Projekt aplikace metody SMED ve výrobním procesu firmy Pipelife Czech s.r.o.

Bc. Jaroslav Šilhavý

Diplomová práce
2012

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Jaroslav ŠILHAVÝ**
Osobní číslo:	**M10863**
Studijní program:	**N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství**
Téma práce:	**Projekt aplikace metody SMED ve výrobním procesu firmy Pipelife Czech s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- **Formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části diplomové práce.**

II. Praktická část

- **Proveďte analýzu současného stavu na vybraných pracovištích ve společnosti Pipelife Czech s.r.o.**
- **Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte řešení, která by vedla ke zlepšení současného stavu.**
- **Vypracujte projekt zvýšení efektivnosti výroby vybraného pracoviště.**
- **Zhodnoťte navrhovaná řešení.**

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK J., FROLÍK Z. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing. 2006 ISBN 80-86851-38-9.
KOŠTURIAK J., GREGOR M. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InForm, 2002.254 s. ISBN 80-968583-19.
LIKER, J. The Toyota way: 14 management principles from the world. New York: McGraw-Hill, 2007. 330 s. ISBN 0-07-139231-9.
MAŠÍN I., VYTLAČIL M. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
TUČEK D., BOBÁK R. Výrobní systémy. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Pivodová**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **18. června 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. srpna 2012**

Ve Zlíně dne 18. června 2012

L.S.

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové 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 právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby[1];
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3[2];
- podle § 60[3] odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

[1] *zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:*

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

[2] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

[3] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60[4] odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);

- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;

- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 15.8.2012 ....

[4] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na aplikaci metody SMED na lince VS 4 ve společnosti Pipelife Czech s.r.o. Linka vyrábí PE trubky a trubky s ochrannou vrstvou PP. Teoretická část popisuje poznatky získané z literárních zdrojů týkajících se průmyslového inženýrství a metody SMED. Analytická část je zaměřena na představení společnosti, výrobních prostor, vybrané linky a analýzu současného stavu přetypování. Projektová část zahrnuje implementaci metody SMED, výsledkem jsou nové jízdní řády přetypování pro linku VS 4.

Klíčová slova:

SMED, produktivita, optimalizace pracoviště

ABSTRACT

This work is focused on application of the method SMED on line VS 4 in Pipelife Czech, ltd. The line produces PE pipes and pipes with a protective layer of PP. The theoretical part describes the knowledge acquired from the literature sources related to industrial engineering and method SMED. The analytical part focuses on the performance of the company, production area, the selected line and the current state of the cast. The projekt part includes the implementation of the method SMED. The outcome of the projekt part are new timetables for the cast.

Keywords:

Single minute Exchange of Dies, produktivity, optimalization of worklplace

Touto cestou bych chtěl poděkovat paní Ing. Pavlíně Pivodové za odborné vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům společnosti Pipelife Czech s.r.o. v Otrokovicích, kteří mi poskytli informace potřebné pro zpracování praktické části diplomové práce. Děkuji za Váš čas, ochotu a vstřícnost při zpracování této práce.

OBSAH

ÚVOD **10**
I TEORETICKÁ ČÁST **11**
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ **12**
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ 12
1.1.1 Studium práce 12
1.2 PROGRAM MODERNÍHO PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ 14
1.2.1 Programy pro interní podnikovou oblast 15
1.2.2 Programy pro externí podnikovou oblast 15
1.3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ V PODNIKOVÉ STRUKTUŘE 15
2 PRODUKTIVITA **16**
2.1 ČINITELÉ MAJÍCÍ VLIV NA PRODUKTIVITU 16
2.2 PLÝTVÁNÍ 17
2.2.1 Plýtvání při změnách a seřizování 18
2.2.2 Metody a nástroje užívané pro identifikaci plýtvání 19
2.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA 20
3 RYCHLÉ ZMĚNY PŘI SEŘIZOVÁNÍ - METODA SMED **21**
3.1 SYSTÉM SMED 22
3.1.1 Omezení a rizika při zavádění rychlých změn 25
3.1.2 Přínosy metody SMED 26
3.2 KONCEPT NULOVÝCH ZMĚN 26
II PRAKTICKÁ ČÁST **27**
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI **28**
4.1 PROFIL SPOLEČNOSTI 28
4.2 POLITIKA KVALITY A OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ 28
4.2.1 Pipelife = kvalitní potrubní systémy 29
4.3 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO 29
4.4 MISE, VIZE A MOTTO SPOLEČNOSTI 30
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU **31**
5.1 VÝROBNÍ ÚSEK FIRMY 31
5.2 LINKA VS4 33
5.2.1 Charakteristika linky VS 4 33
5.3 PROCES PŘETYPOVÁNÍ 35
5.3.1 Jednotlivé kroky přetypování na lince VS 4 36
5.3.1.1 Přetypování vytlačovací hlavy 36
5.3.1.2 Přetypování nástrojů 37
5.4 JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 38
5.4.1 Přetypování vytlačovací hlavy 38
5.4.1.1 Vyhodnocení jízdního řádu 41
5.4.2 Přetypování nástrojů 43
5.4.2.1 Vyhodnocení jízdního řádu 46
5.4.3 Metodika 5S a vizualizace 47

6 ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI 48
7 PROJEKT APLIKACE METODY SMED NA VYBRANÉM PRACOVIŠTI 49
7.1 PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU 49
7.2 ODDĚLENÍ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ 50
7.3 PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ 50
7.3.1 Přetypování vytlačovací hlavy 51
7.3.2 Přetypování nástrojů 56
7.4 ZKRÁCENÍ ČASŮ EXTERNÍCH ČINNOSTÍ 60
7.4.1 Přetypování vytlačovací hlavy 60
7.4.2 Přetypování nástrojů 61
7.5 ZKRÁCENÍ ČASŮ INTERNÍCH ČINNOSTÍ 62
7.5.1 Přetypování vytlačovací hlavy 62
7.5.2 Přetypování nástrojů 62
7.6 DALŠÍ OPATŘENÍ PRO ZKRÁCENÍ ČASU 63
7.6.1 Standardizace 63
7.6.2 Koordinace práce 63
7.7 FINÁLNÍ JÍZDNÍ ŘÁD 64
7.7.1 Přetypování vytlačovací hlavy 64
7.7.2 Přetypování nástrojů 66
7.8 RIZIKOVÁ ANALÝZA 68
7.8.1 Kritéria pro úspěšné zavedení projektu 68
7.9 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ 68
7.9.1 Navýšení produkce linky 68
7.9.2 Snížení nákladů spojených nečinností linky 69
7.10 FINANČNÍ ROZPOČET PROJEKTU 69
7.11 SPLNĚNÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉHO PROJEKTU 69
7.12 DALŠÍ NÁVRHY PRO ZLEPŠENÍ 70
ZÁVĚR 71
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 72
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 75
SEZNAM OBRÁZKŮ 76
SEZNAM TABULEK 77
SEZNAM GRAFŮ 78

ÚVOD

Cílem diplomové práce je implementace metody SMED ve společnosti Pipelife Czech s.r.o. v Otrokovicích. Jedná se o výrobní podnik, který se zabývá výrobou a prodejem plastových potrubních systémů z PVC, PE a PP. Metoda bude aplikována na linku VS 4, pro kterou společnost získala důležitou objemnou zakázku. Důvodem pro toto rozhodnutí je příliš dlouhá doba trvání přetypování vytlačovací hlavy a přetypování nástrojů na zmíněné lince.

S narůstající konkurencí je potřeba zaměřit se na veškeré procesy, které ovlivňují ziskovost a produktivitu firmy. Důraz společnost klade především na kvalitu výrobků a spokojenost svých zákazníků, proto je pro ni klíčové neustále zlepšovat své výrobky a s nimi související výrobní procesy. Jelikož společnost potřebuje zvýšit svou ziskovost, konkurenceschopnost a zefektivnit výrobní proces je potřeba, aby se zaměřila na snižování svých provozních nákladů. Veškeré činnosti, které podniku nepřispívají k tvorbě zisku nebo nezvyšují přidanou hodnotu produktu, jsou plýtváním. Proto je zapotřebí zdokonalit a eliminovat veškeré činnosti, zvyšujících spotřebu neproduktivního času. Jelikož je to právě čas, co je v konkurenčním boji vzácná a podstatná veličina.

Diplomová práce má tři části. Teoretická část se zaměřuje na metodu SMED. Pouze znalost metody SMED však k řešení dané problematiky nepostačí, proto se též zmíním o samotné podstatě průmyslového inženýrství a produktivity, zejména ve spojení s plýtváním. Teoretická část slouží tedy jako podklad pro vypracování dalších částí diplomové práce.

Část analytická se zaměřuje na představení společnosti Pipelife Czech s.r.o. a na zhodnocení původních postupů přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů na lince VS 4.

V projektové části, za využití metody SMED, jsou činnosti převedeny na externí, eliminovány, zkráceny a vypracovány nové optimalizované jízdní řády přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů na lince VS 4.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Kolébkou tohoto oboru byly USA, kde se tento obor nazýval „industrial engineering“, což je v překladu průmyslové inženýrství. Za jedno století se stal významným prvkem potřebným pro růst produktivity. Celkově lze identifikovat tři základní školy – americkou, německou a japonskou. Každá z nich obsahuje vedle „zlatého fondu“ i určité směry, na které se někdy ku prospěchu a někdy naopak více orientuje. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Průmyslové inženýrství je obor, který syntetizuje poznatky z matematické statistiky, technických oborů, psychologie a sociologie. Hledá optimální způsob jak zabezpečit produkci statků a služeb vysoké jakosti s minimálními náklady a optimálním využitím všech faktorů vstupujících do výrobního procesu. Jeho smyslem je navrhovat, organizovat a koordinovat součinnost výrobních systémů lidí, materiálů, energií a informací s cílem maximalizovat produktivitu. (Tuček a Bobák, 2006)

Zjednodušeně lze říci, že průmyslové inženýrství je obor, který v rámci hledání toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžováním pracovišť. Výsledkem pak je rychlejší, snadnější a levnější tvorba kvalitních produktů a poskytovaných služeb.

Průmyslové inženýrství se dle mnohých autorů rozlišuje na klasické a na moderní. Klasické se především orientuje na exaktní metody a moderní odráží více potřeby obchodních a socio-technických systémů. (Mašín a Vytlačil, 2000)

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství vychází z disciplín studia práce a operačního výzkumu. Též se zaměřuje na řešení problémů, které vznikají ve výrobních procesech nebo jsou spojeny se spotřebou práce (např. plánování a řízení výroby, kontrola kvality, umístění strojních zařízení ve výrobě). (Mašín a Vytlačil, 2000; Slámková, 1997)

1.1.1 **Studium práce**

Studium metod práce se rozvinulo z vědeckého řízení. Jeho cílem je dosáhnout optimálního využití lidských a materiálových zdrojů. Studium je založeno na využívání dvou technik – studium metod a měření práce. Obě techniky využívají formálních záznamů, které analyzují s cílem objevit plýtvání všeho druhu. Pokud by se tyto techniky oddělily, mohlo by to znamenat snížení přínosů, které plynou ze studia práce. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Studium metod

Pomocí studia metod lze rozložit lidskou činnost (operaci, metodu nebo pracovní postup) na elementy a analyzovat je. V případě, že neobstojí v prověrce, jsou buď eliminovány, nebo zlepšeny. Proces studia metod práce probíhá v šesti následujících krocích:

1) výběr studované práce,
2) zaznamenání veškerých relevantních fakt o současné metodě,
3) kritická prověrka fakt,
4) návrh praktičtější, ekonomičtější a efektivnější metody s ohledem na související okolnosti,
5) zavedení metody jako standardu,
6) dodržování standardů pomocí pravidelné kontroly.

Nejčastějším záznamovými prostředky jsou především pohybové studie (therbligy), procesní analýzy, digram člověk – stroj, dotazníky, fotografie a videozáznamy.

Podstatou studia metod je objektivně posoudit, jak je stávající práce prováděna. Posouzení se provádí pomocí cílených otázek systematicky kladených, podle účelu práce, místa práce, pořadí pracovních činností, pracovníka a pracovních prostředků. (Mašín a Vytlačil, 2000; Tuček a Bobák, 2006)

Měření práce

Měření práce vychází z předpokladu, že rozhodujícím činitelem ve výrobě je pracovní síla. Lze jej definovat jako aplikaci technik vytvořených pro určení času pracovníkem na definované úrovni výkonu. Ke splnění pracovního úkolu, je třeba znát spotřebu času. Tyto údaje nám poskytne měření práce ve formě norem spotřeby času, které jsou základním východiskem pro kalkulace, měření výkonu pracovníka, plánování a projektování pracovních systémů.

Při měření práce je čas produktivní (vzniká přidaná hodnota) nebo neproduktivní (přestávky, ztráty). Správnost těchto náměrů závisí na vhodném použití metod pro zjištění spotřeby času.

Při měření práce se můžeme setkat s různými postupy, které vznikly během historického vývoje. Jsou to především:

- Hrubé a kvalifikované odhady.
- Historické údaje.
- Prostorové studie, které informují o prostorovém uspořádání pracoviště a materiálovém toku.
- Metody vícestranného pozorování, sledující různé stránky pracovního procesu a jejich vzájemné závislosti.
- Humanitní studie – psychologické, sociologické, fyziologické studie a studie pracovního prostředí.
- Systémy předem určených časů – předem určené časy základních pohybů představují úroveň výkonnosti dělníka 100 %. Nejvíce se využívají metody MOST, MTM, USA, UAS nebo UMS.
- Časové studie pomocí přímého měření a pohybové studie – využívají se jako podkladu pro tvorbu norem spotřeby práce (např. snímek pracovního dne, snímek operace, fotografický záznam atd.). (Mašín a Vytlačil, 2000).

1.2 Program moderního průmyslového inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství vychází převážně v japonské školy, především pak z práce průmyslového inženýra Shigeo Shinga, který své poznatky shrnul v knize „Výrobní systém Toyota – pohledem průmyslového inženýrství“. Oproti klasickému liší v tom, že člověka bere za aktivního protagonistu, jako faktor, který lze obtížně matematicky popsat nebo modelovat.

Jedná se především o komplexnější programy, nemající jasné kontury. Rysem těchto programů je orientace investicí na rozvoj pracovníků nebo organizační strukturu. Tyto investice by měli předcházet investicím do nových strojů a technologií, pokud je v zájmu podniku trvale zvyšovat produktivitu jak v interních tak externích oblastech.

Programy jsou úspěšně aplikovány nejen ve zpracovatelském průmyslu, ale i ve službách, státní správě nebo zdravotnictví. (Mašín a Vytlačil, 2000)

1.2.1 Programy pro interní podnikovou oblast

Tyto programy se především zaměřují na zvýšení kvalifikace pracovníků, zlepšení organizačních systémů, odstraňování plýtvání, zjišťování jakosti, hodnocení produktivity a dynamiku zlepšování procesů. Existuje celá řada těchto programů, ačkoli jsou užívány v našich podnicích, tak často nemají takový přínos pro produktivitu, jaký je v jejich možnostech.

