od vchodu je druhá kabina pro pískování forem.

Před vjezdem a kabinou pískování je prostor pro manipulaci s formami, expedici forem po údržbě a prostor pro vozový park údržby (Obrázek 2).



Obrázek 2 – Vozový park

Směrem od pískovací kabiny podél levé stěny jsou pracovní stoly, úložné prostory pro náhradní díly a nářadí pro údržbu, kruhové pracovní stoly pro demontáž a montáž forem, ramenné jeřáby pro manipulaci s formami. Vedle pracovní a průchozí plochy jsou formy určené k údržbě čištění případně k okamžité výměně, uložené ve dvou řadách místy skládané až v sedmi vrstvách (Obrázek 3).



Obrázek 3 – Část dílny údržby forem

Za manipulační uličkou je uložena další řada forem jiné skupiny údržby. V další uličce mezi dvěma řadami forem a regály se na zemi nachází neoznačené nebo špatně čitelně označené plechové podložky určené k ustavení formy. Tuto řadu uzavírají

příčné regály pro uložení závadných výrobků používaných pro lepší identifikaci závad forem. Manipulaci s formami při uskladnění, vyskladnění nebo údržbě je prováděna mostovým jeřábem. Z druhé pravé strany regálu uprostřed dílny je pracoviště s kruhovými stoly určené k čištění bočnic a patních kruhů. Za manipulační plochou jsou uloženy v řadách formy údržby jiné skupiny údržby forem, přístupné z obou stran a podél pravé stěny dílny regály s náhradními díly. V pravé zadní části dílny je pracovní prostor mechaniků s pěti kulatými stoly, ramenovým jeřábem, dvěma sloupovými vrtačkami a skříněmi při stěně. Osvětlení pracovních prostor údržby je z menší části okny v levé stěně doplněné zavěšeným elektrickým osvětlením. V zadní části dílny vlevo u přístavku je pracoviště evidence výměny forem a vjezd do skladu, vlevo za přístavbou je odpočinkový prostor, nad ním v patře kancelář mistra dílny přístupná točitým schodištěm. Na tento prostor navazuje manipulační plocha a dále vpravo sklad pro náhradní díly forem se šesti řadami stohovacích regálů a třemi obslužnými cestami pro manipulaci s paletami vysokozdvihným vozíkem.

- **Pracoviště výrobního oddělení**

Pro usnadnění orientace ve výrobním prostoru je popis veden od dílny údržby forem.

Na přístupovou komunikaci vedenou kolem výrobního prostoru je umožněn výjezd z dílny údržby přímo do křižovatky, po krátkém rovném úseku pokračuje komunikace další křižovatkou u strojovny VZT a školící místnosti. Po odbočení vlevo je možné krátkým přímým úsekem komunikace odbočit vpravo a obslužnou komunikací objíždět řady výrobních strojů kolmo situovaných na tuto komunikaci nebo na křižovatce v přímém směru celý výrobní prostor přejet a navrátit se ke strojovně VZT a školící místnosti (Příloha 1). Komunikace je poměrně úzká pro průjezd oběma směry. Podél komunikace vedoucí po obou stranách pomocných provozů je vyhrazen prostor pro chůzi.

Výrobní prostor je tvořen řadami strojů v různém typu a počtu v jedné řadě. Dvě řady strojů jsou situovány zrcadlově k jedné zásobovací komunikaci. Za řadou strojů je umístěn skluz pro přesun hotových výrobků ze dvou řad výrobních strojů na dopravník, který navazuje na dopravníkovou cestu vedoucí do skladu k dalším potřebným činnostem. Prostor pro zásobování výroby polotovary je vyznačen na komunikaci bílou čarou, u hranice stroje je žlutou barvou vyhrazený prostor pro obsluhu strojů (Obrázek 4).



Obrázek 4 – Výrobní hala

Obsluha se pohybuje podél celé řady strojů a doplňuje polotovary z etážového vozíku na prázdný zakladač. Nebezpečný prostor označený červeně se nachází u manipulačního prostoru podavače. V třetím dvojřadu výrobních strojů probíhá v současnosti částečná výměna strojního vybavení, čtvrtý dvojřad strojů vyrábí jiné výrobky, proto není v práci řešena. Na konci každé dvojřady je zařízení podnikového informačního systému. Podél obslužné komunikace jsou okolo výrobního prostoru umístěny v meziskladu etážové vozíky s polotovary pro operativní zásobování výroby a vyprázdněné vozíky připravené k transportu na zaplnění polotovarem (Příloha 1).

2.2 Proces výměny forem

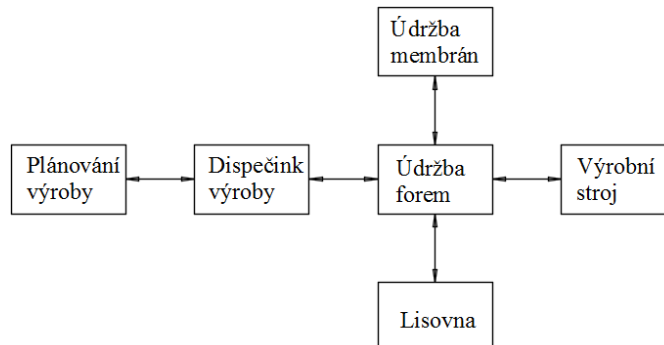
Výměna forem výrobních strojů probíhá v třísměnném provozu a o víkendových dnech v prodlouženém dvousměnném provozu. V době měření časů výměnu prováděli tři pracovníci, kteří se mezi sebou doplňovali v jednotlivých činnostech. Jeden pracovník připravuje demontáž forem z výrobního stroje a dokončuje montáž čistých forem na stroj.

Mezi výrobními stroji se přepravuje na trojkolce. Druhý pracovník obsluhuje VZV s vahadlem a řetězy pro zavěšení formy, třetí řídí elektrický plošinový vůz, oba také provádějí demontážní a montážní práce (Obrázek 5) a pomocí VZV přesun forem do dílny údržby nebo k výrobnímu stroji. Jednotlivé směny provádí jejich výměnu mírně odlišným způsobem podle typu výrobního stroje.



Obrázek 5 – Výměna forem

Formy se mění podle výrobního plánu, na základě plánovaného údržbového cyklu, zjištěných vad z kontrolního a výrobního oddělení a podpůrných oddělení. Informace jsou předávány podnikovým informačním systémem. Na obrázku 6 je znázorněn informační tok.