1.2.2 Programy pro externí podnikovou oblast

Zaměřují se na zvyšování produktivity v oblasti dodavatelských procesů. Na nižších úrovních se pak zaměřují na zlepšování procesů dodavatele. Vytváří se týmy na dobu určitou, složené ze zaměstnanců dodavatele i zákazníka, které mají za úkol analyzovat a zlepšit stávající externí procesy dodavatele. (Mašín a Vytlačil, 2000)

1.3 Průmyslové inženýrství v podnikové struktuře

V českých podnicích se termín průmyslové inženýrství objevuje více až po roce 1989. Z hlediska organizace podniků se základní aktivity prováděli spíše roztříštěně (v rámci útvarů). Setkáváme se zde s problémem, kdy spolu nejsou v souladu řídící praxe a požadavky nových podmínek tržního hospodářství. Současné systémy řízení nedokážou zabezpečit dynamický růst produktivity a snížení nákladů. Orientace manažerů často směřuje ke krátkodobým cílům, což má za následek převahu neúměrné centralizace na úrovni ředitelství podniků, neschopnost vypracovat strategické záměry a neochota delegovat pravomoc na nižší stupně řízení. U vrcholového vedení chybí výraznější analýza a průzkum trhu. Téměř neexistuje strategické plánování a motivace pracovníků je málo účinná. Proto se tyto podniky snaží zvýšit svou konkurenceschopnost pomocí různých zlepšovatelských iniciativ. (Mašín a Vytlačil, 1996; Tuček a Bobák, 2006)

Oproti vyspělým zemím Evropy má však Česká republika co dohánět. Současné tržní podmínky se vyznačují velkou dynamičností a globalizací. V rámci produktivity a pružnosti by ke zvýšení konkurenceschopnosti měl dopomoci právě obor průmyslového inženýrství, což v pro podniky v ČR platí dvojnásobně. (Košťuriak a Gregor, 2002)

2 PRODUKTIVITA

V současnosti je produktivita chápána jako stěžejní faktor, umožňující podnikům přežít v rámci konkurenčního souboje na evropských i světových trzích. Pokud podniky chtějí být ziskové, musejí se na tuto cestu vydat. Jestli uspějí, zajistí si nejen vysokou jakost, která je integrální součástí definice produktivity, ale i uspoření nákladů. Zvyšování produktivity není žádnou jednorázovou akcí. Je třeba neustálého vzdělávání a tréninku pracovníků, dále se musí využívat aktuálních metod, které podporují růst produktivity (nelze vzít starou metodu a tu použít v dalším desetiletí). (Mašín a Vytlačil, 2000)

Produktivita je zjednodušeně řečeno míra, vyjadřují využití zdrojů při tvorbě produktů. Obecně vyjádřeno je to poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu. Výstup může být vyjádřen ať už v peněžních jednotkách (cena produkce) nebo objemech (tuny, litry, kusy). Podle toho k jaké úrovni se jednotlivé vstupy a výstupy váží, lze produktivitu rozdělit na národní, oborovou, podnikovou, týmovou nebo produktivitu jednotlivce. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Z obecného vyjádření produktivity vycházejí další typy poměrů:

- *Parciální produktivita:* Základní míra, kterou poměřujeme produktivitu každého zdroje individuálně. K výpočtu parciální produktivity je třeba poměřit výstup z procesu vůči každému vstupu.
- *Index produktivity:* Pomocí tohoto ukazatele zjistíme, jestli je náš boj s produktivitou efektivní. K tomu, abychom zjistili index produktivity, potřebujeme mít stanoven standard produktivity, který lze určit různým způsoby (např. z předchozího období nebo srovnání s konkurencí). Výsledný index produktivity pak zjistíme jako poměr aktuální produktivity vůči standardu produktivity.
- *Totální produktivita:* Totální (celková) produktivita, je nejefektivnější míra produktivity, pokud se ovšem využívá ve spojení s finančními výpočty a parciální produktivitou. Uplatní se zejména na podnikové úrovni. Při výpočtu celkové produktivity je třeba poměřit všechny měřitelné výstupy z procesu vůči všem vstupům do procesu. (Mašín a Vytlačil, 2000)

2.1 Činitelé mající vliv na produktivitu

Produktivitu ovlivňuje mnoho faktorů. Mohou být jak interního charakteru (pracovní postupy, využití kapitálu, systém odměňování, úroveň strojního zařízení), tak externí povahy

(infrastruktura - stav silnic, telefonních sítí, národní hospodářství). Kromě těchto činitelů však existuje široká škála vlivů. Nejobecněji je lze rozdělit na fyzikální (technologické a materiálové aspekty procesů, využití kapitálu apod.) a psychologické (modely chování zaměstnanců, ovlivňující produktivitu). (Mašín a Vytlačil, 2000)

Z pohledu průmyslového inženýrství jsou všechny tyto vlivy rozděleny do čtyř základních faktorů:

- *Míra využití:* Vyjadřuje úroveň, na jaké jsou vstupy do procesů konvertovány do produktu. Čím je využití míra využití lepší, tím je produktivita vyšší.
- *Míra výkonu:* Rychlost a tempo prováděné práce. Z hlediska nefyzických investicí se jedná zejména o výkon pracovníků. Právě kvalifikovanost pracovníků rozhoduje o flexibilitě a strategické pružnosti podniku. S důrazem na rozvoj lidských zdrojů podnik zvýší svou konkurenceschopnost a bude mít vysokou rezervu pracovních sil.
- *Míra kvality:* Přesnost a jakost prováděné práce měřená v rámci aktivit zahrnutých v oblasti „řízení jakosti".
- *Úroveň metod:* Efektivnost využití metod a postupů v rámci společnosti.

Pomocí těchto faktorů jsou schopni dobře analyzovat úroveň dosažené produktivity a následně najít příležitosti pro její zvýšení.

Zvyšovat produktivitu by podniky nejdříve měli pomocí nástrojů taktických, jelikož je nejdříve potřeba, aby pracovníci porozuměli taktickým metodám. Jedná se o odstraňování plýtvání nebo metody průmyslového inženýrství. Až poté lze navázat nástroji strategické povahy, jako je podnikový re-enginering. (Mašín a Vytlačil, 2000)

2.2 Plýtvání

Pokud nahlédneme do českých firem, zjistíme, že plýtvání je velmi častým problémem při zvyšování produktivity. Plýtvání je vlastně vše co zvyšuje náklady, ale nepřidává hodnotu nebo nepřibližuje produkt zákazníkovi. (Mašín, 2005)

Plýtvání rozlišujeme na zjevné a skryté. Zjevné lze snadno určit a odstranit. Skryté plýtvání představují činnosti jako výměna nástrojů, kontrola a transport dílů, atd. Jsou to aktivity, které je nutné vykonat, ale mohly by byt redukovány zlepšenými pracovními metodami nebo pracovní organizací. (Mašín a Vytlačil, 2000)

V rámci podnikatelských nebo výrobních procesů rozlišujeme sedm typů ztrát. Nadvýrobu, čekání, nadbytečnou manipulaci, nadbytečné zásoby, zbytečné pohyby, špatný pracovní postup a vady. (Liker, 2007, Mašín a Vytlačil, 2000)

2.2.1 Plýtvání při změnách a seřizování

Při změnách a seřizování se zejména setkáme s plýtváním časem, který prodlužuje prostoje strojů. Jedná se především o plýtvání:

- hledání nářadí a dílů,
- zbytečnou chůzi pro nářadí, nástroje,
- opravy, které lze provést před průběhem změny,
- nejdříve se zastaví stroj, až pak se připravují prostory a transportují nástroje,
- kuřácké přestávky při výměně atd.

Toto jsou příklady zjevného plýtvání. Existuje však mnoho skrytého plýtvání při změnách a seřizování. Jedná se především o utahování šroubů, nastavení pracovních výšek apod. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Jak zjevné, tak skryté plýtvání při seřizování a změnách třídíme do čtyř hlavních skupin:

1. *Příprava na výměnu* – plýtvání ve formě hledání a nalézání vlastních nástrojů a pomůcek, kontrola specifikací a pracovních postupů apod.
2. *Montáž a demontáž* – jedná se o povolování nebo utahování šroubů s mnoha závity, odstraňování a vkládání podložek, čekání pracovníků, demontáž a montáž dopravníků apod.
3. *Seřizování a dodatečné seřizování* – plýtvání v podobě opakovaných pohybů, potřebných k dodatečnému umístění nástrojů, seřízení manipulátorů nebo pracovních výšek.
4. *Rozběh seřízeného stroje* – čekání na „toho pravého“ kdo může rozhodnout o možnosti začít vyrábět.

Toto rozdělní jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že neexistuje potřeba dlouhou dobu při seřizování a výměnách brát jako „nutné zlo“, ale naopak se snažit ji zkracovat. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Ke zkracování a eliminaci této doby nám může pomoci „desatero IPI“ pro eliminaci plýtvání při rychlých změnách, které říká:

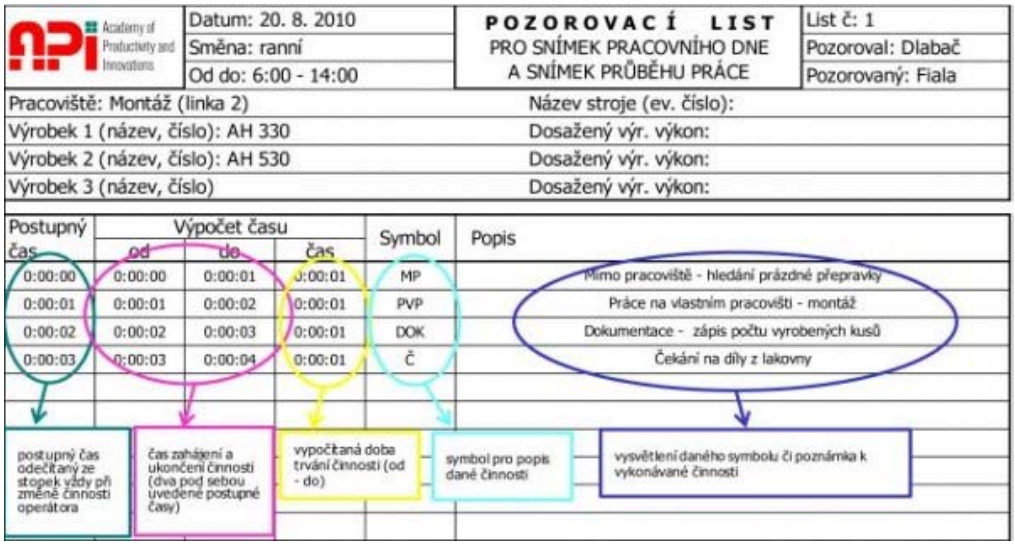
1. *Plýtváním jsou veškeré výměny i seřizování.*
2. *Pojem „to je nemožné“ neexistuje.*
3. *Na zkracování dob výměny a seřizování se podílí celý tým nikoli jednotlivec.*
4. *Videozáznam je nad vše.*
5. *Užívej standardního jízdního řádu pro popis postupu výměny.*
6. *Nástroje a pomůcky musí být před změnou připraveny.*
7. *Pohyb rukou přivlastní výměně je v pořádku, nikoli ale pohyb nohou.*
8. *Vyhýbej se šroubům.*
9. *Při seřizování používej stupnice a značky.*
10. *Žádný závod nevyhraješ bez pořádného tréninku.* (Mašín a Vytlačil, 2000)

2.2.2 **Metody a nástroje užívané pro identifikaci plýtvání**

Jak jsem již ve své práci zmínil, plýtvání je vše co nám nepřidává hodnotu a zvyšuje náklady. K tomu, abychom mohli plýtvání eliminovat, je nejdříve potřeba jej identifikovat ve výrobním procesu. Pro identifikaci plýtvání lze využít několik nástrojů. Záleží na tom, jestli se chceme zaměřit na plýtvání v celém hodnotovém toku (VSM), při zbytečné manipulaci (procesní analýza) nebo na individuálním pracovišti (snímek pracovního dne). V mé práci se zaměřuji především na individuální pracoviště, tudíž je logické, blíže se seznámit s metodou „snímek pracovního dne“. (Dlabač - 2012a, © 2005 - 2012)

Metoda je založena na pozorování a měření spotřeby pracovního času celé nebo části směny. Jejím úkolem je zjistit velikost spotřeby pracovní doby, především pak druhy časových ztrát a následně odhalit příčiny těchto zrát a navrhnout opatření, které povedou k maximalizaci produktivity a využití fondu pracovní doby. (Líbal a kol., 1974)

Výsledky získané ze snímku pracovního dne jsou podkladem pro tvorbu norem času a obsluhy. Poslouží ke zdokonalení organizace práce, pracoviště, zlepšení toku materiálu a technickému zajištění výroby. (Líbal a kol., 1974)



Obr. 1 Pozorovací list pro snímek pracovního dne (Dlabač - 2012b © 2005-2012)

2.3 Štíhlá výroba

Koncept štíhlé výroby (Lean production) má své počátky v Japonsku. Vyvinuli jej ve firmě Toyota, která je průkopníkem metod a technik štíhlé výroby, autoři Taichii Ohno a Shingeo Shingo. Tento princip spočívá ve výrobě, která pružně reaguje na požadavky. Další klíčovou vlastností je decentralizace, jak při řízení poptávky (flexibilní pracovní týmy), tak při rozhodování (pracovník má právo přerušit výrobu při zjištění chyby). (Tuček a Bobák, 2006; Keřkovský, 2001)

Podnik, který se řídí principy štíhlé výroby, se vyznačuje určitými znaky. Spolupracuje se zákazníky (při vývoji, tvoří štíhlé odbytové kanály) a dodavateli (vyvíjí společné komponenty nebo výrobky, předává kompetence dodavatel). Využívá paralelního vývoje výrobků, čímž uspoří náklady na výrobu a zkrátí předvýrobní činnosti. Zjednodušuje výrobní strukturu, řídící hierarchii a decentralizuje kompetence. Usiluje o vysokou kvalitu a perfekcionismus a využívá systém Kaizen. (Bobák, 2011)

Jedná se tedy o poměrně revoluční organizační změnu, zaměřující se na odstranění plýtvání v podniku a jeho okolí. Štíhlá výroba mění stereotypy, ruší bariéry a vytváří prostředí pro zlepšování. (Tuček a Bobák, 2006)

3 RYCHLÉ ZMĚNY PŘI SEŘIZOVÁNÍ - METODA SMED

Narůstající variabilita a individualizace dovedly podniky ke snižování výrobních dávek a častějším změnám zakázek. K tomu, aby byly schopny pružně reagovat na tyto změny, musí zvládnout zredukovat časy při přestavbách zařízení, jelikož každé prodloužení tohoto času přináší zvýšené úsilí ve formě vynaložených nákladů a spotřebovaných zdrojů při prostoji strojů. (Košťuriak a Frolík, 2006)

Ke snížení těchto nákladů můžeme buď dobu beze změny prodloužit, nebo zkrátit. První z možností, tedy prodlužování, doporučuje autor Adam Smith. Konstatuje, že je lepší amortizovat ztráty při výměnách a seřizování většími výrobními dávkami. Tento princip je označován jako tradiční. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Tradiční přístup vychází z těchto předpokladů:

- seřizování = nutné zlo,
- koncentrace především na hlavní operace, výměny a seřizování jsou vedlejší,
- absence programu pro změny a seřizování v podniku,
- nedůsledné náměry a vyhodnocování při výměnách a seřizování,
- pro seřizování je určena jen osoba, která má dostatečně dlouhou praxi,
- operátoři se nevěnují jen seřizování, vykonávají paralelně jinou činnost.

Obecně se čas potřebný pro seřizování strojů a výměnu nástrojů skládá z následujících složek:

- 50% je potřeba na odzkoušení a případné úpravy,
- 30% zabere příprava, kontrola materiálu a nástrojů,
- 15% se stráví polohováním a seřizováním nástrojů,
- 5% spotřebuje montáž a výměna nástrojů.

Realizace tradičního pohledu znamená zastavení chodu stroje, což vede k růstu výrobních nákladů. Aby mohl podnik obstát mezi konkurencí, nemůže si takové zdržení dovolit. Proto je tradiční pohled podroben kritice, jelikož jej již nelze ve stávajícím pojetí nadále provozovat. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Tento negativní dopad seřizování minimalizuje zvýšením velikosti vyráběné dávky. Rozloží tak náklady na seřízení na velký počet vyráběných kusů. Jinak řečeno, zvýšení počtu kusů v dávce při aplikaci tradičního přístupu povede k relativně velkým úsporám času a nákladů.

V současnosti je tradiční přístup změn a seřizování ohrožen, jelikož je potřeba pružně reagovat na poptávku trhu. V reakci na to musíme zavádět výrobní systémy, které jsou založeny na produkci výrazně menších dávkách a zakázkách. Proto je potřeba výrazně snižovat časy na seřizování a výměny. Odpověď nalezneme v moderním průmyslovém inženýrství, v části zabývající se problematikou „rychlých změn“. Je to systematický proces, který minimalizuje vznikající časové prodlevy při přestavbách pracoviště mezi výrobou dvou po sobě následujících různých typů výrobků. (Košťuriak a Frolík, 2006; Mašín a Vytlačil, 2000)

Proces seřizování nemusí být pouze výrobní záležitostí, lze jej chápat i v širším kontextu. v tomto případě jej mohou charakterizovat činnosti, které jsou spojeny realizací určitého procesu. Může se tak jednat o procesy jako objednávku zákazníka, technickou přípravu výroby apod. Program redukce časů je tedy aktuální tam, kde seřízení představuje významnou ztrátu v kapacitě stroje. (Košťuriak a Frolík, 2006)

3.1 Systém SMED

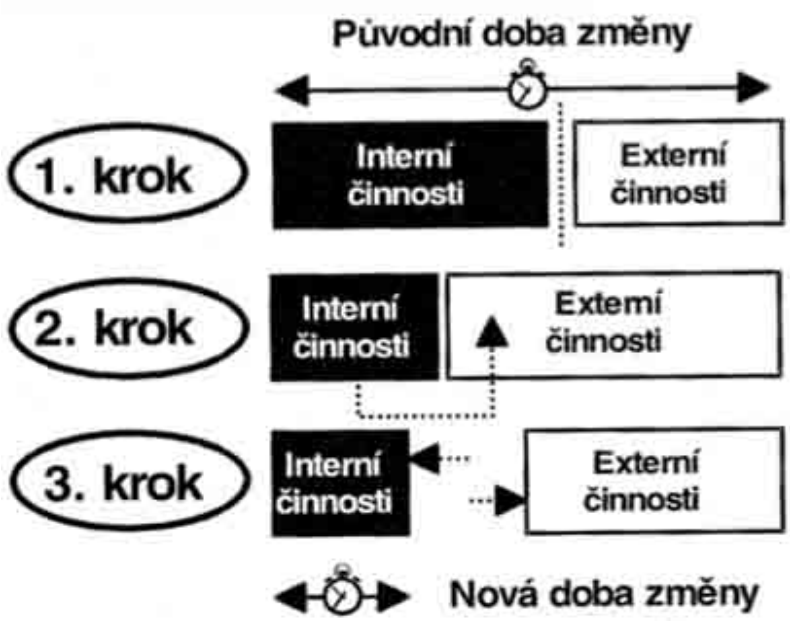
Single Minute Exchange of Die (systém rychlých změn při seřizování), tak je v originále popsán význam slova SMED. Jedná se o každou změnu, provedou v kratší době než 10 minut. Vyvinul jej průmyslový inženýr Shingeo Shingo. Základem pro aplikaci této metody je rozdělení operací seřizování na dvě základní kategorie, interní a externí. Interní činnosti jsou operace, které lze na stroji provést pouze v případě, kdy nepracuje. Externí činnosti jsou opačného charakteru, lze je provádět za chodu stroje. (Tuček a Bobák, 2006)

Při zavádění systému rychlých změn je třeba se držet několika zásadami. Stroje a externí seřizování je třeba standardizovat. Při přestavbě využívat rychlých upínačů a doplňkových nástrojů. Zapojit tým, který je složený z různých profesních zaměření a celý proces seřizování se snažit automatizovat. (Košťuriak a Frolík, 2006)

Pro redukci časů seřizování byl utvořen základní koncept, který je rozvržen do následujících kroků:

1. *Oddělení interních a externích operací při seřizování.*

2. *Konverze interních operací na externí.*
3. *Zlepšení časů činností, které jsou spojeny s interním a externím seřizováním.*



Obr. 2 Kroky systému SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)

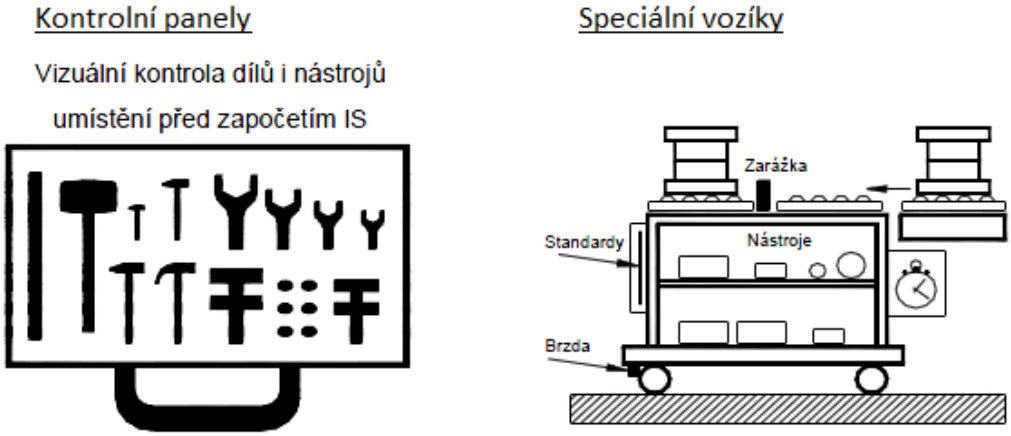
Před samotnou aplikací jednotlivých kroků je potřeba provést přípravy. V této fázi plánujeme uplatnění systému SMED. Je potřeba důkladně prostudovat a analyzovat provozní podmínky, ve kterých se operace možné vykonávat během spuštění stroje směšují s operacemi, které lze vykonat pouze při odstavení stroje. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Tuto analýzu lze vykonat pomocí metod klasického průmyslového inženýrství, jako je studium metod a měření práce. Dále je důležité provést rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači, kteří mohou poskytnout užitečné informace. Kvalitním podkladem pro analýzu může být provedení videozáznamu nebo fotodokumentace celého postupu seřizování stroje. Po skončení procesu seřizování je vhodné zjištěné výsledky ukázat zainteresovaným osobám, jelikož jsou schopni se produktivně vyjádřit k dané problematice, což může významným zdrojem námětů pro zlepšení. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Oddělení interních a externích operací při seřizování

První krok je nejdůležitější. Je potřeba rozlišit a separovat práci, která je vykonávána při vypnutém zařízení (interní činnosti) od práce vykonávané za provozu zařízení (externí činnosti). Provozní pracovníci souhlasí, že příprava nástrojů a jejich údržba je proveditelná za

provozu strojů, nicméně velmi často se to děje opačně. Délka odstavení stroje, tak může být delší než je potřeba. Pokud tyto dílčí interní operace bude možno vykonávat jako externí, můžeme dojít ke snížení času pro interní seřizování až o 50 %. Prostředky, které nám pomohou zvládnout naplnění prvního kroku, jsou zobrazeny na obr. 3. (Mašín a Vytlačil, 2000)



Obr. 3 Prostředky pro naplnění prvního kroku SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)

Konverze interních operací na externí

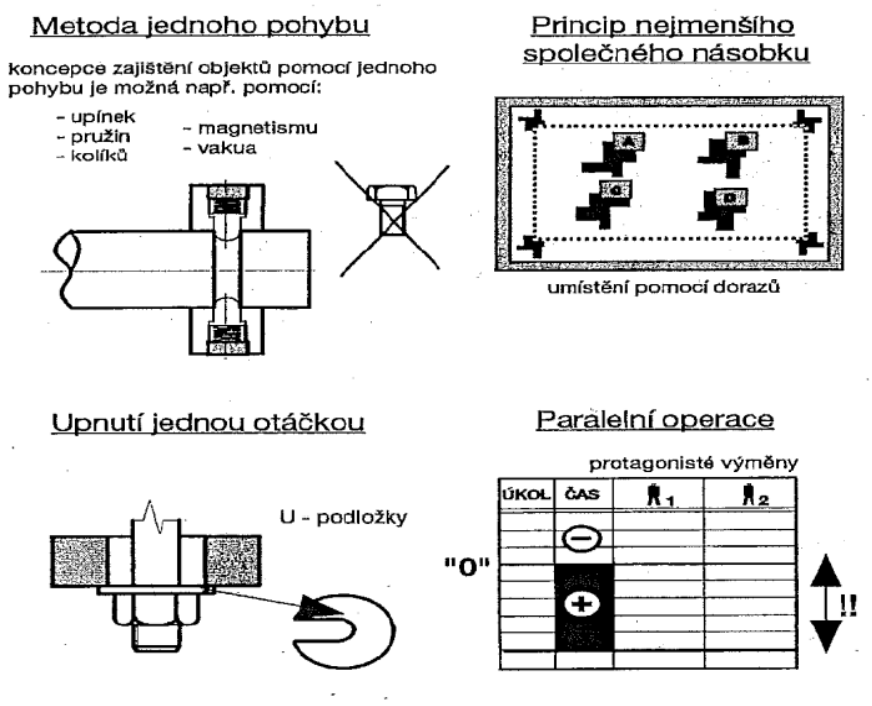
Ve druhém kroku se zaměřujeme na to, aby stále více práce bylo vykonáváno externě, tím zredukujeme interní časy seřízení. Pokud hledáme řešení, jak konverzi uskutečnit, můžeme se zaměřit na možnosti a uplatnění jednotlivých činností, které jsou prováděny po zastavení stroje (např. předehřívání matic nebo seřizování nástrojů předem). Velmi podstatné při konverzi je akceptovat nové postupy, které nejsou propojeny se současnými zvyky.

Zlepšení časů činností, které jsou spojeny s interním a externím seřizováním

Třetí krok se zaměřuje na redukci jak interního, tak i externího času seřizování. Jednotlivé činnosti jsou detailně analyzovány a zlepšovány. V rámci externích činností se jedná zejména o proces přípravy a manipulace nástrojů. Interní činnosti zahrnují rychlejší upevnění nástrojů, standardizaci dílů nebo zkrácení doby zkoušení. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Ke zkrácení časů přetypování se lze dopracovat různými prostředky, viz obr. 4. První možnost je upnutí jednou otáčkou nebo využití dorazů. Dále můžeme využít metody jednoho pohybu a zajistit objekt pomocí pružiny, magnetu, rychlého upínače apod. Nebo lze opera-

ce, které jsou paralelní vykonávat za pomoci více pracovníků současně. (Mašín a Vytlačil, 2000)



Obr. 4 Prostředky pro zkrácení časů přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000)

3.1.1 **Omezení a rizika při zavádění rychlých změn**

Při zavádění systému rychlých změn se může stát, že nedosáhneme požadovaných výsledků. Příčinou tohoto neúspěchu jsou rizika a omezení na pracovištích, kterým je dobré se vyhnout při aplikování systému SMED:

- Špatně zvolený výběr procesů, kdy nevybereme operace, které jsou úzkým místem, nebo zvolíme operace vykonávané zřídka.
- Samotný proces zkracování časů. Měl by probíhat rychle, nikoli pomalu (několik let) → pokud se stanoví příliš nízké cíle, tak nepřinesou požadované zlepšení.
- Omezením při redukci časů můžou být i technické limity zařízení, kdy další redukce vyžaduje rozsáhlou změnu zařízení.
- Tým vytvořený pro aplikaci systému SMED nedosáhne v provozu požadovaných výsledků, jelikož nestandardizuje a nevyhodnotí dosažená zlepšení z workshopu.

- Pokud do procesu redukce časů nezapojíme osoby s ním spojené, nedočkáme se následné implementace a zapojení změn v praxi.
- Posledním faktorem jsou finance, pokud je nedostatek financí, nelze pořídit pomůcky a nástroje, které zefektivní redukci časů. (Mašín a Vytlačil, 2000)

3.1.2 **Přínosy metody SMED**

Hlavním přínosem uplatnění systému SMED může být snížení času seřízení na 2,5 % z původní hodnoty, uváděné před zavedením programu rychlých změn. Mezi další výhody patří snížení průměrné doby výroby, zvýšení bezpečnosti práce nebo zvýšení míry vytížení strojů. Aplikace metody SMED také umožní zapojit obsluhu stroje do procesu seřizování a povede ke zlepšení organizace, pořádku i komunikace ve výrobním procesu. (Košťuriak a Frolík, 2006)

3.2 Koncept nulových změn

Tento koncept se začal objevovat v polovině 90. let a navrhl ještě radikálnější řešení než systém rychlých změn. Jedná se o tzv. „koncept nulových změn“, jehož významem je provedení výměny a seřízení v čase pod 3 minuty. Aby bylo možno dosáhnout snížení pod 3 minuty, je třeba hledat takové cesty k výměně, které umožní neustálý chod stroje nebo případně výměnu úplně eliminují.

Takového zkrácení nedosáhneme jednorázově pomocí jedinců, ale týmově za využití principů dynamického zlepšování procesů a ve spojení s průmyslovou moderací. (Mašín a Vytlačil, 2000)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Pro zpracování diplomové práce jsem si zvolil společnost Pipelife Czech s.r.o., se sídlem v Otrokovicích. Společnost vyrábí a prodává plastové potrubní systémy z PVC, PE, a PP v České republice, které jsou doplněny výrobky z dalších závodů holdingu „Pipelife“. (Pipelife Czech, 2011a)

Obr. 5 Logo společnosti (Pipelife Czech, 2011b)

4.1 Profil společnosti

Pipelife Czech s.r.o. vznikla v dubnu roku 1994 a patří k holdingu Pipelife International, se sídlem ve městě Wiener Neudorf v Rakousku.

V roce 1995 vzniklo sídlo v Otrokovicích a byla zahájena výroba v novém závodě. Významným dodavatelem se stala společnost v České republice, kde figurovala pod názvem Pipelife - Fatra, s.r.o. Postupně bylo na území české republiky vybudováno sedm nových center. V Plzni, Chomutově, Praze, Táboře, Hradci Králové, Brně a Napajedlích.

Významným milníkem byl pro firmu rok 2009, kdy dokončila fúzi se společností Instaplast a.s., která se zabývá především výrobou plastové potrubního systému pro vodu a vytápění (Instaplast PP-R). V současné době má společnost zastoupení v 27 zemích s 27 výrobními továrnami a zaměstnává 2651 zaměstnanců. V Otrokovicích je zaměstnáno 183 zaměstnanců, z nichž je technicky hospodářských pracovníků 77 a pracovníků zaměstnaných ve výrobě 106.

O kvalitě výrobků firmy Pipelife Czech s.r.o. svědčí nejen zvyšující se podíl na trhu, ale i životaschopnost jdoucí ruku v ruce s mnoholetou tradicí firmy. (Pipelife Czech, 2011a)

4.2 Politika kvality a ochrany životního prostředí

Vedení společnosti PIPELIFE CZECH, s.r.o., staví na dlouholetých zkušenostech svého majitele PIPELIFE International Holding GmbH, Wiener Neudorf v oblasti jakosti. Vytvá-

ří podmínky pro zlepšování zavedeného systému jakosti dle normy ČSN EN ISO 9001 a má certifikován systém environmentálního managementu dle normy ČSN EN ISO 14001.

Strategickým cílem PIPELIFE CZECH, s.r.o. je, být ve vztahu k zákazníkovi spolehlivým dodavatelem plastových potrubních systémů jak z pohledu vysoké kvality, tak šíře nabízeného sortimentu, ale i poskytovaných služeb při trvalém snižování dopadů na životní a pracovní prostředí. (Pipelife Czech, 2011c)

4.2.1 **Pipelife = kvalitní potrubní systémy**

Již od svého vzniku si společnost Pipelife Czech s.r.o. dodává na český trh kvalitní výrobky, což si stanovila jako základní úkol. V dnešní době kdy, odběratelé tlačí na dodavatele, aby snižovali své ceny, sleduje společnost striktně politiku kvality a zvyšuje svou konkurenceschopnost rozšiřováním nabídky sortimentu svých výrobků. Stabilní kvalitu výrobků potvrzuje certifikát kvality ISO 9001 a je trvale monitorována a důslednou vstupní i výstupní kontrolou zboží realizovanou v moderní laboratoři. (Pipelife Czech, 2011d)

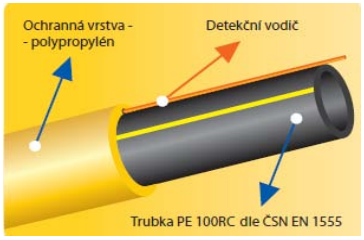
4.3 Výrobkové portfolio

Společnost se zabývá výrobou potrubních systémů, chrániček, drenáží a prodejem vlastního zboží (např. lepidla, tmely a těsnění). Produkty ve společnosti se dělí do osmi kategorií, podle oblasti využití. **(**Pipelife Czech, 2011e)

- Kanalizační systémy (Obr. 6)
- Vodovodní systémy
- Plynovodní systémy (Obr. 7)
- Drenážní systémy
- Kabelové
- Ekosystémy
- Vnitřní odpady
- Sanita a topení **(**Pipelife Czech, 2011e)

Obr. 6 Potrubí pro kanalizační systémy (Pipelife Czech, 2011f)

Obr. 7 Potrubí plynovodní systémy (Pipelife Czech, 2011g)



4.4 Mise, vize a motto společnosti

Společnost nabízí kompletní řešení pro rozvody vody, plynu, telekomunikací a kanalizace. Trvalým cílem firmy je poskytovat zákazníkům výborné výrobky a služby a současně je neustále udržovat na úrovni srovnatelné se špičkovými výrobci v oboru.

Společnost pokládá za klíčové faktory vysokou kvalifikovanost, vizionářský management a týmového ducha. Svou misi, cíl a motto definuje následovně:

- Vizí je být jedničkou ve vytváření hodnoty na našem trhu.
- Misí je zlepšovat kvalitu života poskytováním řešení s vysokou přidanou hodnotou pro ochranu a tok vody a energií.
- Motto je „Potrubí na celý život!“ (Pipelife Czech, 2011h)

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato část práce bude zaměřena na popis výrobního úseku a linky VS 4 a analýzu přetypování u linky VS 4. Společnost umožnila pořízení fotografií a zdokumentovat současný stav na pracovišti. Dále bylo umožněno pořídit jízdní řád přetypování na zmíněné lince. Pro kompletní náhled na tuto problematiku bude zohledněn také aktuální stav celého pracoviště a příslušné lokace, které jsou spojeny s přetypováním linky VS 4.

5.1 Výrobní úsek firmy

Výrobní úsek firmy je umístěn v jedné hale. Nachází se zde výrobní linky pro veškerý objem produkce. Ve výrobních prostorách haly se nachází 9 výrobních linek. Čtyři linky vyrábí výrobky z polyvinylchloridu (PVC), tři linky výrobky z polyetylenu (PE) a dvě linky výrobky z polypropylenu (PP). Výroba na jednotlivých linkách není zaměnitelná, protože není možné vyrábět na malých linkách (např. VS 2 +VS 3) velké dimenze (DM 400 –DM 250).

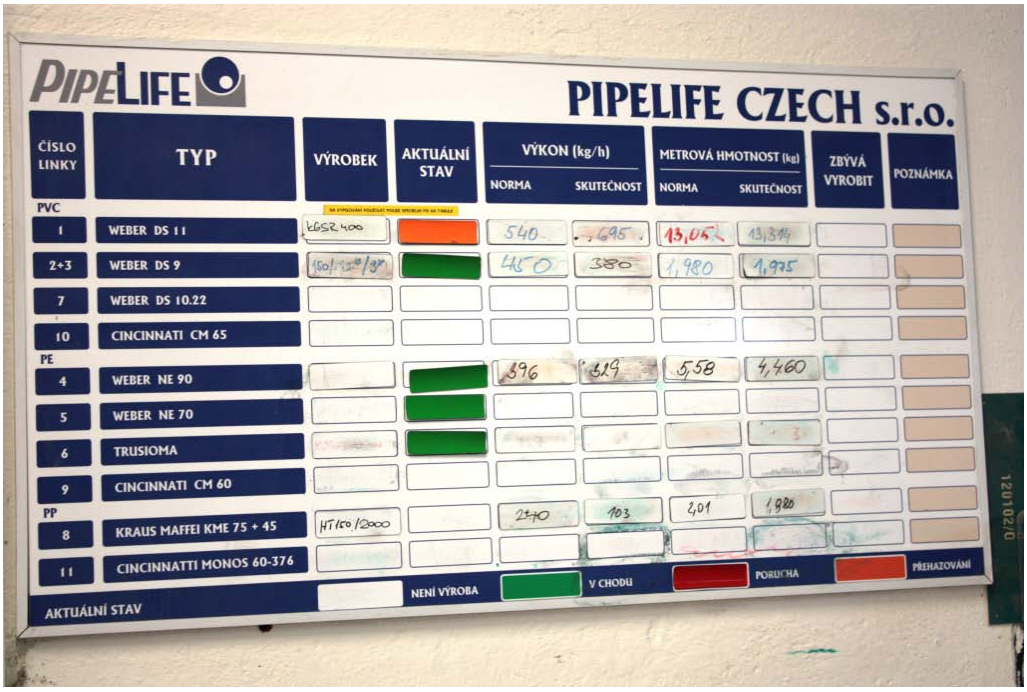
Základní materiál (granule plastických hmot), který linky využívají, se nachází v prostoru se sily. Materiál je přepravován k jednotlivým linkám potrubím. Předtím je však ještě smíchán s recyklovaným materiálem zpracovaným drtiči, které se nachází v blízkosti linek (drtiče zpracovávají především veškerou nekvalitu, kterou lze znovu zpracovat a recyklovaný materiál lze smíchat jen s určitými typy výrobků).