Obrázek 6 – Informační tok

Na základě této informace je vyhotoven pokyn pro pracovníky údržby k demontáži formy na určitém výrobním stroji a přepravena k údržbě. Po provedené údržbě je forma umístěna do expedice nebo uložena v meziskladu. Pracovníci převezmou nachystané formy nebo si je vyhledají v meziskladu, připraví k transportu a provedou výměnu forem. Po výměně předák údržby potvrdí za své oddělení dispečerovi výroby ukončení montážních prací. Tato informace je k dispozici také oddělení plánování, lisovny, membrán apod. Oddělení údržby forem je u jednoho typu výrobního stroje závislé na údržbě lisovacích membrán, které se mění podle rozměru, pracovních cyklů nebo při poškození. Na zbývajících dvou typech strojů je možné provést výměnu forem

nezávisle na lisovací membráně. Oddělení údržby forem využívá podnikový informační systém a výrobní plán spolu s jinými podpůrnými odděleními např. plánování nebo technické podpory, které po výměně vyšle pracovníka k seřízení a zprovoznění výrobního stroje vzhledem k rozměru, typu formy a provozním parametrům. V informačním systému je potvrzena připravenost stroje k zahájení výroby.

2.2.1 Jednotlivé fáze výměny forem

V této kapitole jsou popsány činnosti při výměně forem. Výměna forem je prováděna v trojčlenné skupině pracovníků označených jako směna A nebo B. Při časovém mapování činnosti tříčlenné skupiny směny A pracovníků výměny forem se provedlo rozdělení jejich činnosti na čtyři základní části:

1. Příprava forem k montáži v dílně údržby.
2. Přesun k výrobnímu nebo od výrobního stroje.
3. Montáž na výrobní stroj.
4. Demontáž forem ze stroje.

Každá forma má stanovenou dobu – počet výrobků bez nutnosti čištění. Tato doba je ovlivněna mnoha faktory, jako je dokonalost zpracování povrchu formy, členitostí a rozměry povrchu, kvalitou materiálu apod. Tyto faktory ovlivňují délku cyklu použití a četnost její údržby. Snímky operací výměny forem viz Příloha 2 – 6.

• Příprava forem k montáži v dílně údržby

V dílně je po údržbě forma uložena na místě expedice k montáži nebo v meziskladu, kde jsou podle typu formy montovány manipulační T-šrouby pro přemístění a pro usazení na výrobní stroj. Stává se, že nejsou formy nachystány v prostoru expedice, k formám nejsou správné rychlospojky potrubí vyhřívacího média a pracovníci údržby je dohledávají. Během této přípravy je aktualizována evidenční karta formy po údržbě. Řidiči VZV a plošinového vozu naloží formy na tato vozidla, namontují rychlospojky pro připojení vyhřívacího média. Třetí pracovník se pohybuje na kole ve výrobní hale, kde provádí v předstihu částečnou demontáž formy na stroji nebo provádí dokončení montáže čistých forem.

- **Přesun k výrobnímu stroji**

Přesun forem probíhá ve výrobní hale po přístupových a zásobovacích komunikacích při neomezené výrobě a zásobování výrobních strojů. Často dochází k zdržení přepravy na zacpaných křižovatkách, zásobovací vozíky jsou někdy odstaveny mimo vyznačený prostor a brání průjezdu, je omezen průjezd po komunikaci odstaveným zásobovacím vozidlem. Řidiči transportu musí pro svůj průjezd překážky odsunout, uspořádat zásobovací vozíky anebo musí čekat na jejich odvoz (Obrázek 7) případně odjezd zásobovacího vozidla. Zásobovací prostor před místem montáže bývá často zastavěn prázdnými vozíky nebo vozíky s polotovary. Volný prostor před místem montáže je nutný k manipulaci s formou při montáži pomocí VZV.



Obrázek 7 – Neuspořádané zásobovací vozíky

- **Montáž na výrobní stroj**

U jednoho typu lisovacího stroje musí být namontována lisovací membrána. Montáž forem probíhá v mírně odlišném postupu dle typu výrobního stroje pomocí VZV, kterým je forma usazena na výrobní stroj a druhým pracovníkem vystředěna pomocí tyče. Pokud je potřeba provede se osazení druhé formy dopravované na plošinovém voze na stejném nebo jiném výrobním stroji. Montáž je prováděna i v zadní části výrobního stroje, kdy se pracovník výměny forem pohybuje po nezabezpečeném válečkovém skluzu hotových výrobků. Dále je prováděno šroubové spojení spodní desky formy se strojem, montován dolní patní kruh a vloženy zajišťovací kroužky. Ventil vyhřívacího media je otevřen během montáže, pro ohřev formy. Řidiči přepravních vozíků provedou kalibraci, dle potřeby ramena zakladače seřídí. Ověřuje se také dosednutí formy na spodní desce, při seřízení

nepoužívají žebřík nebo pracovní plošinu. Hodnoty zjištěné při kalibraci jsou zaznamenávány do formuláře. Jeden z řidičů přepravního vozu provede v informačním systému podniku evidenci dokončené výměny. Na počítadle je vynulován počet výrobků. Poslední činností montáže forem je zavření bezpečnostní klece.

- **Demontáž formy z výrobního stroje**

Částečná demontáž formy je prováděna třetím pracovníkem na kole, který začne svou činnost spuštěním krytu s formou, uzavřením přívodu vyhřívacího media a vypustí jeho zbytek z formy a pokračuje demontáží zajišťovacích půlkruhů nebo podle typu stroje a výrobku demontáží patního kruhu, uvolní membránu (výměnu provádí jiné oddělení údržby), spustí kryt s formou do nižší polohy. Demontuje koncovku horní písní tyče, demontuje spodní desku formy od stroje, spustí kryt s formou k dosednutí k spodní desce, demontuje šroubové spoje krytu s formou, odpojí potrubí topného media, zvedne kryt. Rozpojí rychlospojky vyhřívacího media. Při demontáži v zadní části stroje se pracovník pohybuje po nezabezpečeném válečkovém skluzu hotových výrobků. Pokud je potřeba, provede montáž manipulačních T-šroubů. Po příjezdu transportních vozů je VZV vyzdvižena a naložena na plošinový vůz. Třetí pracovník stejným postupem provede demontáž i druhé formy ze stroje nebo se přemístí k dalšímu výrobnímu stroji. Během nakládání formy odhlásí formu z informačního systému podniku. Druhá forma je zavěšena na VZV a přepravena na dílnu údržby forem. Na dílně jsou obě formy uloženy k údržbě, provedena jejich evidence a případně jsou demontovány manipulační T-šrouby a rychlospojky potrubí.

Tento postup demontáže, montáže a transportu je ve společnosti zavedený a pracovníci směn jej provádějí s malými odlišnostmi u všech strojů.

2.3 Rozbor činností pomocí snímku operace

Pro rozbor spotřebovaného času ve směně pracovníků údržby při výměně forem byl proveden snímek operace u dvou směn. Snímek pomůže odhalit vznikající ztráty spotřeby času při výměně forem a bude podkladem pro vypracování nápravy. První směna A provádí všechny práce ve třech pracovnících z důvodu zapracování jednoho nového pracovníka údržby, který se přemísťuje a pracuje dohromady s řidiči.