Ve skladu nástrojů jsou umístěny potřebné položky pro přetypování linky. Kolem regálů je grafické označení prostoru, vymezujícího volný přístup pro manipulaci. Regály a stojany jsou označeny štítky, které popisují jednotlivé typy a rozměry nástrojů, nářadí a spojovacích materiálů.

Na hale u vstupních dveří se nachází tabule výroby (Obr. 8) a tabule údržby. Úkolem tabule výroby je zaznamenávat aktuální stavy linky a požadované a skutečné parametry výroby. V prvních dvou sloupcích je uvedeno číslo a typ výrobní linky. Třetí sloupec „Výrobek“ obsahuje kód finálního výrobku, který je na lince právě zpracováván. Čtvrtý sloupec „Aktuální stav“ znázorňuje, jaký výrobní-nevýrobní status lince náleží. Aktivní stroje jsou označeny zelenou magnetkou. Linky, které mají poruchu červenou a linky, na kterých probíhá přetypování oranžovou magnetkou.

Pátý sloupec „Výkon“ (v kg za hodinu), udává normovaný výkon pro danou linku (informace z plánu výroby) a skutečný výkon (vypočtený). Sloupec „Metrová hmotnost“ (v kg)

udává normovanou hmotnost 1m trubky (informace z plánu výroby) a skutečné naměřenou hmotnost 1m vytlačeného materiálu. Do sloupce „Zbývá vyrobit“, zapisuje operátor na konci své směny informaci, kolik zbývá vyrobit obalových jednotek do slonění požadovaného výrobního plánu. Do posledního sloupce „Poznámka“, se zapisují upřesňující důležité informace k výrobku (příčina poruchy, specifický popis apod.).



Obr. 8 Tabule výroby (vlastní zdroj)

Úkolem tabule údržby je zobrazovat informace o poruchách a závadách na linkách. Tabule údržby se skládá z výčtu linek a sloupcového rozlišení základních výrobních zařízení. Pokud vznikne závada, pracovník identifikuje druh závady a vybere správný identifikační štítek. Rozlišují se tři druhy závad:

1) Kritické poruchy – poruchy, které mají okamžitý přímý vliv na bezpečnost práce nebo zničení výrobního zařízení. Jsou označeny červeným štítkem.
2) Vážné poruchy – poruchy vážně ohrožující chod linky. Označeny červeným štítkem.
3) Malé závady – nepřímo ohrožují chod zařízení. Jsou označeny modrým štítkem.

Vybraný štítek se vyplní (směna, datum, popis závady, jméno) a zaškrtne se č. linky a umístění. Poté se pověsí na tabuli údržby k příslušné lince a k příslušnému výrobnímu zařízení.

5.2 Linka VS4

Linka byla vybrána pro přetypování ze dvou důvodů. Zisk velkého výrobního projektu a kvůli významnému podílu na celkovém objemu produkce výrobního úseku (podíl na celkové produkci téměř 20 %). Jelikož je provoz linky nepřetržitý, eliminace veškerých prostojů spojených s přetypováním je považována za důležitý krok pro zvýšení efektivnosti výroby.

5.2.1 **Charakteristika linky VS 4**

Linku obsluhuje jeden operátor, který je seznámen s bezpečnostními předpisy, návodem k obsluze a dalšími náležitostmi nutným pro obsluhu. Vytlačovací stroj je opatřen vytlačovací hlavou na trubky (Obr. 9).

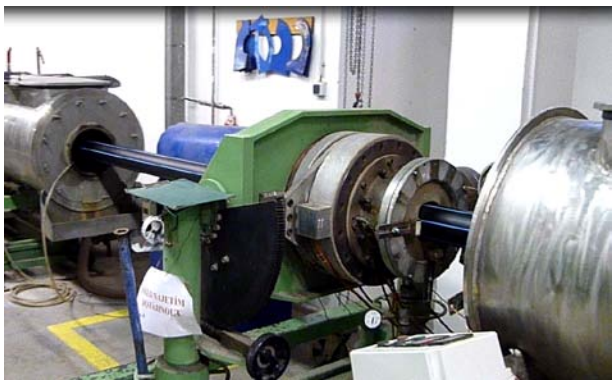
Vytlačovací hlava je připojena k pracovnímu válci objímkou. V tělese hlavy je zabudován rozdělovač, který nese trn. Hubice je radiálně nastavitelná seřizovacími šrouby. Žebrem rozdělovače se přivádí tlakový vzduch pro přetlakovou kalibraci trubky. Velký vliv na kvalitu trubky má tvar a rozmístění žeber rozdělovače a způsob jeho zabudování do tělesa vytlačovací hlavy. K vytlačovací hlavě je připojen extruder pro vytlačování pásků, jehož úkolem je barevně odlišit různé typy vyráběných potrubí (např. modrý pruh pro vodu a žlutý pro plyn).

Obr. 9 Přímá vytlačovací hlava na trubky (vlastní zdroj)

Následně vytlačovaná trubka vstupuje bezprostředně za hlavou do kalibru (Obr. 10.), kde dochází k zafixování tvaru rozměru. Kalibr je podtlakový (na bázi vakua). Kalibr je rozdělen do tří pásem, z nichž obě krajní jsou chlazena vodou protékajícími komorami. Střední pásmo je napojeno na podtlak. V důsledku rozdílu tlaků nad a pod stěnou, dolehne trubka na chladné stěny a přiměřeně se ochladí.

Obr. 10 Kalibr (vlastní zdroj)

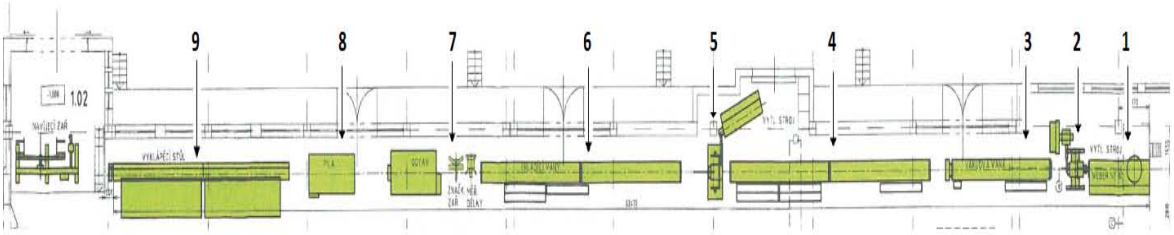
Proces ochlazování hmoty probíhá ve třech chladících vanách. První je vakuová vana s kalibračním pouzdrem, zbylé dvě jsou již pouze chladící bez vakua. Mezi druhou a třetí vanou se nachází robustová (koextruzní) hlava (Obr. 11). Tato hlava má za úkol potáhnout vytlačovanou trubku ochranným pláštěm, díky kterému je možno využít potrubí v extrémních podmínkách.



Obr. 11 Robustová hlava (vlastní zdroj)

Pracovní rychlost trubky se nastavuje pomocí odtahu. Tažné zařízení má svůj pohon s možností plynulé a přesné regulace rychlosti. Další součástí linky je značící zařízení GNATA, které do teplé trubky vyrazí raznicí přes termopásku údaje dle požadavků výrobkové normy (výrobce, typ trubky apod.). Poté následuje pila (Obr. 12). Činnost pily je spojena funkčně spojena s odtahem a měřidlem délky, na jehož impuls je uváděno do činnosti. Následně se uřezaná trubka dopravuje na sklopný žlab, který ukládá trubky na paletu. Kompletní schéma linky VS 4 znázorňuje obrázek (Obr. 13).

Obr. 12 Značící zařízení GNATA - vlevo; pila - vpravo (vlastní zdroj)



Obr. 13 Schéma linky VS 4 (interní zdroj)

1 – vytlačovací stroj; 2 – vytlačovací hlava; 3 – vakuová vana s kalibrem; 4, 6 – chladící vany; 5 – robustová hlava; 7 – značící zařízení GNATA; 8 – pila; 9 – sklopný žlab

5.3 Proces přetypování

Ve firmě je zaveden 12 - ti hodinový nepřetržitý provoz. Přetypování na lince VS 4 je trojího typu:

1. Přetypování v rámci změny identifikačních pásků.
2. Přetypování nástrojů linky - 2x za měsíc.
3. Přetypování vytlačovací hlavy linky - 1x za 3 měsíce.

Přetypování se provádí po ukončení výrobní dávky. První typ přetypování souvisí se změnou identifikačních pásků a jeho čas je již na minimální úrovni. Přetypování č. 2 se provádí při změně rozměrů vyráběných trubek. Přetypování č. 3 se provádí v případě výroby oranžového plynu, nebo při potřebě čištění vytlačovací hlavy.

Pro analyzování pracovní činnosti jsem zaznamenal přetypování vytlačovací hlavy a přetypování nástrojů linky VS 4. Následně jsem sestavil jízdní řády zmíněných přetypování. Přehazování linky provádí jeden pracovník – operátor linky.

5.3.1 Jednotlivé kroky přetypování na lince VS 4

Přetypování pozorované na lince VS 4 je rozděleno na přetypování nástrojů a přetypování hlavy.

5.3.1.1 Přetypování vytlačovací hlavy

Demontáž původní vytlačovací hlavy

Operátor nejdříve vyčká na vyjetí zbývajícího materiálu z linky. Vypne odtah, vypustí vodu z van. Následně odpojí hadici extruderu pro vytlačování pásků od vytlačovací hlavy. Pomocí očkového klíče, který si pákou nadstaví, odšroubuje objímku spojující vytlačovací hlavu a extruder. Dále odpojí kabely elektrického napájení. Protože v okolí stroje je zúžený prostor pro manipulaci s vysokozdvižným vozíkem je potřeba za asistence dalšího operátora přemístit hlavu do prostoru, který umožní transport vysokozdvižným vozíkem.

Montáž nové vytlačovací hlavy

Nová vytlačovací hlava je dovezena vysokozdvižným vozíkem k lince. Ze skladu nástrojů pak doveze paletu s příslušenstvím vytlačovací hlavy (vytlačovací hubici, trn, vytápěcí obojek se seřizovacími šrouby, těsnící obojek) a potřebné šrouby. Ve vertikální poloze jsou dotaženy šrouby u rozdělovače tepla. Pak je hlava přesunuta do polohy horizontální. Na rozdělovač nasadí trn, našroubuje matici a upevní ji očkovým klíčem. Po upevnění trnu, nasadí vytápěcí obojek se seřizovacími šrouby pomocí ručního jeřábu a šrouby dotáhne imbusovým klíčem. Jeřábem nasadí vytlačovací hubici, kterou zafixuje utahovacími obojky, šrouby dotáhne imbusovým klíčem. K vytlačovací hlavě připojí hadici z extruderu pro vytlačování pásků a nastaví typ páskování dle požadavků výroby. Zapojí elektrické napájení do příslušných zásuvek (za asistence elektrikáře) a zkontroluje vyhřívání vytlačovací hlavy. Pomoci hořáku nahřeje ložisko u vytlačovací hlavy, aby jej bylo možno demontovat, přeměří posuvným měřidlem rozměry pro propojení, pokud souhlasí, propojí hlavu s extruderem, v případě že nesedí, namontuje ložisko potřebného rozměru. Těsnícím obojkem zafixuje propojení vytlačovací hlavy a extruderu a dotáhne očkovým klíčem s nástavcem. Doplní zásobník extruderu pro vytlačování pásků a připojí vstupní materiál

(granulát) ze sila. Zapne zpětný odtah materiálu a napojí starý materiál s novým. Pomocí vzduchového ventilu reguluje tvar vytlačované hmoty do požadované velikosti.

5.3.1.2 Přetypování nástrojů

Výměna nástrojů na robustové vytlačovací hlavě pro tvorbu ochranného pláště

Tak jak u přetypování vytlačovací hlavy musí operátor nejdříve vyčkat na vyjetí zbývajícího materiálu z linky. Vypne odtah, vypustí vodu z van. Mění se nástroje na robustové (koextruzní) hlavě pro tvorbu ochranného pláště, nacházející se mezi chladící vanou č. 1 a č. 2. Nejdříve pomocí očkového klíče demontuje vytápění na adaptéru hubice. Uvolní se tak prostor pro odšroubování šroubů vytlačovací hubice za pomoci imbusového klíče a přesune se ručním jeřábem na paletu. Dále se očkovým klíčem povolí šrouby přidržující trn hlavy. Samotné uvolnění trnu je prováděno pomocí improvizované mechanické páky (kladívka a dřevěného klínu), následně jej očistí. Poté se demontují imbusovým klíčem šrouby, které připevňují těsnící průvlaky na robustové vytlačovací hlavě.

Následuje výměna těchto nástrojů (kromě vytápění), ve skladu za rozměry dané specifikací přetypování (v tomto případě tedy 225 mm). Trn upevní pomocí šroubů a utáhne očkovým klíčem. Pomocí ručního jeřábu nasadí vytlačovací hubici a utáhne šrouby pomocí imbusového klíče. Na vytlačovací hubici se namontuje vytápěcí obojek a dotáhne očkovým klíčem. V zadní straně vytlačovací hlavy namontuje za pomoci imbusového klíče nový těsnící průvlak v rozměru 225 mm.

Výměna silonů, těsnících průvlaků, kalibru a raznic

V rámci přetypování nástrojů se mění jednotlivá velikost těsnících průvlaků na okraji chladících van. Každý těsnící průvlak se skládá z jedné gumové a dvou ocelových vložek. V souvislosti s přetypováním je třeba také vyměnit podpůrné silony ve vanách a vyčistit vodní filtry. Mění se a čistí kalibr. Podle kontrolní karty se vymění raznice ve značícím zařízení GNATA. Demontáž uvedených procesů probíhá převážně ručně, případně pomocí imbusového klíče. U demontáže kalibračního pouzdra využívá pracovník ručního jeřábu, k jeho přesunu na paletu. Po přetypování nástrojů zapne zpětný odtah materiálu a napojí starý materiál s novým a vzduchovým ventilem reguluje tvar vytlačované hmoty do požadované velikosti.

5.4 Jízdní řád přetypování

V rámci přetypování na lince VS 4 byly pořízeny dva typy jízdních řádů. První se zabývá přetypováním vytlačovací hlavy a druhý přetypováním nástrojů. Jízdní řády jsou zobrazeny v Tab. 1 a Tab. 2. První sloupec tabulky znázorňuje číslo operace. Sloupec „Čas operace“ znázorňuje délku trvání jednotlivé operace. Ve třetím sloupci jsou zobrazeny kumulativní součty po sobě jdoucích časů jednotlivých operací uvedených v předešlém sloupci. Čtvrtý sloupec znázorňuje názvy jednotlivých činností probíhajících v průběhu přetypování. V tabulkách jsou barevně odlišeny jednotlivé významy činností. Modré pole zvýrazňuje činnosti nezbytné pro přetypování, žluté pole přestávky. Fialové písmo činnosti spojené s čištěním a kontrolou, zelené je pro transport a chůzi. Hnědou je zvýrazněn úklid a červeně neproduktivní činnosti. Více informací o jednotlivých činnostech obsahují kapitoly 5.4.1.1 a 5.4.2.1.

5.4.1 Přetypování vytlačovací hlavy

Celková doba přetypování vytlačovací hlavy trvala 8 hodin 51 minut, jak je možné vidět v Tab. 1.

Tab. 1. Jízdní řád přetypování vytlačovací hlavy na lince VS 4 (vlastní zpracování)

Č.	Čas operace (min)	Kumulativní celkový čas (min)	Činnost operátora
1	0:15	0:15	Vyjetí linky
2	0:02	0:17	Odpojení extruderu pro vytlačování pásků
3	0:01	0:18	Čištění spojů
4	0:01	0:19	Příprava nářadí - očkový klíč a páka
5	0:04	0:23	Odšroubování matice na vytlačovací hlavě
6	0:05	0:28	Odpojení elektrického napájení hlavy
7	0:01	0:29	Demontáž objímky
8	0:01	0:30	Odstranění zbytku nečistot na vytlačovací hlavě
9	0:07	0:37	Úklid prostor pro transport hlavy (odstranění železných lavic, košů s odpady, odšroubování železných žebříků)
10	0:02	0:39	Cesta pro vysokozdvižný vozík
11	0:08	0:47	Transport vytlačovací hlavy do skladu nástrojů
12	0:04	0:51	Hledání vytlačovací hlavy 225 mm
13	0:02	0:53	Transport vytlačovací hlavy k lince

14	0:02	0:55	Přerušení transportu (hlava se nevejde na šířku transportní cestou)
15	0:03	0:58	Nasazení velkých vidlí na vysokozdvižném vozíku pro zdvih na délku
16	0:08	1:06	Manipulace s hlavou k lince
17	0:02	1:08	Odvoz velkých vidlí
18	0:01	1:09	Zavezení vysokozdvižného vozíku
19	0:03	1:12	Úklid prostor pro umístění hlavy 225 mm
20	0:03	1:15	Odchod pro vysokozdvižný vozík
21	0:00	1:15	Příchod vedoucího směny - pomáhá při umísťování hlavy
22	0:03	1:18	Cesta do skladu nástrojů pro příslušenství k hlavě (hubice, trn, vytápěcí obojek s centrovacími šrouby, těsnící obojek)
23	0:01	1:19	Cesta pro vysokozdvižný vozík
24	0:05	1:24	Odstranění palet s materiálem a uvolnění prostor pro paletu s příslušenstvím
25	0:02	1:26	Transport příslušenství k lince
26	0:02	1:28	Zavezení vysokozdvižného vozíku
27	0:07	1:35	Hledání šroubů k upevnění topného tělesa, trnu, hubice a přilby
28	0:03	1:38	Hledání předáka
29	0:01	1:39	Odchod do skladu nástrojů pro šrouby
30	0:02	1:41	Rozhovor s předákem
31	0:05	1:46	Hledání šroubů k upevnění příslušenství vytlačovací hlavy
32	0:01	1:47	Příchod k lince
33	0:03	1:50	Rozhovor s předákem
34	0:07	1:57	Hledání šroubů k upevnění příslušenství vytlačovací hlavy
35	0:01	1:58	Montáž žebříku
36	0:02	2:00	Utažení šroubů u rozdělovače tepla
37	0:05	2:05	Manipulace s hlavou 225 mm (umístění do správné polohy ke stroji
38	0:02	2:07	Nasazení trnu
39	0:08	2:15	Hledání matice k utažení trnu
40	0:04	2:19	Nasazení vytápěcího obojku se seřizovacími šrouby jeřábem na vytlačovací hlavu
41	0:02	2:21	Hledání šroubů pro upevnění vytápěcího obojku se seřizovacími šrouby
42	0:05	2:26	Montáž šroubů na vytápěcí obojek se seřizovacími šrouby
43	0:03	2:29	Hledání matice k trnu a dalších šroubů k seřizovacímu obojku (šrouby nenalezeny)
44	0:01	2:30	Utažení matice k trnu

45	0:01	2:31	Cesta na sklad nástrojů pro šrouby k vytlačovací hubici
46	0:04	2:35	Příchod se šrouby
47	0:19	2:54	Montáž šroubů na vytápěcí obojek seřizovacích šroubů
48	0:02	2:56	Odchod pro paletový vozík
49	0:01	2:57	Přesun palety s příslušenstvím blíže k adaptéru hubice
50	0:02	2:59	Nasazení vytlačovací hubice pomocí jeřábu
51	0:05	3:04	Nasazení utahovacích obojků na vytlačovací hubici
52	0:14	3:18	Utažení šroubů na obojcích
53	0:03	3:21	Úprava polohy extruderu pro vytlačování pásků
54	0:02	3:23	Propojení extruderu pro vytlačování pásků s vytlačovací hlavou
55	0:02	3:25	Úprava polohy extruderu pro vytlačování pásků
56	0:02	3:27	Úprava typu páskování na vytlačovací hlavě
57	0:01	3:28	Utažení obojku hlavice
58	0:10	3:38	Připojení vytlačovací hlavy k extruderu
59	0:46	4:24	Obtížná manipulace - zapojování napájecích kabelů vytlačovací hlavy
60	0:02	4:26	Chůze na sklad nástrojů pro kabely elektrického napájení
61	0:02	4:28	Kontrola zahřívání hlavy - netopí na všech plochách (důsledek špatného zapojení zásuvek)
62	0:01	4:29	Úklid
63	0:04	4:33	Obtížná demontáž - ložisko vytlačovací hlavy - 1. pokus
64	0:01	4:34	Odchod pro posuvné měřidlo
65	0:03	4:37	Měření rozměrů ložiska
66	0:06	4:43	Obtížná demontáž - ložisko vytlačovací hlavy - 2. pokus
67	0:05	4:48	Hledání vedoucího směny
68	0:20	5:08	Oddělení ložiska od vytlačovací hlavy pomocí hořáku
69	0:02	5:10	Propojení vytlačovací hlavy s extruderem
70	0:02	5:12	Upevnění těsnícího obojku
71	0:03	5:15	Propojení vytlačovací hlavy s extruderem pro vytlačování pásků
72	0:05	5:20	Utažení těsnícího obojku
73	0:03	5:23	Úklid hořáku a nářadí
74	0:01	5:24	Utažení matice na trnu

75	0:04	5:28	Úklid nářadí
76	0:06	5:34	Centrování vytlačovací hubice
77	0:01	5:35	Úklid lavic zpět na původní místo
78	0:02	5:37	Doplnění materiálu do extruderu pro vytlačování pásků
79	0:10	5:47	Připojení granulátu ze sila
80	0:02	5:49	Kontrola sání granulátu
81	0:15	6:04	Úklid lavic, košů na původní místo
82	0:13	6:17	Zpětný návin vyjetého materiálu do linky
83	0:09	6:26	Vyplnění dokumentace
84	0:04	6:30	Odevzdání dokumentace
85	0:04	6:34	Hledání elektrikáře (vyhřívání vytlačovací hlavy stále pracuje špatně)
86	0:00	6:34	Příchod elektrikáře, operátor linky jej zastupuje na jeho lince
87	0:10	6:44	Vypojení špatně zapojených kabelů elektrického napájení vytlačovací hlavy
88	0:20	7:04	Rozmotávání kabelů elektrického napájení
89	0:30	7:34	Přestávka na oběd
90	0:13	7:47	Zapojení kabelů elektrického napájení vytlačovací hlavy
91	0:00	7:47	Příchod operátora, odchod elektrikáře
92	0:09	7:56	Dotažení adaptéru hubice
93	0:20	8:16	Čekání na vyjetí nového materiálu z vytlačovací hlavy
94	0:05	8:21	Napojování starého a nového materiálu
95	0:30	8:51	Regulace tvaru pomocí vzduchového ventilu
Celkový čas přetypování vytlačovací hlavy: 8 hodin 51 minut			

5.4.1.1 Vyhodnocení jízdního řádu

Z uvedených informací můžeme určit, že 3 hodiny 47 minut jsou činnosti, které jsou nezbytné při přetypování hlavy na lince VS 4. Jedná se o výměnu objímky, vytlačovací hubice, trnu, zapojování elektrického napájení a připojení extruderu pro vytlačování pásků.

S těmito činnostmi souvisí také šroubování, utahování matic, regulace tvaru vytlačovaného materiálu a napojování nového materiálu. Z celkového času přetypování 42 % tvořili právě nezbytné činnosti.

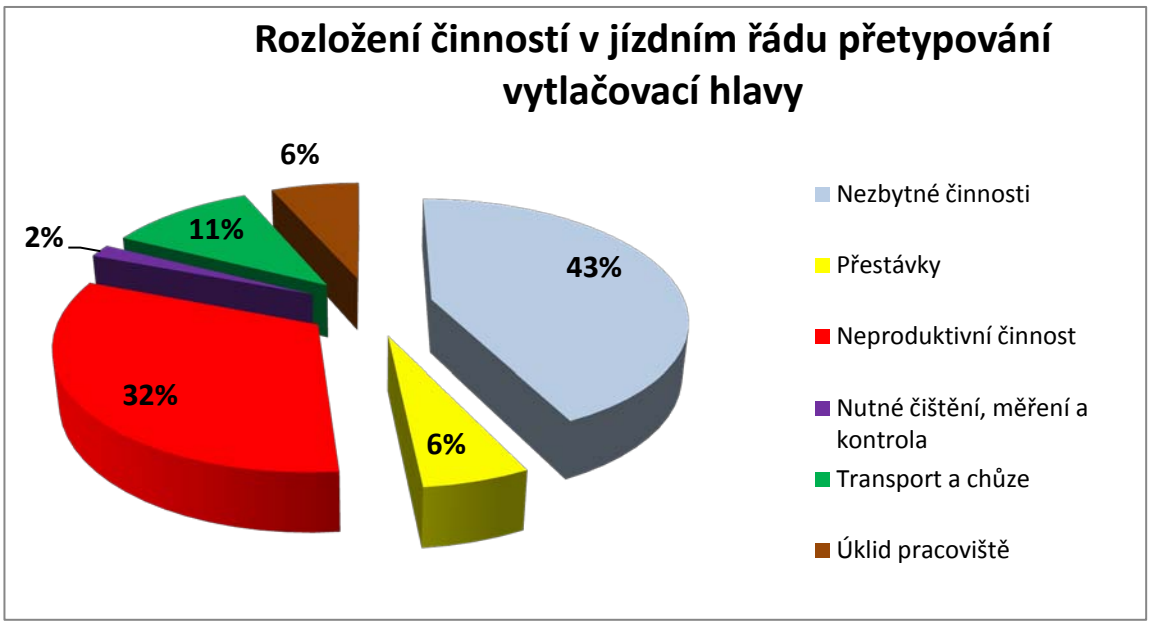
Druhou oblastí, červeně zobrazenou, s podílem 31 %, jsou neproduktivní činnosti. Tyto aktivity zahrnují zejména veškeré hledání na pracovišti, rozhovory se spolupracovníky, zbytečnou manipulaci, vyplňování dokumentace a čekání. Jedná se především o:

- Hledání nové vytlačovací hlavy, šroubů (při výměně je třeba více typů šroubů, ale není uvedeno jakých) a pracovníků.
- Nepořádek na pracovišti – ve skladu nástrojů byly ustaveny palety s granulátem. Nestandardizované umístění těchto palet způsobilo zbytečnou manipulaci, pro uvolnění prostoru s příslušenstvím k vytlačovací hlavě.
- Chybné pracovní postupy operátora – vadně zapojené elektrické napájení hlavy, způsobilo nesprávné vyhřívání vytlačovací hlavy.

Třetí nejčastěji prováděná činnost je transport a chůze. Jedná se především o veškerou chůzi a transport pro spojovací materiál, příslušenství k vytlačovací hlavě nebo nářadí. V rámci jízdního řádu tyto činnosti trvaly 58 minut, což představuje 11%.

Šest procent, v grafu označených žlutou barvou, jsou přestávky pracovníka.

Odstraňování nečistot z hlavy, čištění spojů a kontrola při těchto operacích je znázorněna fialově. Hnědou barvou je znázorněn úklid kolem pracoviště, kde se přetypování provádí. Jednotlivý podíl zmíněných činností při přetypování znázorňuje Graf 1. Stejnou barvou jsou pak také vyznačeny i jednotlivé činnosti v jízdním řádu přetypovaní v Tab. 1.



Graf 1 Procentuální rozložení činností v jízdním řádu přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

5.4.2 Přetypování nástrojů

Přetypování nástrojů na lince VS 4 trvalo 5 hodin a 33 minut. Jednotlivý sled činností, které následovali při přetypování a jejich časy jsou zobrazeny níže v Tab. 2.

Tab. 2 Jízdní řád přetypování nástrojů na lince VS 4 (vlastní zpracování)

	Čas operace (min)	Kumulativní celkový čas (min)	Činnost operátora
1	0:15	0:15	Vyjetí linky
2	0:04	0:19	Demontáž kalibru
3	0:01	0:20	Čištění kalibru
4	0:03	0:23	Demontáž silonů 160 mm ve vakuové vaně
5	0:06	0:29	Demontáž těsnícího průvlaku 160 mm na vakuové vaně
6	0:01	0:30	Odchod s těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nástrojů
7	0:04	0:34	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů
8	0:06	0:40	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na vakuovou vanu
9	0:01	0:41	Odchod se silony 160 mm na sklad nástrojů
10	0:01	0:42	Příchod se silony 225 mm ze skladu nástrojů
11	0:02	0:44	Montáž silonů ve vakuové vaně
12	0:02	0:46	Demontáž těsnícího průvlaku u chladící vany č. 1
13	0:01	0:47	Demontáž silonů 160 mm v chladící vaně č. 1
14	0:01	0:48	Odchod s těsnícím průvlakem do skladu nástrojů
15	0:04	0:52	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů
16	0:02	0:54	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na chladící vanu č. 1
17	0:02	0:56	Demontáž silonů v chladící vaně č. 1
19	0:02	0:58	Demontáž silonů v chladící vaně č. 1 a č. 2
20	0:02	1:00	Demontáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 1
21	0:01	1:01	Odchod se silony a těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nástrojů
22	0:01	1:02	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů

23	0:02	1:04	Montáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 1
24	0:02	1:06	Montáž silonů v chladící vaně č. 1
25	0:01	1:07	Odchod se silony a těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nářadí
26	0:01	1:08	Příchod se silony 225 mm ze skladu nástrojů
27	0:01	1:09	Montáž silonů v chladící vaně č. 1
28	0:01	1:10	Demontáž silonů v chladící vaně č. 2
29	0:02	1:12	Utažení šroubů u rozdělovače tepla
30	0:12	1:24	Demontáž obojku se seřizovacími šrouby na robustové hlavě
31	0:03	1:27	Demontáž vytlačovací hubice
32	0:01	1:28	Odpojení vytápěcího obojku robustové hlavy
33	0:03	1:31	Čištění robustové hlavy
34	0:04	1:35	Odtažení šroubů připevňujících trn na robustové hlavě
35	0:15	1:50	Vysunutí trnu
36	0:03	1:53	Čištění usazenin kolem trnu na robustové hlavě
37	0:03	1:56	Demontáž těsnícího průvlaku 160 mm z robustové hlavy
38	0:02	1:58	Chůze do skladu nástrojů s těsněním 160 mm
39	0:04	2:02	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů
40	0:15	2:17	Přestávka
41	0:01	2:18	Přesun průvlaků k lince
42	0:07	2:25	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na robustovou hlavu
43	0:01	2:26	Demontáž s vytlačovací hubice z robustové hlavy pomocí jeřábu
44	0:04	2:30	Demontáž trnu z robustové vytlačovací hlavy
45	0:01	2:31	Transport trnu, vytlačovací hubice do skladu nástrojů
46	0:05	2:36	Odstranění překážek bránících vyzvednutí trnu a adaptéru hubice pro robustovou hlavu ve skladě nástrojů
47	0:01	2:37	Dovezení vytlačovací hubice a trnu - rozměr 225 mm
48	0:02	2:39	Čištění robustové hlavy
49	0:09	2:48	Montáž trnu
50	0:14	3:02	Montáž vytlačovací hubice a seřizovacích šroubů
51	0:04	3:06	Montáž vytápěcího obojku na vytlačovací hubici
52	0:01	3:07	Úklid

53	0:03	3:10	Demontáž silonů v chladící vaně č. 2
54	0:02	3:12	Demontáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 2
55	0:01	3:13	Odchod se silony a těsněním 160 mm do skladu nástrojů
56	0:02	3:15	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů
57	0:09	3:24	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm
58	0:14	3:38	Hledání raznic do značícího zařízení GNATA
59	0:01	3:39	Výměna raznic na potiskovacím zařízení
60	0:02	3:41	Odjezd s paletovým vozíkem do skladu nástrojů pro kalibr 225 mm
61	0:07	3:48	Odstranění překážek bránících vyzvednutí paletě s kalibrem 225 mm a závěsným zařízením
62	0:04	3:52	Transport kalibru k lince
63	0:02	3:54	Zavěšení kalibru na jeřáb
64	0:01	3:55	Montáž kalibru do vakuové vany
65	0:03	3:58	Upevnění kalibru maticemi
66	0:04	4:02	Napojení hadic s vodou na kalibr
67	0:01	4:03	Úklid závěsného zařízení a paletový vozík
68	0:02	4:05	Napojení hadic s vodou na kalibr
69	0:04	4:09	Úklid nářadí
70	0:03	4:12	Čištění kalibru ve vakuové vaně
71	0:03	4:15	Odvoz závěsného zařízení do skladu nářadí
72	0:04	4:19	Přinesení silonů 225 mm
73	0:04	4:23	Montáž silonů 225 mm ve chladící vaně č. 2
75	0:13	4:36	Zpětný návin vyjetého materiálu do linky
76	0:09	4:45	Vyplnění dokumentace
77	0:04	4:49	Odevzdání dokumentace
78	0:01	4:50	Kontrola vodního filtru vakuové vany
79	0:02	4:52	Čištění vodního filtru vakuové vany
80	0:01	4:53	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 1
81	0:02	4:55	Čištění vodního filtru chladící vany č. 1
82	0:01	4:56	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 2
83	0:02	4:58	Čištění vodního filtru chladící vany č. 2
84	0:05	5:03	Napojování starého a nového materiálu
85	0:30	5:33	Regulace tvaru pomocí vzduchového ventilu
Celkový čas přetypování nástrojů: 5 hodin 33 minut			