Ve směně B výměnu provádějí tři pracovníci, z nichž jeden řídí přepravní plošinový vůz, druhý manipuluje s formami VZV a třetí pracovník používá k přemístění tříkolku.

Pro lepší přehlednost bude zpracována každá směna samostatně. Základní struktura pracovních postupů obou sledovaných směn je stejná, ale podle typu výrobního stroje a pracovníků směny se postup montáže nebo demontáže forem mírně liší v podrobném pořadí prací, tak jak to směně vyhovuje. Snímky uplatním jako podklad pro kompletní soubor činností s průměrnou spotřebou času.

Ztrátový čas označený T_Z vzniká z hlediska nedostatečné přípravy na provádění demontážních nebo montážních prací, špatné organizaci práce a hlavně v neúplném předání všech informací o udržovaném výrobním stroji. A to jsou podněty pro minimalizaci neproduktivní činnosti minimalizovat.

• Hodnocení třech pracovníků směny A1 ze dne 3. 12. 2017

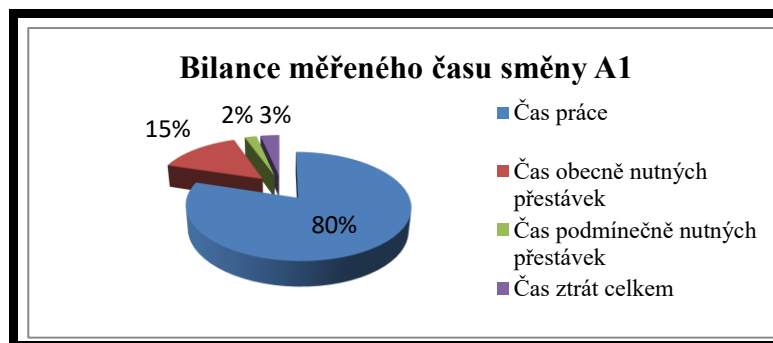
Tabulka 2 zobrazuje rozvržení času směny A1 do jednotlivých činností z hlediska jejich charakteru. Jako podklad jsou činnosti uvedené v pozorovacím listu směny A1.

Tabulka 2 – Vyhodnocení snímku operace směny A1

Datum: 3. 12. 2016		Vyhodnocení snímku operace		Zpracoval: Libor Tiller	
Číslo snímku: 1				Směna: A1	
Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny			
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]		
Čas jednotkové práce	T_{A1}	2:59:45	79,88		
Čas dávkové práce	T_{B1}	-	-		
Čas směnové práce	T_{C1}	-	-		
Čas práce	T_1	2:59:45	79,88		
Čas na oddech	T_{A2}	-	-		
Čas na osobní potřeby	T_{B2}	-	-		
Čas na oběd	T_{C2}	0:33:00	14,66		
Čas obecně nutných přestávek	T_2	0:33:00	14,66		
Čas podmíněčně nutných jed. přestávek	T_{A3}	0:04:47	2,13		
Čas podmíněčně nutných dáv. přestávek	T_{B3}	-	-		
Čas podmíněčně nutných přestávek	T_3	0:04:47	2,13		
Čas osobních ztrát	T_D	0:00:50	0,37		
Čas technicko-organizačních ztrát	T_E	0:06:40	2,96		
Čas ztrát	T_Z	0:07:30	3,33		
Čas měřený	T	3:45:02	100,00		

Z tabulky 2 je patrné, že čas měřený T 3:45:02 hod. je 100 % měřené části směny. Z grafu 1 je patrné, že čas práce T_1 měřený 2:59:45 hod. je 80 % měřeného času. Druhou největší položkou je čas T_2 obecně nutných přestávek měřený 0:33:00 hod.

a činí 15 % měřeného času. Čas ztrátový T_z měřený 0:07:30 hod tvoří 3 % a čas podmíněně nutných přestávek T_3 měřený 0:04:47 hod. což jsou 2 % měřeného času.



Graf 1 – Bilance měřeného času směny A1

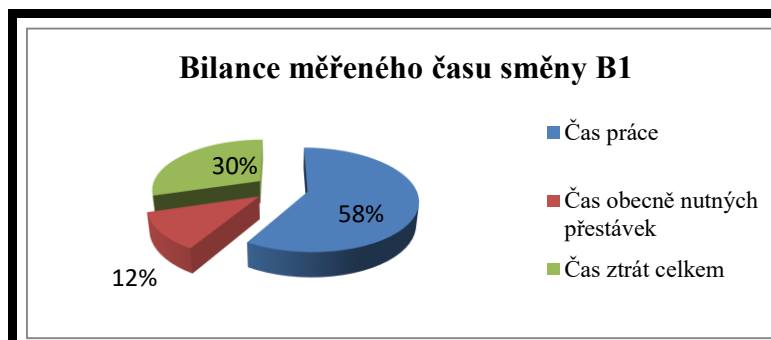
- **Hodnocení dvou pracovníků směny B1 ze dne 6. 1. 2017**

Z tabulky 3 lze vyčíst, že čas měřený T 4:23:13 hod. a je 100 % částí měřeného času. Z grafu 2 je patrné, že tato směna věnovala práci T_1 čas 2:34:04 hod., která je 58 % měřeného času.

Tabulka 3 – Vyhodnocení snímku operace směny B1

Datum: 6. 1. 2017		Vyhodnocení snímku operace		Zpracoval: Libor Tiller
Číslo snímku: 2				Směna: B1
Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny		
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]	
Čas jednotkové práce	T_{A1}	2:34:04	58,53	
Čas dávkové práce	T_{B1}	-	-	
Čas směnové práce	T_{C1}	-	-	
Čas práce	T_1	2:34:04	58,53	
Čas na oddech	T_{A2}	-	-	
Čas na osobní potřeby	T_{B2}	-	-	
Čas na oběd	T_{C2}	00:31:00	11,78	
Čas obecně nutných přestávek	T_2	00:31:00	11,78	
Čas podmíněně nutných jed. přestávek	T_{A3}	-	-	
Čas podmíněně nutných dáv. přestávek	T_{B3}	-	-	
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	-	-	
Čas osobních ztrát	T_D	00:18:59	7,21	
Čas technicko-organizačních ztrát	T_E	00:59:10	22,48	
Čas ztrát	T_z	1:18:09	29,69	
Čas měřený	T	4:23:13	100	

Druhou největší položkou je čas T_z měřený 1:18:09 hod, který je 30 % a čas obecně nutných přestávek T_2 měřený 0:31:00 hod. a ten činí 12 % měřeného času.