5.4.2.1 Vyhodnocení jízdního řádu

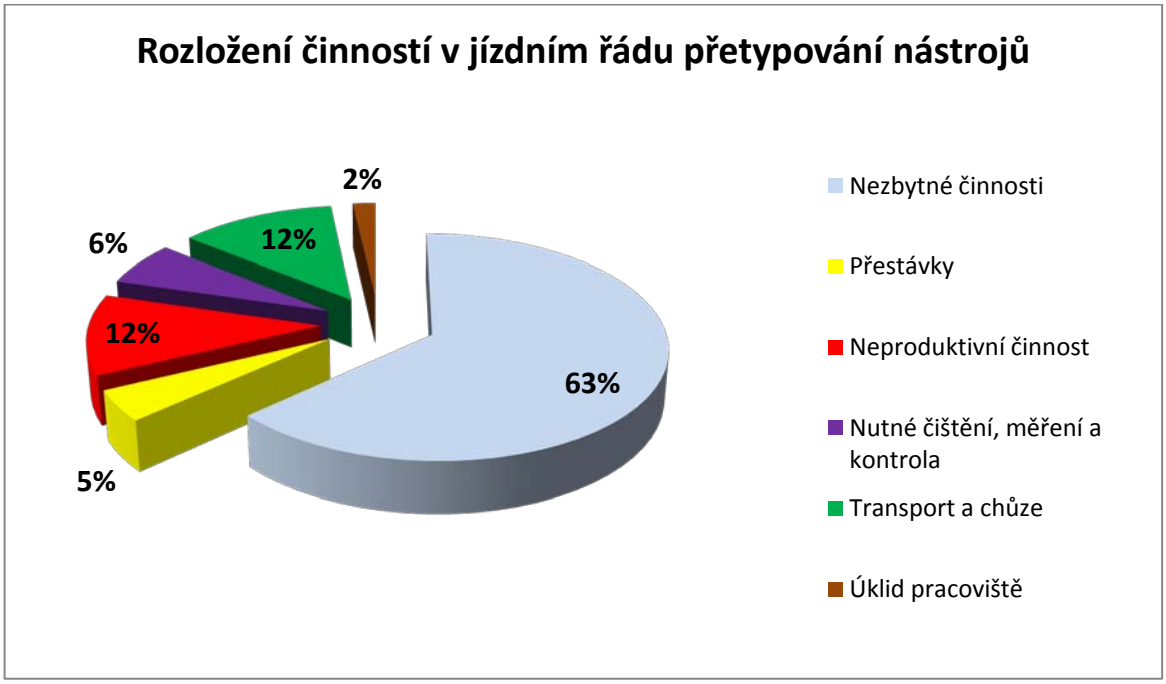
Při přetypování nástrojů na lince VS 4 je délka trvání nezbytných činností 3 hodiny 31 minut. Jedná se o přetypování nástrojů na robustové vytlačovací hlavě (vytlačovací hubice, trn, těsnící průvlak), značícím zařízení GNATA (raznice), vakuové a chladících vanách (kalibr, těsnící průvlaky a silony). Podíl těchto činností na celkovém přetypování je 63 %.

Druhý největší podíl, s časem 41 minut, měli činnosti spojené s chůzí a transportem. Jedná se především o veškerou chůzi a transport pro nástroje a nářadí. Operátor opakovaně chodí pro stejný typ nástrojů a spojovacího materiálu do skladu nástrojů a vždy vezme jen pár kusů.

Neproduktivní činnosti, s podílem 39 minut mají třetí největší podíl času v jízdním řádu. Jedná se o činnosti spojené s odstraňováním překážek ve skladě nástrojů, hledání raznic do značícího zařízení GNATA a vyplnění a odevzdání dokumentace.

Šest procent času přetypování zabírají činnosti čištění a kontroly znázorněny fialově. Jedná se zejména čištění vodních filtrů u van, čištění kalibru a robustové hlavy. Celkově tyto činnosti trvali 21 minut.

Zbylých 21 minut zabrali činnosti úklidu (6 minut) a přestávka pracovníka (15 minut). Jednotlivé procentuální podíly činností jsou zobrazeny v Grafu 2.



Graf 2 Procentuální rozložení činností v jízdním řádu přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

5.4.3 **Metodika 5S a vizualizace**

V současné době má společnost již zavedenu metodu 5S a probíhá aktualizace standardů u metody 5S. Dodržování stanovených zásad 5S však není v praxi vždy zaměstnanci dodržováno:

- Nedochází k dodržování používání ochranných pomůcek.
- Umístění palet není dodržováno dle vyznačených ploch. V některých případech jsou neoznačené a nelze je identifikovat. Palety na předávacím místě bývají uloženy nesystematicky a snižují tak využitelnost prostoru (Obr. 14).
- Pracovníci nedodržují úklid po směně.
- Vizualizace při přetypování je nedostatečná.
- Pracovníci při přetypování hledají nástroje a nářadí (Obr. 15).

Obr. 14 Promíchané šrouby (vlastní zpracování)

Obr. 15 Palety s granulátem ve skladu nástrojů (vlastní zpracování)

6 ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI

V úvodu analytické části jsem představil společnost Pipelife Czech, s.r.o. Společnost je výrobcem a prodejcem s nejširším výrobním sortimentem z PVC, PE a PP v České republice. Prvotřídní kvalitu též zajišťuje díky dvěma certifikátům a to certifikátem řízení jakosti ČSN EN ISO 9001:2001 a certifikací environmentálního managementu dle ISO 14001.

Dále jsem provedl analýzou současného stavu. Byl uveden popis výrobního pracoviště a přetypovávané linkou. Ve firmě je zaveden standard 5S, v praxi dochází k nedodržování tohoto standardu. Zaměstnanci jsou seznámeni se základními principy metodiky 5S, ale nedbají na jejich dodržování. Dochází k porušování pravidel BOZP, pracovníci nedodržují plán úklidu, v prostoru vymezeném pro nářadí se nachází palety s granulátem nebo nekvalitou.

V charakteristice stroje jsem popsal detailně komponenty linky a popis výrobního procesu. Při analýze přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů linky VS 4 vycházím ze snímkování průběhu přetypování a fotografií pořízených při jeho průběhu.

Z analýzy lze určit, že se při přetypování nástrojů a vytlačovací hlavy linky VS 4 objevily zřejmé nedostatky. Byl zjištěn vysoký podíl časů pro přetypování vzhledem k celkové průběžné době výroby dávek, neúplné předávání informací mezi pracovníky a identifikováno nadbytečné plýtvání v průběhu přetypování. Celkový čas potřebný pro přetypování vytlačovací hlavy je 9 hodin a 6 minut, z toho 42 % času zabírají činnosti nezbytné pro přetypování vytlačovací hlavy, 31 % neproduktivní činnosti, 11 % transport a chůze. Úklid, přestávky a kontrola s čištěním tvoří zbývajících 16 %.

Čas potřebný pro přetypování nástrojů je 5 hodin 33 minut. Nezbytné činnosti zabírají 63 %, transport a neproduktivní činnosti 12 % Zbylých 13 % tvoří přestávky, úklid a čištění a kontrola.

Časy přetypování jsou dány především nevhodnou posloupností činností operátora, jeho neochotou o dosažení co nejkratšího času při přetypování a nedostatečnou přípravou před samotným přetypováním (nedostatek informací o tom jaký typ hlavy bude měnit).

V projektu diplomové práce, navrhnu řešení, které přinese požadované zvýšení efektivnosti. Tyto nedostatky a s nimi spojené časové zdržení eliminuji snížením prostojů, pomocí uplatnění metody SMED. Aplikuji tak způsob zvýšení produktivity bez významných investičních nákladů.

7 PROJEKT APLIKACE METODY SMED NA VYBRANÉM PRACOVIŠTI

V projektu diplomové práce se zaměřím na implementaci metody SMED za účelem zkrácení doby přetypování výroby na lince VS 4. Metoda byla vybrána na základě vypracované analýzy současného stavu, kdy bylo zjištěno nadměrné plýtvání časem při prováděném přetypování. Budou navrhnuty různé změny vycházející z jednotlivých kroků metody SMED, které by měli některé časy operací zkrátit. Dále budou vypracovány nové jízdní řády s aplikovanými změnami.

7.1 Představení projektu

Název projektu

Projekt aplikace metody SMED ve výrobním procesu firmy Pipelife Czech s.r.o.

Definice problému

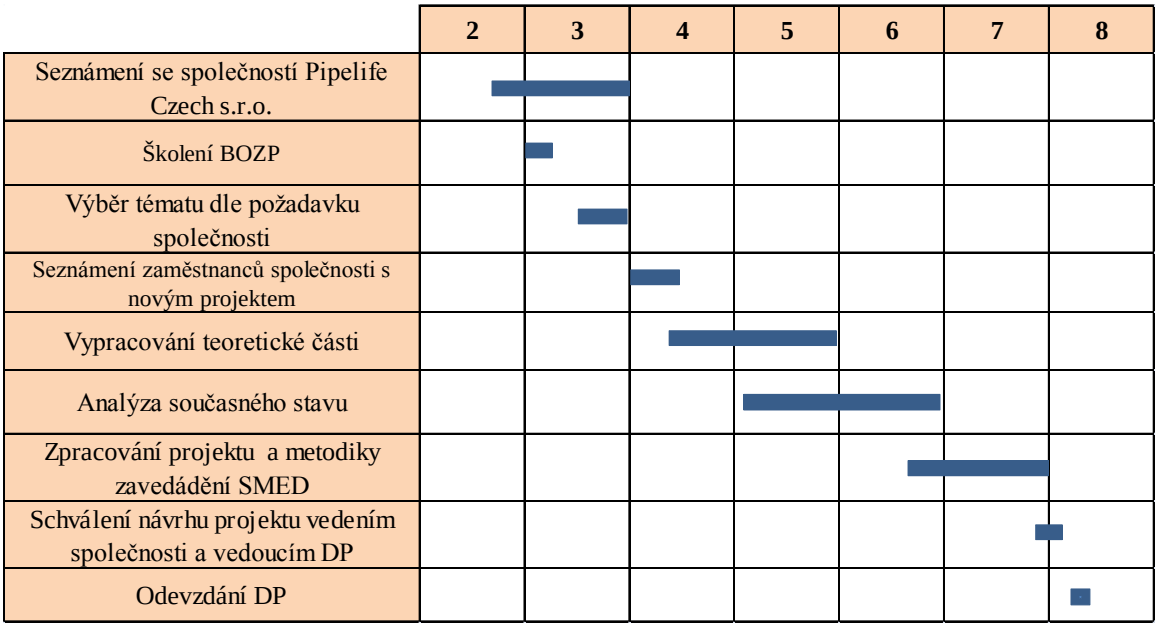
Vedoucí pracovníci výroby se zaměřili na přetypování jednotlivých výrobních linek, které nepřidává společnosti žádnou hodnotu. Pro přetypování byla zvolena linka VS 4, u které byl zjištěn vysoký podíl časů pro přetypování vzhledem k celkové průběžné době výroby dávek a uplatnění metody SMED s následným snížením prostojů je způsob jak zvýšit produktivitu bez významných investičních nákladů. Problém spočívá v přetypování vytlačovací hlavy a přetypování nástrojů, kdy tyto činnosti trvají příliš dlouho.

Hlavní cíl projektu

Hlavním cílem projektu je zkrácení doby přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů na lince VS 4. Dalšími cíly projektu je zpracování analýzy současného stavu a jízdních řádů přetypování.

Časový harmonogram projektu

Vedení společnosti mně vyšlo vstříc a rozhodlo, že mohu projekt vypracovat v rámci doby tvorby své diplomové práce.



Obr. 16 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

7.2 Oddělení interních a externích činností

Prvním krokem metody SMED je separace interních a externích činností. Jak jsem již v teoretické části diplomové práce uvedl interní činnosti lze vykonávat pouze, když je stroj vypnutý a externí činnosti je možno vykonávat a chodu stroje. V kapitole 5.4 jsou uvedeny jízdní řády aktuálně prováděný ve firmě, přičemž všechny operace jsou interního charakteru.

Ke zkrácení doby výměny nástrojů je tedy vhodné nejdříve identifikovat operace zařazené v interních činnostech, které lze konvertovat do externích činností nebo je případně eliminovat.

7.3 Převedení interních činností na externí

Krokem, který následuje po separaci jednotlivých činností je proces konvertování interních činností na externí. Do procesu konvertování je zahrnuta i možnost eliminace některých operací. Po přezkoumání analýzy jízdních řádů byly vybrány operace z údajů, které vycházejí z kapitoly 5. 5. Jsou rozděleny podle typu přetypování (vytlačovací hlava a nástroje) a identifikovaných činností (neproduktivní činnosti, transport a úklid).

7.3.1 Přetypování vytlačovací hlavy

V případě přetypování vytlačovací hlavy na lince VS 4 lze převést činnosti na externí nebo je eliminovat z těchto oblastí:

Neproduktivní činnosti:

V neproduktivní oblasti nelze konvertovat žádné činnosti, ale je možno některé eliminovat. Jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3 Činnosti eliminované v neproduktivní oblasti při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Průběžný čas (min)	Činnost operátora	Typ operace	Změna
12	0:04	0:51	Hledání vytlačovací hlavy 225 mm	INT	Eliminace
27	0:07	1:35	Hledání šroubů k upevnění topného tělesa, trnu, hubice a přilby	INT	Eliminace
28	0:03	1:38	Hledání předáka	INT	Eliminace
30	0:02	1:41	Rozhovor s předákem	INT	Eliminace
31	0:05	1:46	Hledání šroubů k upevnění příslušenství vytlačovací hlavy	INT	Eliminace
33	0:03	1:50	Rozhovor s předákem	INT	Eliminace
34	0:07	1:57	Hledání šroubů k upevnění příslušenství vytlačovací hlavy	INT	Eliminace
39	0:08	2:15	Hledání matice k utažení trnu	INT	Eliminace
41	0:02	2:21	Hledání šroubů pro upevnění vytápěcího obojku se seřizovacími šrouby	INT	Eliminace
43	0:03	2:29	Hledání matice k trnu a dalších šroubů k seřizovacímu obojku (šrouby nenalezeny)	INT	Eliminace
59	0:46	4:39	Obtížná manipulace - zapojování napájecích kabelů vytlačovací hlavy	INT	Eliminace
63	0:04	4:48	Obtížná demontáž - ložisko vytlačovací hlavy - 1. pokus	INT	Eliminace
66	0:06	4:58	Obtížná demontáž - ložisko vytlačovací hlavy - 2. pokus	INT	Eliminace
67	0:05	5:03	Hledání předáka	INT	Eliminace
83	0:09	6:41	Vyplnění dokumentace	INT	EXT
84	0:04	6:45	Odevzdání dokumentace	INT	EXT
85	0:04	6:49	Hledání elektrikáře (vyhřívání vytlačovací hlavy stále pracuje špatně)	INT	Eliminace
87	0:10	6:59	Vypojení špatně zapojených kabelů elektrického napájení vytlačovací hlavy	INT	Eliminace

88	0:20	7:19	Rozmotávání kabelů elektrického napájení	INT	Eliminace
93	0:20	8:31	Čekání na dohřátí vytlačovací hlavy	INT	Eliminace
Celkový čas: 2 hodiny 52 minut					

Při přetypování vytlačovací hlavy bylo zjištěno 20 činností, které lze eliminovat nebo převést na externí. Sníží se tak čas potřebný pro přetypování vytlačovací hlavy o 2 hodiny 52 minut. Výčet operací je uveden níže:

- Operace č. 12 – hledání vytlačovací hlavy 225 mm ve výrobním úseku. Vytlačovací hlava má pevně dané umístění ve skladu nástrojů, časové zdržení plynoucí z jejího hledání lze eliminovat dodržováním stanovených standardů 5S, kdy operátoři vždy přesunou hlavy zpět na původní místo.
- Operace č. 27, 31, 33, 39, 41, 43 – hledání šroubů a matic potřebných k upevnění příslušenství vytlačovací hlavy. Lze eliminovat, jedná se o přípravu nářadí, kterou lze provést za chodu stroje.
- Operace č. 28, 30, 33 – hledání předáka a rozhovor s předákem lze beze sporu eliminovat, protože příčinou jejich vzniku byly právě zmíněné činnosti spojené s hledáním spojovacího materiálu.
- Operace č. 63, 66 - neúspěšná demontáž ložiska – tyto operace souvisí s chybným postupem demontování. Při přetypování vytlačovací hlavy se demontuje ložisko mezi vytlačovacím strojem a vytlačovací hlavou. Operátor se jej pokoušel odstranit více způsoby, ale neúspěšně. K úspěšnému demontování se musí nejdříve nahřát pomocí hořáku a poté jej lze demontovat. Současně s eliminací těchto činností odstraníme i operaci č. 67, která s nimi souvisí.
- Operace č. 83, 84 – budou převedeny na externí. Vyplnění a odevzdání dokumentace lze provést za chodu linky.
- Operace č. 93 - čekání na dohřátí vytlačovací hlavy. Vlivem špatného zapojení napájecích kabelů operátorem, bylo nutno počkat, než se hlava dohřeje na potřebnou teplotu. Tato činnost odpadne správným zapojením kabelů elektrického napájení. Zapojení provede povolaná osoba (elektrikář). Správným zapojením elektrického napájení současně eliminujeme i operace č. 59, 85, 87 a 88.

Transport a chůze:

V rámci transportu a chůze při přetypování vytlačovací hlavy byly vybrány následující operace:

Tab. 4 Činnosti převedené na externí nebo eliminované v transportu a chůzi při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Průběžný čas (min)	Činnost operátora	Typ operace	Změna
4	0:01	0:19	Chůze pro očkový klíč a páku	INT	EXT
10	0:02	0:39	Cesta pro vysokozdvižný vozík	INT	EXT
13	0:02	0:53	Transport vytlačovací hlavy k lince	INT	EXT
14	0:02	0:55	Přerušení transportu (hlava se ne-vejde na šířku transportní cestou)	INT	Eliminace
15	0:03	0:58	Nasazení velkých vidlí na vyso-kozdvižném vozíku pro zdvih na délku	INT	Eliminace
17	0:02	1:08	Odvoz velkých vidlí	INT	EXT
20	0:03	1:15	Odchod pro vysokozdvižný vozík	INT	EXT
22	0:03	1:18	Jde do skladu nástrojů pro přísluš-enství k hlavě (hubice, trn, vytá-pěcí obojek s centrovacími šrouby, těsnící obojek)	INT	EXT
23	0:01	1:19	Cesta pro vysokozdvižný vozík	INT	EXT
24	0:05	1:24	Odstranění palet s materiálem a uvolnění prostor pro paletu s pří-slušenstvím	INT	Eliminace
25	0:02	1:26	Transport příslušenství k lince	INT	EXT
29	0:01	1:39	Odchod do skladu nástrojů pro šrouby	INT	EXT
32	0:01	1:47	Odchod k lince	INT	EXT
45	0:01	2:31	Cesta na sklad nástrojů pro šrouby k vytlačovací hubici	INT	EXT
46	0:04	2:35	Příchod se šrouby	INT	EXT
49	0:01	2:57	Přesun palety s příslušenstvím blíže k adaptéru hubice	INT	Eliminace
60	0:02	4:41	Chůze na sklad nástrojů pro další zásuvky	INT	EXT
64	0:01	4:49	Odchod pro posuvné měřidlo	INT	Eliminace
Celkový čas: 37 minut					

Identifikovalo se 18 činností, z nich lze 13 převést na externí a 5 lze úplně eliminovat, jak znázorňuje Tab. 4. Převedením činností snížíme čas, kdy linka nepracuje o 25 minut a eliminací zbylých pěti činností o 12 minut. Jedná se o tyto činnosti:

- Příprava nářadí (operace č. 4) – lze převést na externí. V průběhu přetypování si operátor chystal nářadí. Tuto operaci lze provést za chodu.
- Manipulace s vysokozdvižným vozíkem (operace č. 10, 17, 20, 23) - operace lze převést do doby kde je stroj v provozu. Jedná se o operace, které souvisí s přípravou přepravy vytlačovací hlavy. Řešením je zajištění vysokozdvižného vozíku a jeho přesun na požadované místo před zastavením výrobní linky (standardizace pracoviště).
- Operace č. 13 – transport vytlačovací hlavy ze skladu nástrojů k lince. Bude převedena na externí. Novou vytlačovací hlavu si operátor může připravit do prostor pily, pak ji přemístí na potřebné místo. Dojde tak úspoře času, kdy hlavu přepravuje přes výrobní pracoviště.
- Operace č. 14 - opakovaný transport vytlačovací hlavy k lince. Lze ji převést na externí. Hlava nevešla na šířku do přepravovaných prostor, bylo nutno ji přepravovat délku. Před přepravou musí operátor znát rozměry hlavy a rozměry transportních cest. Předejde tak zbytečné manipulaci při transportu hlavy.
- Operace č. 15 – bude převedena na externí činnost. Souvisí s operací č. 14. Jakmile operátor bude znát rozměry hlavy, automaticky před zahájení přetypování opatří vysokozdvižný vozík delšími vidlemi.
- Přeprava příslušenství k hlavě (operace č. 22, 25) - operace lze rovněž převést na externí. Při transportu palet s nástroji, je důležité pamatovat na jejich vhodné umístění, aby nepřekáželi při transportu vytlačovací hlavy. Palety nelze přesunout na místo výměny dříve než po výměně vytlačovací hlavy. Během výměny je vhodné uložit palety s nástroji společně s paletovým vozíkem podél prostor s pilou a značícího zařízení GNATA.
- Operace č. 24 - odstraňování překážek v průběhu transportu příslušenství k vytlačovací hlavě. Tyto činnosti lze eliminovat dodržováním již stanovených standardů úklidu.

- Operace č. 29, 32, 46, 64 - tyto činnosti jsou spojeny s opakovanou chůzí do skladu nástrojů pro spojovací materiál a nářadí. Spojovací materiál i nářadí lze připravit za chodu stroje. Bude převedena na externí.
- Špatné umístění palety s nářadím – operace č. 49. Činnost lze eliminovat. Jedná se o opakované přemísťování palety s nářadím v důsledku špatného odhadu vzdálenosti pro montáž. Pomocí vizualizace umístění palety u linky dosáhneme eliminace této činnosti.
- Chůze na sklad nástrojů pro kabely elektrického napájení (operace č. 60). Základem pro úspěšnou konverzi této operace na externí je identifikace typu napájení vytlačovací hlavy před její výměnou (za chodu stroje). Identifikaci provede elektrikář, který bude pověřen zapojováním napájení.

Úklid pracoviště:

V rámci úklidu pracoviště navrhuji provádět úklid prostor pro transport hlavy před začátkem přetypování (operace 9 a 35) a činnosti 62, 73, 75, 77 a 81 provádět až po opětovném uvedení linky do provozu.

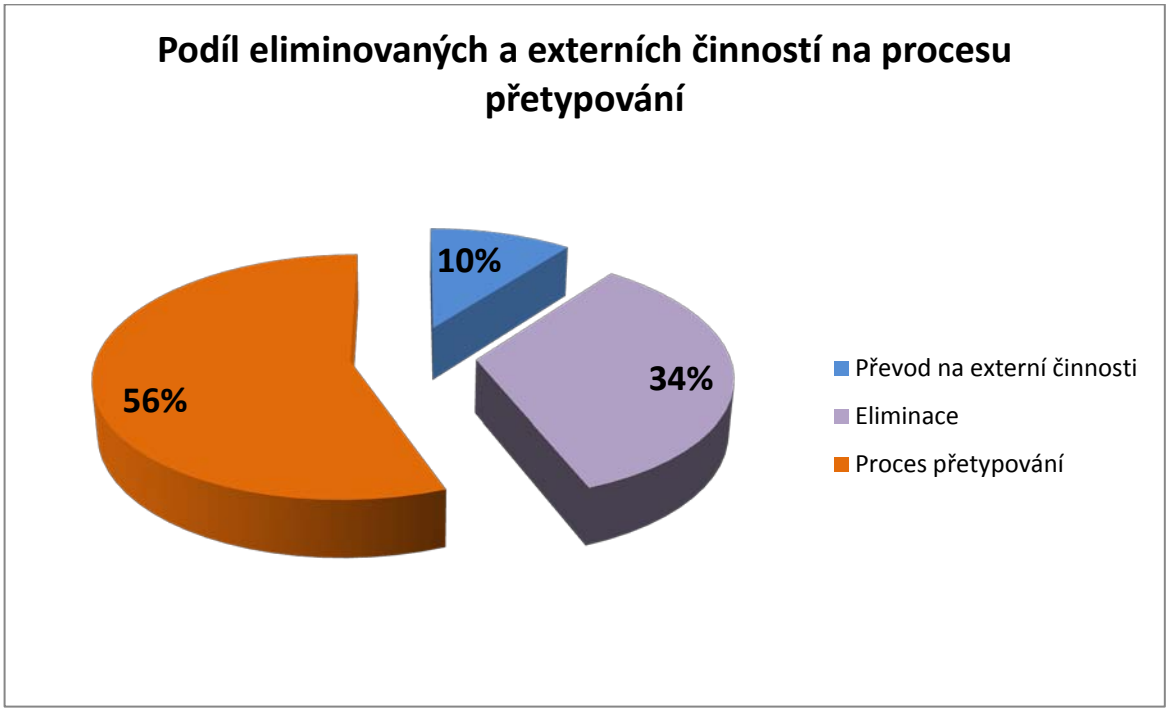
Tab. 5 Činnosti úklidu převedené na externí při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Celkový čas (min)	Činnost operátora	typ operace	Změna
9	0:07	0:37	Úklid prostor pro transport hlavy (odstranění železných lavic, košů s odpady, odšroubování železných žebříků)	INT	EXT
35	0:01	1:58	Montáž žebříku	INT	EXT
62	0:01	4:44	Úklid	INT	EXT
73	0:03	5:38	Úklid hořáku a nářadí	INT	EXT
75	0:04	5:43	Úklid nářadí	INT	EXT
77	0:01	5:50	Úklid lavic zpět na původní místo	INT	EXT
81	0:15	6:19	Úklid lavic, košů na původní místo	INT	EXT
Celkový čas: 32 minut					

Z Tab. 5 je zřejmé, že se jedná o úklid nářadí a prostor pro přetypování. Převodem těchto činností na externí snížíme čas, kdy linka nepracuje, o 32 minut.

Dosažená úspora času

Výsledná doba se u přetypování vytlačovací hlavy ve výše uvedených oblastech (neproduktivní, transportu a chůze a úklidu) sníží eliminací činností o 34 % (3 hodiny 4 minuty) a převodem činností na externí o 10 % (57 minut). Jednotlivý podíl převedených činností na externí a eliminovaných činností na celkovém procesu přetypování hlavy je zobrazen v Grafu 2.



Graf 3 Podíl eliminovaných a externích činností na procesu přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

7.3.2 **Přetypování nástrojů**

Neproduktivní činnosti:

Při přetypování nástrojů linky VS 4 byly vybrány z operace, které lze převést na externí nebo odstranit, uvedené v Tab. 6.

Tab. 6 Činností eliminované nebo převedené na externí v neproduktivní oblasti při přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

Č.	Čas operace (min)	Celkový čas (min)	Činnost operátora	typ operace	Změna
46	0:05	7:20	Odstranění překážek bránících vyzvednutí trnu a adaptéru hubice pro robustovou hlavu ve skladě nástrojů	INT	Eliminace
58	0:14	8:22	Příprava raznic do značícího zařízení GNATA	INT	EXT
61	0:07	9:27	Odstranění překážek bránících vyzvednutí paletě s kalibrem 225 mm a závěsným zařízením	INT	Eliminace
76	0:09	11:00	Vyplnění dokumentace	INT	EXT
77	0:04	11:04	Odevzdání dokumentace	INT	EXT
Celkový čas činností: 39 minut					

Celkově se identifikovalo 5 operací. Tři lze eliminovat zcela a dvě lze převést na externí Dosáhne se tak poklesu potřeby času pro přetypování o 39 minut. Jedná se o tyto operace:

- Operace č. 46, 61 – bude eliminována. Palety s granulátem a jiné věci, které nepatří do skladu nástrojů, blokují přístup pro nástroje. Tyto palety se musí přesunout zpět na místa pro ně určená.
- Operace č. 58 – činnost bude převedena na externí. Přípravu raznic lze provádět za chodu stroje.
- Operace č. 76, 77 – činnost bude převedena na externí. Veškerou dokumentaci lze vyplnit a odevzdat až po ukončení přetypování.

Transport a chůze:

V Tab. 7 jsou zobrazeny, činnosti v rámci chůze a transportu, které lze převést z interních na externí při přetypování nástrojů.

Tab. 7 Činností převedené na externí při transportu a chůzi u přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Průběžný čas (min)	Činnost operátora	Typ operace	Změna
6	0:01	2:12	Odchod s těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nářadí	INT	EXT
7	0:04	2:16	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
9	0:01	2:23	Odchod se silony 160 mm na sklad nástrojů	INT	EXT
10	0:01	2:24	Příchod se silony 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
14	0:01	2:30	Odchod s těsnícím průvlakem do skladu nástrojů	INT	EXT
15	0:04	2:34	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
21	0:01	2:44	Odchod se silony a těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nářadí	INT	EXT
22	0:01	2:45	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
25	0:01	2:50	Odchod se silony a těsnícím průvlakem 160 mm do skladu nářadí	INT	EXT
26	0:01	2:51	Příchod se silony 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
38	0:02	6:27	Odchod do skladu nástrojů s těsnícím průvlakem 160 mm	INT	EXT
39	0:04	6:31	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
41	0:01	7:02	Přesun těsnících průvlaků k lince	INT	EXT
45	0:01	7:15	Transport trnu, vytlačovací hubice do skladu nástrojů	INT	EXT
47	0:01	7:21	Dovezení vytlačovací hubice a trnu pro rozměr 225 mm	INT	EXT
55	0:01	7:57	Odchod se silony a těsněním 160 mm do skladu nářadí	INT	EXT
56	0:02	7:59	Příchod s těsnícím průvlakem 225 mm ze skladu nástrojů	INT	EXT
60	0:02	9:20	Odjezd s paletovým vozíkem do skladu nástrojů pro kalibr 225 mm	INT	EXT
62	0:04	9:31	Transport kalibru k lince	INT	EXT
71	0:03	10:15	Odvoz závěsného zařízení do skladu nářadí	INT	EXT
72	0:04	10:19	Příchod se silony 225 mm	INT	EXT
Celkový čas činností: 41 minut					

Všechny operace lze převést na externí. Jedná se o transport, související s přípravou nástrojů pro linku VS 4, který je možno provést za chodu stroje. Převodem těchto operací na externí dojde ke snížení času, při kterém je linka neproduktivní o 41 minut.

Nutné čištění, měření a kontrola:

V rámci této oblasti bylo identifikováno šest činností, které lze provádět za chodu stroje. Jejich seznam je uveden v Tab. 8.

Tab. 8. Činností kontroly a čištění převedené na externí při přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

Č.	Čas operace (min)	Průběžný čas (min)	Činnost operátora	Typ operace	Změna
78	0:01	4:50	Kontrola vodního filtru vakuové vany	INT	EXT
79	0:02	4:52	Čištění vodního filtru vakuové vany	INT	EXT
80	0:01	4:53	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 1	INT	EXT
81	0:02	4:55	Čištění vodního filtru chladící vany č. 1	INT	EXT
82	0:01	4:56	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 2	INT	EXT
83	0:02	4:58	Čištění vodního filtru chladící vany č. 2	INT	EXT
Celkový čas: 9 minut					

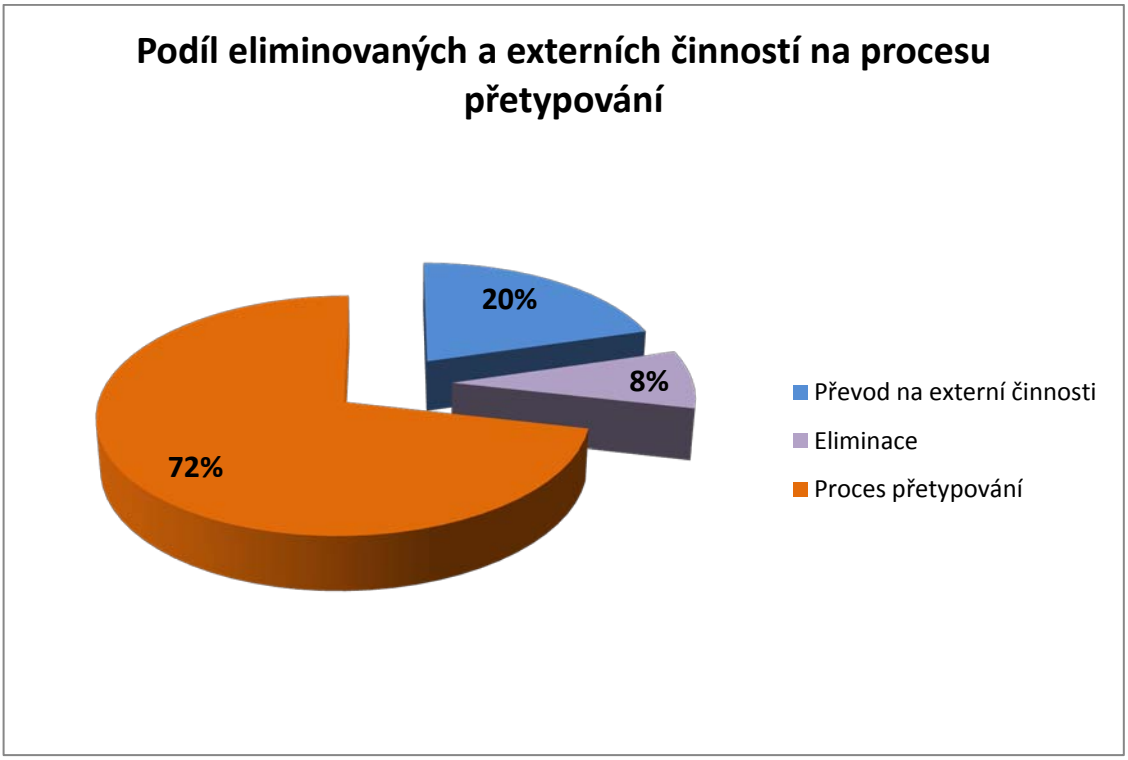
Jedná se o operace 78, 79, 80, 81, 82, 83. Všechny souvisí s kontrolou a čištěním vodních filtrů vakuové a vodních van. Všechny uvedené operace lze konvertovat na externí. Dosáhneme tak snížení času, kdy linka nepracuje o 9 minut.