Graf 2 – Bilance měřeného času směny B1

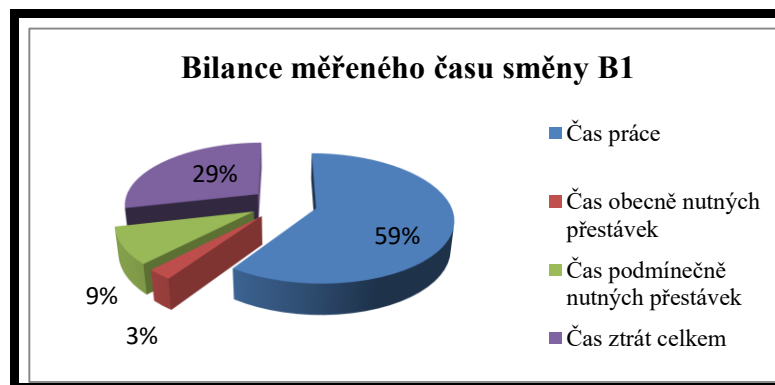
- **Hodnocení pracovníka směny B1 ze dne 7. 1. 2017**

Tabulka 4 se zabývá měřeným časem práce jednoho pracovníka směny B. Z tabulky vyčteme, že čas měřený T 4:14:10 hod. je 100 % měřené části směny.

Tabulka 4 – Vyhodnocení snímku operace směny B1

Datum: 7. 1. 2017		Vyhodnocení snímku operace		Zpracoval: Libor Tiller	
Číslo snímku: 3				Směna: B1	
Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny			
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]		
Čas jednotkové práce	T _{A1}	2:30:48	59,33		
Čas dávkové práce	T _{B1}	00:00:37	0,24		
Čas směnové práce	T _{C1}	-	-		
Čas práce	T ₁	2:31:25	59,57		
Čas na oddech	T _{A2}	-	-		
Čas na osobní potřeby	T _{B2}	-	-		
Čas na oběd	T _{C2}	00:06:35	2,59		
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	00:06:35	2,59		
Čas podmíněčně nutných jed. přestávek	T _{A3}	0:23:23	9,2		
Čas podmíněčně nutných dáv. přestávek	T _{B3}	-	-		
Čas podmíněčně nutných přestávek	T ₃	0:23:23	9,2		
Čas osobních ztrát	T _D	0:01:29	0,58		
Čas technicko-organizačních ztrát	T _E	1:11:18	28,05		
Čas ztrát	T_Z	1:12:47	28,64		
Čas měřený	T	4:14:10	100		

Z grafu 3 je patrné, že se věnoval práci označené symbolem T₁ měřené 2:31:25 hod. a je 59 % měřeného času. Druhou největší položkou je čas T_Z 1:12:47 hod. převedený na procenta je 29 %, čas podmíněčně nutných přestávek T₃ je 0:23:23 hod. a činí 9 % měřeného času a čas T₂ 00:06:35 tvoří 3 % času.



Graf 3 – Bilance měřeného času směny B1

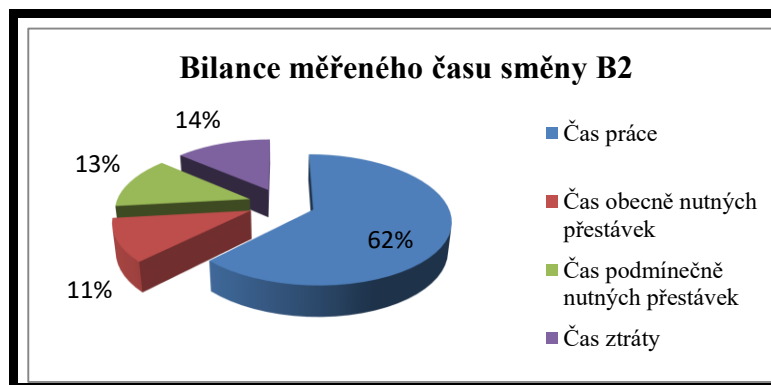
• **Hodnocení pracovníka směny B2 ze dne 11. 2. 2017**

Tabulka 5 hodnotí měřený čas práce pracovníka směny B2. Opět z tabulky vychází, že čas měřený T 1:21:47 hod. je 100 % měřené části směny. Z grafu je zřejmé, že tato směna se věnovala práci označené symbolem T₁ 0:51:04 hod. a na grafu je 62 %.

Tabulka 5 – Vyhodnocení snímku operace směny B2

Datum: 11. 2. 2017		Vyhodnocení snímku operace		Zpracoval: Libor Tiller
Číslo snímku: 4				Směna: B2
Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny		
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]	
Čas jednotkové práce	T _{A1}	0:51:04	62,43	
Čas dávkové práce	T _{B1}	-	-	
Čas směnové práce	T _{C1}	-	-	
Čas práce	T ₁	0:51:04	62,43	
Čas na oddech	T _{A2}	-	-	
Čas na osobní potřeby	T _{B2}	-	-	
Čas na oběd	T _{C2}	0:08:49	10,78	
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	0:08:49	10,78	
Čas podmienečně nutných jed. přestávek	T _{A3}	0:10:46	13,16	
Čas podmienečně nutných dáv. přestávek	T _{B3}	-	-	
Čas podmienečně nutných přestávek	T ₃	0:10:46	13,16	
Čas osobních ztrát	T _D	0:07:52	9,62	
Čas technicko-organizačních ztrát	T _E	0:03:17	4,01	
Čas ztrát	T_Z	0:11:09	13,63	
Čas měřený	T	1:21:47	100	

Druhou největší položkou je čas T_Z 0:11:09 hod. převedený na procenta činí 14 % a čas podmienečně nutných přestávek T₃ je 0:10:46 hod. a ten činí 13 % měřeného času. Čas obecně nutných přestávek T₂ je 0:08:49 převedený na procenta je 11 %.



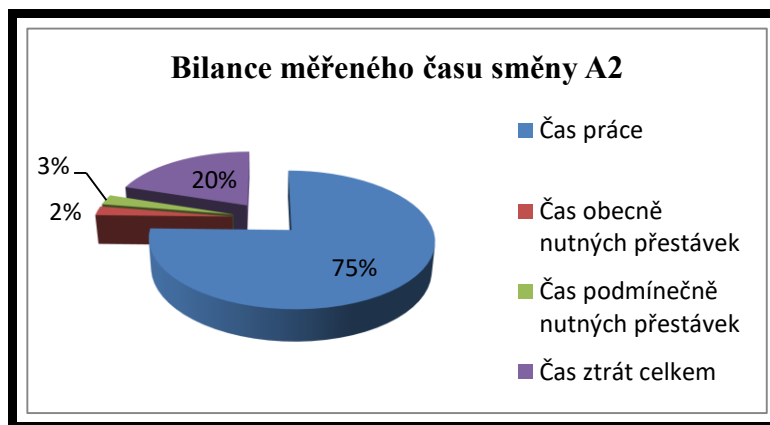
Graf 4 – Bilance měřeného času směny B2

• **Hodnocení dvou pracovníků směny A2 ze dne 11. 2 .2017**

V tabulce 6 je vyhodnocen měřený čas T 8:27:48 hod. dvou pracovníků směny A dne 11. 2. 2017. Z grafu je zřejmé, že tato směna se věnovala práci označené symbolem T₁ 6:22:46 hod. a na grafu to je 75 %. Druhou největší položkou je čas T_z 1:41:14 hod. převedený na procenta činí 20 % a čas podmienečně nutných přestávek T₃ je 0:12:29 hod. a ten činí 3 % měřeného času. Čas obecně nutných přestávek T₂ je 0:11:19 převedený na ukazatel je 2 %.

Tabulka 6 – Vyhodnocení snímku operace směny A2

Datum: 11. 2. 2017		Vyhodnocení snímku operace		Zpracoval: Libor Tiller	
Číslo snímku: 5				Směna: A2	
Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny			
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]		
Čas jednotkové práce	T _{A1}	6:20:30	74,93		
Čas dávkové práce	T _{B1}	-	-		
Čas směnové práce	T _{C1}	0:02:16	0,45		
Čas práce	T ₁	6:22:46	75,38		
Čas na oddech	T _{A2}	-	-		
Čas na osobní potřeby	T _{B2}	-	-		
Čas na oběd	T _{C2}	0:11:19	2,23		
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	0:11:19	2,23		
Čas podmienečně nutných jed. přestávek	T _{A3}	0:05:46	1,14		
Čas podmienečně nutných dáv. přestávek	T _{B3}	0:06:43	1,32		
Čas podmienečně nutných přestávek	T ₃	12:29	2,46		
Čas osobních ztrát	T _D	-	-		
Čas technicko-organizačních ztrát	T _E	1:41:14	19,94		
Čas ztrát	T_z	1:41:14	19,44		
Čas měřený	T	8:27:48	100		



Graf 5 – Bilance měřeného času směny A2

2.3.1 Ztráty zaznamenané při snímkování

Analýzou času při demontáži, přepravě nebo montáži forem na výrobní stroj bylo zaznamenáno opakované donášení chybějícího náradí a pomůcek z dílny údržby nebo dopravního prostředku, který musel být zaparkován dále od místa demontáže nebo montáže. Dále bylo zaznamenáno čekání na ukončení výroby nebo pracovníky jiných oddělení údržby. Tato činnost pracovníky forem při práci zbytečně rozptyluje a je kvalifikována jako nežádoucí činnost. Zavedený pracovní postup s přípravou demontáže nebo dokončení montáže třetím pracovníkem, který přejíždí mezi pracovišti na trojkolce, i s náradím, výrazně zkracuje čas při výměně forem. V pozorovacím snímku tohoto pracovníka byla zaznamenána jeho snaha osobně řešit potíže při montáži formy.

• Ztráty na dílně údržby

1. Nepřípravenost a nedostatek manipulačního prostoru pro naložení VZV, uskladnění forem někdy až v sedmi vrstvách, jejich hledání pracovníky výměny.
2. Hledání vhodných rychlospojek přívodu a odvodu vyhřívacího média, pro jeden typ formy hledání manipulačních T-šroubů.
3. V ojedinělých případech nepřípravenost dokumentace formy a v tom případě si dokumentaci vyhotovují pracovníci výměny forem sami.
4. Nedostatečná kontrola a připravenosti náradí a pomůcek pro montáž.
5. Nedostatek informací o chybějících náhradních dílech (plechové podložky, manometry, patní kruhy, zajišťovací půlkruhy, koncovka horní písní tyče apod.).
6. Chybí informace o nedokončené údržbě jiných částí výrobního stroje, na kterou navazuje montáž forem.

7. Pozdější příchod na pracoviště při začátku směny, tzv. “ kuřácká přestávka“.
8. Neuspořádané nářadí a pracovní pomůcky na plošinovém vozu a v košíku trojkolky (Obrázek 8).



Obrázek 8 – Neuspořádané nářadí

• Ztráty při přepravě

1. Na přístupovou komunikaci před dílnou údržby a na druhou přístupovou cestu kolem strojovny VZT vyjíždí jako první VZV a za ním plošinový vůz. Za druhou křižovatkou se seřadí do opačného pořadí plošinový vůz a VZV. Tento postup se provádí pro snadnější manipulaci s formami u výrobního stroje.
2. Na obslužné dopravní komunikaci není na křižovatkách dopravní značení, jezdí se oběma směry, dochází k vynucování přednosti jízdy dopravních a manipulačních prostředků z jiných oddělení.
3. Blokování přístupové cesty nevhodným způsobem parkování dopravního prostředku, neodklizení zásobovacích vozíků z prostoru před strojem.
4. Často dochází k vyhýbání elektro tahačů se soupravou vozíků přivázející ke strojům nebo do meziskladu polotovary.
5. Čekání na zapojování a přesun prázdných etážových vozíků odstavených na komunikaci.
6. Neuspořádaným odstavením prázdných zásobovacích vozíků nebo jejich odstavením mimo vyhrazené prostory (v prostoru dopravní cesty). Pracovníci údržby musí přerušit přepravu a uvolňovat komunikaci pro průjezd nebo pro parkování transportu u výrobního stroje.

7. Nárazové předzásobení mezikladu polotovary a nárazový převoz prázdných vozíků z výrobního prostoru.

- **Ztráty při montáži forem**

1. Občas se čeká na dokončení výrobní operace nebo činnosti jiného oddělení.
2. Chůze pro zapomenuté nářadí, pracovní pomůcky, chybějící součástky atd.
3. Konzultace koordinace prací s jiným oddělením.
4. Neinformovanost o připravenosti stroje a tím nepřipravenost doplňkových nebo náhradních dílů.
5. Nepřipravenost nářadí, podávání, půjčování a čekání na donášku nářadí případně doplňkových dílů.

- **Ztráty při demontáži forem**

1. Čekání na uvolnění zásobovací komunikace.
2. Vyžádání informací o doběhu výroby pro odstavení výrobního stroje.
3. Hledání volných prostor pro uložení forem v dílně údržby.

- **Nadbytečné úkony**

Pracovníci skupiny výměny forem provádějí některé práce za jiná oddělení údržby a tyto práce jsou kvalifikovány jako nadbytečné úkony.

1. Na dílně údržby je vyhledání a expedice forem pro montáž, občasná nepřipravenost dokumentace formy a vyhotovení dokumentace montážníky, sběr informací o chybějících dílech a jiných částí výrobního stroje.
2. Při přepravě k nebo od výrobního stroje jsou uvolňovány přepravní trasy a výrobního prostoru u stroje od překážek, časté prosazování přednosti v jízdě jinými vozidly, blokování trasy zaparkovanými vozy a čekání na jejich odjezd.
3. Při montáži a demontáži forem dokončení prací jiného oddělení, konzultace o koordinaci prací s jiným oddělením, vyžádání informací o odstavení stroje z výroby, hledání volných prostor pro uložení forem v dílně údržby.
4. Nadbytečné porady a diskuze při činnosti pracovníků údržby forem.

3 Implementace metody SMED pro optimalizaci spotřeby času práce

V předchozích kapitolách je popsáno plýtvání při demontáži forem pro jejich údržbu, jejich přepravě k údržbě a zpět k montáži na výrobní stroj. Je několik nástrojů odhalujících a omezující plýtvání. Časovým snímek bylo identifikováno plýtvání při výměně forem. Je použita metoda SMED. Jejím principem je zkrácení průběžných časů přestavby výrobních strojů na jiný typ výrobku. Principy, na kterých je metoda založena budou uplatněny v pracovním postupu pracovníků výměny forem. Výsledkem bude odstranění plýtvání časem při výměně forem. K tomu bude nutné zlepšit spolupráce s ostatními odděleními údržby pro nerušený pracovní proces.

3.1 Separace činností

Tato část práce rozdělí činnost pracovníku údržby na dvě části a to externí činnost, která může být prováděna při expedici forem v dílně údržby a interní činnost při montáži forem na odstaveném stroji z výroby.

- **Externí činnost**

Nachystání kompletní sady náradí pro daný typ výrobního stroje dle plánu výměn na daný pracovní den. Seznámení s dokumentací forem, s informací o stavu připravenosti výrobního stroje, chybějících dílech, závadách atd., které byly zjištěny při demontáži. Seznámení s harmonogramem oprav, pokud se vyskytnou závady jiných oddělení údržby. Dále je to přesun očištěných forem k výrobnímu stroji po komunikaci bez překážek v cestě a v zásobovacím prostoru před strojem (zajistí zásobování výroby).

- **Interní činnost**

V našem případě do této části spadají činnosti, které se provádějí pouze při vyřazení stroje z výrobního procesu. Jedná se o kompletní proces demontáže nebo montáže forem na výrobním stroji, seřízení a případně doplnění nebo oprava jiných částí stroje.

- **Změna přístupu**

Při zavedení změněného způsobu práce je nutné předat získané informace v pravidelné týmové poradě pracovníkům a mistrům údržby, zásobování výroby, obsluze výrobního stroje, průmyslovému inženýru atd. Účelem této rady je odstranění nízké důslednosti a iniciativy k dosažení stanovených cílů a využít iniciativ zainteresovaných pracovníků,

předání návrhů a zdokonalení postupů pro další časovou redukci výměny forem výrobního stroje.

Změnu přístupu k přípravě výměny forem je popsána od okamžiku vyskladnění očištěné formy v dílně údržby.

1. Dílna údržby vyskladní formy na určeném expedičním místě s označením popisem na tabulce. V našem případě je to prostor mezi vraty a pískovací kabinou. V případě potřeby s nachystanými manipulačními T-šrouby. Dále bude u formy přichystána nová dokumentace rozšířená o písemné pokyny předáka o místě montáže, výčet závad zjištěných při demontáži formy mající vliv na bezproblémovou montáž čisté formy, např. o unikajícím oleji ze stroje, případně o neodstranění závady. Informace o chybějících dílech nebo částech, které byly demontovány s formou a odvezeny. Pracovníci se seznámí dokumentací, naloží formu na dopravní prostředek, nachystají a uspořádají potřebné nářadí pro montovaný typ formy, připraví si pracovní pomůcky pro kalibraci, namontují rychlospojky vyhřívacího media. Dokumentaci formy, komunikaci a spolupráci s jinými odděleními včetně tvorby harmonogramu spolupráce v případě potřeby vede zásadně předák (mistr dílny).
2. Na obslužných komunikacích zavést jednosměrný provoz, kdy se bude objíždět výrobní prostor zprava (proti směru hodinových ručiček dle dohody při poradě), na křižovatkách osadit dopravní značky „Příkázaný směr jízdy“, „Zákaz vjezdu do jednosměrné ulice“. Dávat přednost vozidlům přijíždějícím zprava. Toto pravidlo uplatnit pro všechna vozidla bez výjimky. Provoz se rozloží na větší plochu komunikace a zklidní se. Na nepřehledných křižovatkách umístit (vyčistit již osazená) dopravní zrcadla. Pravidelně kontrolovat a důsledně dbát na dodržování jednosměrného provozu, odstavování zásobovacích vozíků mimo komunikaci ve vyhrazeném prostoru, taky aby nezasahovali do jízdního pruhu a zda není prodleva v přemístování prázdných vozíků nebo přeplňování mezisklady.
3. Stanovit montážní a demontážní čas forem.
4. Pokud se při demontáži forem z výrobního stroje odhalí nutnost doplnění nebo poškození dílů stroje (plechové podložky forem, nefunkční části doplňků např. manometr, porucha stroje nebo cokoliv jiného) nebo se tyto díly odvezou, oznámí předákovi tyto nedostatky předákovi a ten je doplní v dokumentaci formy s požadavkem a termínem na odstranění.

5. Náradí potřebné k montáži formy umístit přehledně v organizéru a dosahu pracovníka při každé výměně. Dbát na používání žebříku při seřízení dosednutí formy. Při montážních a demontážních pracích v zadní části stroje používat na válečkovém dopravníku pevnou lehkou, odnímatelnou pracovní podlahu proti uklouznutí na válečcích.
6. Pokud se vyskytnou neprovedené montážní úkony jiných oddělení údržby, neprovedená výměna poškozených nebo chybějících částí – manometry, čidla atd. způsobující prodlevu v činnosti pracovníků údržby, budou se tyto nedodělky a problémy řešit přes předáka, který provede komunikaci o odstranění nedodělků s příslušným oddělením. Doporučuji podrobněji řešit v nejbližší kolektivní výrobní poradě.
7. Demontáž formy k údržbě nadále provádět jen při vyřazení stroje z výrobního procesu, zavedeným způsobem v předstihu třetím pracovníkem.

4 Návrh řešení

Tato část se zabývá co největším omezením neproduktivních časů v činnosti pracovníků výměny forem, zlepšením předávání informací, organizací práce, doplněním vybavení atd. V návrhu jsou uvedena opatření, která pokud budou dodržována, povedou k odstranění úzkých míst při výměně forem a lepší organizaci práce pro plynulejší, vyvážený a ničím nerušený proces výměny forem.

4.1 Souhrn časových ztrát v procesu

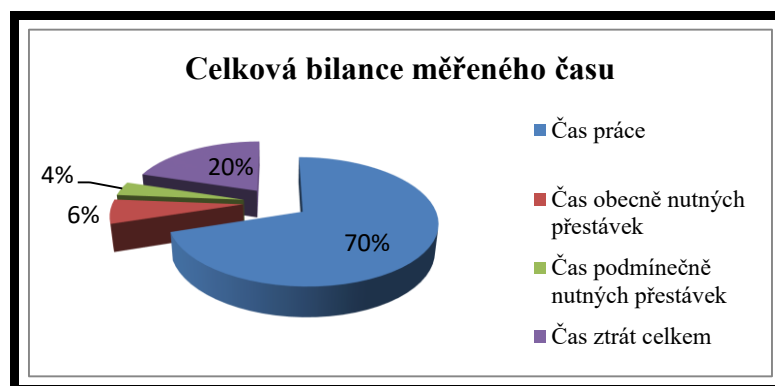
Při uplatnění metody SMED a všech opatření uvedených v této práci dojde ke snížení potřebného času pro výměnu forem odstraněním ztrát 271 minut, který tvoří 20 % měřeného času. Proces výměny forem je možné dále redukovat s uplatněním logistických metod při zásobování výroby a dále důslednou kontrolou bezpečnosti práce.

- **Zhodnocení měřeného času**

V tabulce 7 je uveden celkový měřený čas. Všechny hodnocené časy jsou sečteny, procesy označeny symboly a graf znázorňuje procenta využití měřeného času. Čas měřený T 22:26:17 hod. je 100 %. Z grafu je zřejmé, že měřený čas práce směn označený symbolem T_1 15:42:56 hod. je 70 %. Druhou největší položkou je čas T_z 4:30:49 hod. převedený na procenta je 20 % a čas obecně nutných přestávek T_2 1:24:08 hod. je 6 % měřeného času. Čas podmíněčně nutných přestávek T_3 0:48:24 převedený na procenta je 4 %.

Tabulka 7 – Celkové zhodnocení měřeného času

Označení času	Symbol času	Skutečná bilance měřeného času směny	
		Čas [hh:mm:ss]	Ukazatel [%]
Čas jednotkové práce	T _{A1}	15:40:03	69,83
Čas dávkové práce	T _{B1}	0:00:37	0,05
Čas směnové práce	T _{C1}	0:02:16	0,17
Čas práce	T ₁	15:42:56	70,04
Čas na oddech	T _{A2}	-	-
Čas na osobní potřeby	T _{B2}	-	-
Čas na oběd	T _{C2}	01:24:08	6,25
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	01:24:08	6,25
Čas podmíněčně nutných jed. přestávek	T _{A3}	0:41:41	3,1
Čas podmíněčně nutných dáv. přestávek	T _{B3}	0:06:43	0,5
Čas podmíněčně nutných přestávek	T ₃	0:48:24	3,6
Čas osobních ztrát	T _D	0:29:10	2,17
Čas technicko-organizačních ztrát	T _E	4:01:39	17,94
Čas ztrát	T_Z	4:30:49	20,11
Čas měřený	T	22:26:17	100



Graf 6 – Celková bilance měřeného času

4.2 Návrh řešení

Doplnění vybavení skupiny pracovníků výměny forem nářadím a pracovními pomůckami:

• Dílna údržby:

1. Rychlospojky vyhřívacího média barevně rozlišit podle konstrukčního provedení formy (např. tři barvy, žlutá, červená a modrá).
2. Doplnit informaci o připravenosti výrobního stroje k montáži nejlépe v elektronické podobě IT tabletu nebo tištěné podobě evidenčního záznamu o stavu výrobního stroje (např. o demontovaných a odvezených součástech stroje, plechové podkládací kruhy, zajišťovací půlkruhy atd.), je-li na stroji závada omezující montážní nebo demontážní práce (chybějící část nebo součásti v opravě, stav závady jiného údržbového oddělení apod.). Evidenční záznam, který bude obsahovat datum, číslo podložky, typ a číslo stroje na jakém stroji je použita, případně typ formy a datum posledního použití.
3. Viditelně a čitelně označit popis plechové podložky na dvou místech z obou stran. Uvést typ stroje, na který lze použít podložky, průměr a tloušťku podložky, evidenční číslo atd. Použití podložky uvést v evidenčním záznamu IT – tabletu.
4. Dílnu údržby doplnit o druhý mostový jeřáb pro bezproblémovou manipulaci s formami.

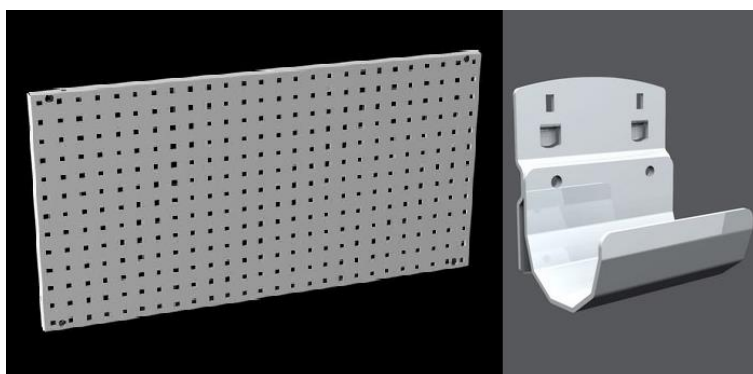
• Montáž a demontáž forem

1. Vybavit každého pracovníka výměny forem akumulátorovým utahovákem, aby nečekali na zapůjčení nářadí používaným druhým pracovníkem.
2. Vybavit pracovníky výměny forem kufříkem – patrovým organizérem pro uložení nářadí, se sestavou pouze potřebného nářadí podle metody 5S, které si uloží v dosahu z montážního místa.



Obrázek 9 – Kufř na nářadí [6]

3. Obnovit vybavení pracovníků výměny forem novým kufřem na nářadí opět podle metody 5S Küpper, rozměr 660x266x287 mm.
4. Doplnit trojkolku a plošinový vůz o nástěnný odkládací panel pro dlouhé nářadí jako jsou momentové klíče, ocelové tyče apod. Doplnit je závěsy dlouhých tyčí.



Obrázek 10 – Odkládací panel na stěnu se závěsem [7] [8]

5. Vybavit pracovníky výměny forem IT – tablety, kde by v tabulce byly uvedeny všechny informace potřebné k plánu pracovního dne, provedení údržby určitého výrobního stroje, časový harmonogram o provedení údržby stroje a navazujících činností s možností komunikovat s předákem. Dále by obsahoval závady na stroji odhalené při demontáži forem.
6. Dodržovat výrobní a informační porady pracovníků na maximální stanovenou dobu jedné minuty. Dbát a kontrolovat dodržování BOZP při seřizování a montážních nebo demontážních pracích.

- **Doprava na přístupových a zásobovacích komunikacích**

1. Pracovníky proškolit o navržených a zavedených dopravních změnách, výrobní prostor objíždět zprava v jednosměrném provozu, na křižovatkách mají přednost v jízdě vozidla přijíždějící zprava.
2. Neparkovat zásobovací vozíky mimo vyznačené prostory. Pravidelně kontrolovat a připomínat zachování průjezdnosti komunikací, neomezování průjezdnosti komunikace odstavenými a neuspořádanými zásobovacími vozíky a jejich tahači.
3. Pravidelně kontrolovat zásobování výrobního prostoru, zda nedochází k nárazovému zaplnění komunikací nadměrným zásobením polotovarů a odvozu prázdných vozíků, kdy následuje prodleva v zásobování do vyčerpání zásob a následně zase probíhá spěšné zásobování výroby. Prostor pro výměnu forem před strojem musí být uvolněn.
4. Průběžně kontrolovat a připomínat dodržování změn formou pravidelných časově omezených výrobních porad za účasti všech uživatelů komunikace.

- **Ostatní**

1. Komunikaci s dispečery jiných odděleními o připravenosti výrobního stroje bude provádět pouze předák nebo mistr údržby forem, který předá získané informace o stavu připravenosti a kompletnosti stroje pracovníkům montáže forem v jednom pracovním pokynu. Komunikovat můžou přes IT – tablet.
2. Do informací o připravenosti strojů k montáži v IT – tabletu zaznamenávat zjištěné závady stroje.
3. Odstranit pozdní příchody a předčasné odchody pracovníků výměny forem na pracoviště. Při prodlevě výměny forem zaměstnat pracovníky náhradní produktivní činností.

4.3 Predikce přínosu

Zjištěná velikost ztrát z měřeného času práce je poměrně veliký důvod pro pravidelné a opakované měření času práce při výměně forem. Opakované měření vždy odhalí neproduktivní činnosti. Důslednou eliminací ztrát se zvýší produktivita výměny forem až o 20 %. Využití poznatků z opakovaného měření času práce je možné docílit větší produktivitu, zvýšení zisku, zkrácení sjednané doby výroby.

5 Závěr

Tato bakalářská práce je zaměřena na optimalizaci spotřeby času při výměně forem na výrobním stroji. Hlavním úkolem bylo odhalit neproduktivní části výměny forem při přípravě, přepravě, demontáži a montáži. Měření času spotřeby práce bylo provedeno u dvou směn po dobu náhodně vybraných pěti dnů. U směny A jsem provedl jeden snímek dvojčlenné a trojčlenné pracovní čety, u směny B dva snímky operace jednotlivce a jeden snímek dvojčlenné čety. Získané hodnoty jsem zpracoval do tabulek a grafů, které bilancují využití pracovního času i v procentech. Následně naměřené hodnoty jednotlivých časů byly analyzovány a jsou navržena opatření pro minimalizaci neproduktivních časů.

Analýzou snímků jsem zjistil, že ztráty v procesu výměny forem jsou v dílně údržby způsobeny nedostatkem manipulačního prostoru a uskladnění forem, nepřipravenosti nářadí, pomůcek, hledáním různých dílů a nedostatkem informací o připravenosti výrobního stroje. V dopravě k výrobnímu stroji se vyskytují překážky na komunikaci a před strojem. Při montáži nebo demontáži pracovníci chodí pro pracovní nářadí a pomůcky, komunikují o koordinaci prací s jiným oddělením. V důsledku těchto činností došlo v pěti časových měřeních k celkovým ztrátám 271 minut. Ztráty jednotlivých směn jsou různé. Uvedená opatření realizovaná v popsaném rozsahu umožní zkrátit výměnu u směny A1 měřenou dne 3. 12. 2016 o 8 minut. V měření směny B1 ze dne 6. 1. 2017 lze zkrátit výměny o 78 minut, ve směně B1 měřené dne 7. 1. 2017 lze zkrátit čas výměny forem o 73 minut. V posledních dvou měřeních dne 11. 2. 2017 u směny B2 lze zkrátit výměnu o 11 minut a směny A2 o 101 minut. Pokud bude aplikováno navrhované opatření a vyloučeny popsané ztrátové časy z procesu výměny forem je možné zkrátit dobu pracovního procesu celkem o 20 % z měřeného času výměny forem.

Při zpracování bakalářské práce jsem využil znalosti získané během studia na vysoké škole. Velmi si cením zkušeností i nových praktických poznatků z oblasti průmyslového inženýrství získaných ve výrobní společnosti.



Poděkování

Děkuji panu Ing. Liboru Nečasovi, Ph.D. za pomoc při vedení mé bakalářské práce a dále výrobní společnosti, ve které jsem získal podklady pro svou bakalářskou práci, především panu Ing. Rudolfu Kláčánkovi s kolektivem za poskytnutí odborných informací a podpory při sběru dat.

Seznam použité literatury

- [1] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1223-1.
- [2] NOVÁK, Josef a Šlampová Pavlína. *Racionalizace výroby*. [PDF]. Ostrava, 2007. Učební text. VŠB – Technická univerzita Ostrava
- [3] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [4] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*, Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [5] SMED. *Akademie produktivity a inovací* [online]. 2016 [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z#SMED>
- [6] *B2B Partner* [online]. 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/kufr-na-naradi-aluplus-basic-36/>
- [7] *JAST-CZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.jastcz.cz/dilensky-nabytek/1540-drzak-na-kabel>
- [8] *JAST-CZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.jastcz.cz/dilensky-nabytek/qsp-02a-panel-q-system-k-montazi-na-stenu>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Základní postup změn [5].....	15
Obrázek 2 – Vozový park	18
Obrázek 3 – Část údržbářské dílny forem	18
Obrázek 4 – Výrobní hala	20
Obrázek 5 – Výměna forem.....	21
Obrázek 6 – Informační tok	21
Obrázek 7 – Neuspořádané zásobovací vozíky	23
Obrázek 8 – Neuspořádané nářadí	31
Obrázek 9 – Kufr na nářadí [6].....	39
Obrázek 10 – Odkládací panel na stěnu se závěsem [7] [8].....	39

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Vzor vyhodnocení pozorovacího listu [1]	10
Tabulka 2 – Vyhodnocení snímku operace směny A1	25
Tabulka 3 – Vyhodnocení snímku operace směny B1	26
Tabulka 4 – Vyhodnocení snímku operace směny B1	27
Tabulka 5 – Vyhodnocení snímku operace směny B2	28
Tabulka 6 – Vyhodnocení snímku operace směny A2	29
Tabulka 7 – Celkové zhodnocení měřeného času.....	37

Seznam grafů

Graf 1 – Bilance měřeného času směny A1	26
Graf 2 – Bilance měřeného času směny B1	27
Graf 3 – Bilance měřeného času směny B1	28
Graf 4 – Bilance měřeného času směny B2	29
Graf 5 – Bilance měřeného času směny A2.....	30
Graf 6 – Celková bilance měřeného času	37



Seznam příloh

Příloha 1 – Půdorys výrobní haly

Příloha 2 – Snímek operace prvního měření

Příloha 3 – Snímek operace druhého měření

Příloha 4 – Snímek operace třetího měření

Příloha 5 – Snímek operace čtvrtého měření

Příloha 6 – Snímek operace pátého měření