Úklid

Poslední činnosti, kterými lze zkrátit čas, kdy linka nepracuje, jsou spojené s úklidem. Jedná se o operace 52 a 69. Převodem těchto činností snížíme čas přetypování o 5 minut.

Dosažená úspora času

Dosažená úspora času je 1 hodina 35 minut. Čas činností převedených na externí je 1 hodina 8 minut a čas eliminovaných činností je 27 minut.



Graf 4 Podíl eliminovaných a externích činností na procesu přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

7.4 Zkrácení časů externích činností

Veškeré návrhy uvedené v kapitolách 7.4 a 7.5 slouží pouze jako doporučení. Aplikací těchto návrhů lze však docílit snížení časů uvedených operací.

7.4.1 Přetypování vytlačovací hlavy

Operace č. 4, 29, 45, 46, 60, 64 zahrnují chůzi operátora pro nářadí a spojovací materiál potřebný při přetypování vytlačovací hlavy do skladu nástrojů. Tyto aktivity zpomalují čas přetypování o 10 minut. Pro jejich odstranění navrhuji využít pojízdného montážního vozíku. Na vozík si operátor může nachystat nářadí a spojovací materiál potřebný pro aktuální přetypování. Společně s montážním vozíkem doporučuji zakoupit dělící příčky do jednotlivých zásuvek a označit místa v montážním vozíku pro jednotlivá nářadí a spojovací materiál. Předejdeme tím hledání a promíchání různých typů spojovacího materiálu.

Obr. 17 Montážní vozík (Manutan, s.r.o., 2011)

7.4.2 **Přetypování nástrojů**

Při přetypování nástrojů na lince VS 4 navrhuji využít manipulačního vozíku. Do vozíku si operátor před přetypováním připraví jednotlivé nástroje. Odstraní se tak operace související s opakovanou chůzí pro stejný typ nástrojů. Jedná se o operace č. 6, 7, 9, 10, 14, 15, 21, 22, 25, 26, 38, 39, 41, 55, 56. Eliminací těchto činností snížíme čas potřebný pro přetypování o 30 minut. Obr. 18 slouží pouze jako návrh. Pro potřeby společnosti doporučuji možnost vyrobení manipulačního vozíku na míru, tak aby splňoval požadované specifikace potřebné při přetypování.

Obr. 18 Návrh manipulačního vozíku (vlastní zpracování)

7.5 Zkrácení časů interních činností

V Tab. 1 a Tab. 2. je zobrazen podíl nezbytných činností vykonávaných v průběhu přetypování. Doba těchto činností uvedených v kapitole 7.5.1. a 7.5.2. souvisí se šroubování, utahováním šroubů nebo matek.

7.5.1 **Přetypování vytlačovací hlavy**

Montáž příslušenství vytlačovací hlavy

Jedná se o operace č. 36, 42, 47, 52. Při těchto činnostech operátor utahuje šrouby pomocí imbusového klíče. Při procesech operátor šroubuje 34 minut, což je 85 % času těchto operací. Ke zkrácení neustálého utahování šroubů navrhuji využít ráčny s imbusovou hlavicí nebo aku utahováku.

Obr. 19 Narex ASR 14 - Utahovák rázový (Nářadí Tona, © 2012)

7.5.2 **Přetypování nástrojů**

Demontáž kalibru, silonů a těsnících průvlaků zabere při přetypování 1 hodinu a 5 minut. Při těchto operacích (operace č. 2, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 53, 54, 57) jsou ručně uvolňovány a přitahovány motýlové matice. Demontovaný kalibr je odložen na paletu a silony a těsnící průvlaky jsou odloženy podél linky. Tento proces je v průběhu montáže stejný s rozdílem, že se všechny matice utahují. Celkový čas, který operátor stráví povolováním nebo utahováním je 35 minut, což představuje 54 % času těchto operací. Jelikož se při procesu používá stejný typ motýlových matic, doporučuji nahradit je rychloupínacími maticemi. Zkrátí se tak montážní a upínací časy o 40 % a výsledný čas potřebný pro utahování a povolování se sníží na 21 minut.

Obr. 20 Matice TWIN NUT (Naros, s.r.o., © 2008-2012)

Další operací, kde je možné zkrátit průběh času je demontáž a montáž seřizovacích šroubů na robustové hlavě (operace č. 30, 50). Celková dobra trvání operací je 26 minut. Operátor při těchto operacích využívá k uvolnění vytlačovací hubice a obojku se seřizovacími šrouby imbusového klíče. Vymění nástroje a opět přišroubuje. Stejně jako v případě montáže příslušenství k vytlačovací hlavě doporučuji využít ráčnu s imbusovým nástavcem nebo aku utahovák.

7.6 Další opatření pro zkrácení času

7.6.1 **Standardizace**

Jednou z možností pro zkrácení časů přetypování je standardizace. V průběhu přetypování operátor často chodil na sklad nástrojů, hledal spojovací materiály nebo odstraňoval překážky při transportu. Východiskem je dodržování standardů stanovených pro přípravu a odkládání nástrojů a nářadí. Důležité je dodržování standardů úklidu. Navrhuji stanovit i standard pro přepravu vytlačovací hlavy, kterým se operátor bude řídit. Předejde se tak plýtvání v podobě hledání, nadbytečné manipulaci a chůzi. V případě nedodržování těchto standardů navrhuji zavést opatření (pokuty). A naopak pokud operátor bude vzorně dodržovat stanovené pokyny a bude mít rychlé časy přetypování, využít motivačních prvků. (např. zavést nástěnku, kde bude vyvěšeno jeho jméno a pochvala, dostane bonus k přestávce 15 min nebo finanční ohodnocení apod.).

7.6.2 **Koordinace práce**

Koordinace práce je důležitým prvkem při přetypování. Je zřejmé, že operátor většinu práce provádí sám. Jsou však činnosti, u kterých je vhodné využít týmové práce:

- Úklid prostor pro transport vytlačovací hlavy - zahrnuje i přesun kovových lavic, která operátor sám nezvládne odklidit. Musí počkat na operátora z jiné linky, až bude mít čas a společně je odklidí.
- Manipulace s hlavou – vzhledem k velké hmotnosti vytlačovací hlavy, operátor nedokáže sám s hlavou efektivně manipulovat a musí čekat na operátora z jiné linky, aby mu asistoval.
- Zapojování elektrického napájení – operátor není proškolen v zapojování elektrického napájení vytlačovací hlavy, čeká, než přijde zodpovědné osoba.

Navrhuji určit osoby, které budou asistovat operátorovi při přetypování. Tyto osoby je důležité seznámit s průběhem přetypování a časově je koordinovat, tak aby byly v daný moment k dispozici.

7.7 Finální jízdní řád

Aplikací metody SMED byly některé činnosti přesunuty z interních na externí nebo došlo k jejich úplné eliminaci. V kapitolách 7.7.1 a 7.7.2 jsou uvedeny jednotlivé finální jízdní řády pro přetypování. V jízdních řádech nejsou započítány přestávky, jelikož nejsou součástí procesu přetypování. Jsou rozděleny dle typů přetypování, tzn. na přetypování vytlačovací hlavy a na přetypování nástrojů. Zeleně jsou označeny činnosti, které lze vykonávat za chodu linky, ostatní činnosti se musí provádět v době nečinnosti linky.

7.7.1 Přetypování vytlačovací hlavy

Tab. 9 Nový jízdní řád přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Kumulativní celkový čas (min)	Činnost operátora	Asistence
1	0:09	0:09	Úklid prostor pro transport hlavy (odstranění železných lavic, košů s odpady, odšroubování železných žebříků)	Operátor
2	0:10	0:19	Příprava nářadí a spojovacího materiálu a hořáku	
3	0:05	0:24	Příprava příslušenství k hlavě (hubice, trn, vytápěcí obojek s centrovacími šrouby, těsnící obojek)	
4	0:02	0:26	Přesun nové vytlačovací hlavy k lince	

5	0:15	0:41	Vyjetí linky	
6	0:02	0:43	Odpojení páskovacího stroje	
7	0:01	0:44	Čištění spojů	
8	0:04	0:48	Odšroubování matice na vytlačovací hlavě	
9	0:05	0:53	Odpojení elektrického napájení hlavy	
10	0:01	0:54	Demontáž těsnícího obojku	
11	0:01	0:55	Odstranění zbytku nečistot na vytlačovací hlavě	
12	0:08	1:03	Transport vytlačovací hlavy do skladu nástrojů	
13	0:06	1:09	Manipulace s novou vytlačovací hlavou (umístění k lince)	Operátor
14	0:04	1:13	Transport příslušenství k lince	
15	0:04	1:17	Zavezení vysokozdvižného vozíku	Operátor
16	0:02	1:19	Utažení šroubů u rozdělovače tepla	
17	0:13	1:32	Zapojení kabelů elektrického napájení vytlačovací hlavy	Elektrikář
18	0:02	1:34	Nasazení trnu	
19	0:04	1:38	Nasazení vytápěcího obojku se seřizovacími šrouby jeřábem na vytlačovací hlavu	
20	0:05	1:43	Montáž šroubů na vytápěcí obojek se seřizovacími šrouby	
21	0:01	1:44	Utažení matice k trnu	
22	0:19	2:03	Montáž šroubů na vytápěcí obojek seřizovacích šroubů	
23	0:02	2:05	Nasazení vytlačovací hubice pomocí jeřábu	
24	0:05	2:10	Nasazení utahovacích obojků na vytlačovací hubici	
25	0:14	2:24	Utažení šroubů na obojcích	
26	0:03	2:27	Úprava polohy páskovacího stroje	
27	0:02	2:29	Propojení extruderu pro vytlačování pásků k vytlačovací hlavě	
28	0:02	2:31	Úprava polohy páskovacího stroje	
29	0:02	2:33	Úprava typu páskování na vytlačovací hlavě	
30	0:01	2:34	Utažení obojku hlavice	
31	0:02	2:36	Kontrola zahřívání hlavy	
32	0:20	2:56	Demontáž ložiska vytlačovací hlavy	
33	0:03	2:59	Kontrola rozměrů ložiska	
34	0:02	3:01	Propojení vytlačovací hlavy s extruderem	Operátor
35	0:03	3:04	Propojení vytlačovací hlavy s extruderem pro vytlačování pásků	
36	0:07	3:11	Utažení těsnícího obojku	
37	0:01	3:12	Utažení matice na trnu	

38	0:06	3:18	Centrování vytlačovací hubice	
39	0:02	3:20	Doplnění materiálu do extruderu pro vytlačování pásků	
40	0:10	3:30	Připojení granulátu ze sila	
41	0:02	3:32	Kontrola sání vstupního materiálu	
42	0:13	3:45	Zpětný návin vyjetého materiálu	
43	0:09	3:54	Dotažení adaptéru hubice	
44	0:05	3:59	Napojování starého a nového materiálu	
45	0:30	4:29	Regulace tvaru pomocí vzduchového ventilu	
46	0:09	4:38	Úklid prostor pro transport hlavy (odstranění železných lavic, košů s odpady, odšroubování železných žebříků)	Operátor
47	0:15	4:53	Úklid nářadí, spojovacího materiálu, paletového vozíku	
Celkový čas: 4 hodiny 53 minut				

Předpokládaná doba trvání navrhovaného přetypování je 4 hodiny a 53 minut. Činnosti, které lze vykonat za chodu stroje trvají 50 minut, což znamená, že doba kdy linka nepracuje, trvá 4 hodiny 3 minuty. Ve srovnání s původním jízdním řádem se jedná o snížení času, kdy linka nepracuje o 54 %.

7.7.2 **Přetypování nástrojů**

Tab. 10 Nový jízdní řád přetypování nástrojů (vlastní zpracování)

Číslo operace	Čas operace (min)	Průběžný čas (min)	Činnost operátora
1	0:05	0:05	Příprava nástrojů a nářadí
2	0:14	0:19	Příprava raznic do značícího zařízení
3	0:01	0:20	Transport nástrojů k lince
4	0:15	0:35	Vyjetí linky
5	0:03	0:38	Demontáž původního kalibru
6	0:01	0:39	Čištění původního kalibru
7	0:03	0:42	Montáž nového kalibru
8	0:03	0:45	Upevnění kalibru maticemi
9	0:06	0:51	Napojení hadic s vodou na kalibr
10	0:03	0:54	Čištění kalibru ve vakuové vaně
11	0:02	0:56	Demontáž silonů 160 mm ve vakuové vaně
12	0:02	0:58	Montáž silonů ve vakuové vaně
13	0:03	1:01	Demontáž těsnícího průvlaku 160 mm na vakuové vaně

14	0:03	1:04	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na vakuovou vanu
15	0:02	1:06	Demontáž těsnícího průvlaku u chladící vany č. 1
16	0:02	1:08	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na chladící vanu č. 1
17	0:03	1:11	Demontáž silonů 160 mm v chladící vaně č. 1
18	0:03	1:14	Montáž silonů v chladící vaně č. 1
19	0:02	1:16	Demontáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 1
20	0:02	1:18	Montáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 1
21	0:02	1:20	Demontáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 2
22	0:03	1:23	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na chladící vaně č. 2
23	0:03	1:26	Demontáž silonů v chladící vaně č. 2
24	0:03	1:29	Montáž silonů 225 mm ve chladící vaně č. 2
25	0:02	1:31	Demontáž těsnícího průvlaku na chladící vaně č. 2
26	0:02	1:33	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na chladící vaně č. 2
27	0:02	1:35	Utažení šroubů u rozdělovače tepla
28	0:12	1:47	Demontáž obojku se seřizovacími šrouby na robustové hlavě
29	0:03	1:50	Demontáž vytlačovací hubice
30	0:01	1:51	Odpojení vytápěcího obojku robustové hlavy
31	0:03	1:54	Čištění robustové hlavy
32	0:04	1:58	Odtažení šroubů připevňujících trn na robustové hlavě
33	0:15	2:13	Vysunutí trnu
34	0:03	2:16	Čištění usazenin kolem trnu na robustové hlavě
35	0:03	2:19	Demontáž těsnícího průvlaku 160 mm z robustové hlavy
36	0:07	2:26	Montáž těsnícího průvlaku 225 mm na robustovou hlavu
37	0:01	2:27	Demontáž vytlačovací hubice z robustové hlavy pomocí jeřábu
38	0:04	2:31	Demontáž trnu z robustové vytlačovací hlavy
39	0:02	2:33	Čištění robustové hlavy
40	0:09	2:42	Montáž trnu
41	0:14	2:56	Montáž vytlačovací hubice a seřizovacích šroubů
42	0:04	3:00	Montáž vytápěcího obojku na vytlačovací hubici
43	0:01	3:01	Výměna raznic na potiskovacím zařízení
44	0:13	3:14	Zpětný návin vyjetého materiálu do linky
45	0:05	3:19	Napojování starého a nového materiálu
46	0:30	3:49	Regulace tvaru pomocí vzduchového ventilu
47	0:01	3:50	Kontrola vodního filtru vakuové vany
48	0:02	3:52	Čištění vodního filtru vakuové vany
49	0:01	3:53	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 1
50	0:02	3:55	Čištění vodního filtru chladící vany č. 1
51	0:01	3:56	Kontrola vodního filtru chladící vany č. 2
52	0:02	3:58	Čištění vodního filtru chladící vany č. 2
53	0:10	4:08	Úklid vyměněných nástrojů linky VS 4 do skladu nástrojů

54	0:09	4:17	Vyplnění dokumentace
55	0:04	4:21	Odevzdání dokumentace
Celkový čas: 4 hodiny 21 minut			

Předpokládaný celkový čas u navrhovaného jízdního řadu přetypování nástrojů je 4 hodiny 21 minut. Délka trvání externích činnosti je 52 minut. Operace, které je nutné provést v době, kdy linka nepracuje, trvají 3 hodiny 29 minut. Přetypování je tedy kratší o 37 % ve srovnání s původním jízdním řádem.

7.8 Riziková analýza

Rizikem při zavádění toho projektu může být neochota a nezájem zaměstnanců. Jelikož jakékoli zavádění nových metod většinou způsobuje tuto reakci. Proto je nutné důkladně seznámit zaměstnance s daným projektem, vysvětlit jim proč je nutné něco měnit a jaký to bude mít přínos. V rámci přínosu pro zaměstnance je vhodné zavést motivační prvky formou hmotného i nehmotného ohodnocení a zajistit tak zapojení všech účastníků.

7.8.1 **Kritéria pro úspěšné zavedení projektu**

- Spolupráce s pracovníky výroby a vedením společnosti.
- Zaškolení pracovníků výroby a seznámení s novým postupem.
- Vytvoření vhodných pracovních podmínek pro dodržování nových postupů přetypování.

7.9 Ekonomické zhodnocení

Reporty o produkci a náklady na linku, když nevyrábí, vycházejí z údajů poskytnutých společností.

7.9.1 **Navýšení produkce linky**

Původní doba přetypování vytlačovací hlavy na lince VS 4 činila 8 hodin 51 minut. Po aplikaci metody SMED se zkrátil čas, kdy linka nepracuje na 4 hodiny 3 minuty. Při přetypování nástrojů linky VS 4 byla doba přetypování 5 hodin 33 minut a aplikací metody SMED byl čas, kdy linka nepracuje snížen na 3 hodiny 29 minut.

Celková úspora je tedy 4 hodiny 48 minut v případě přetypování vytlačovací hlavy a 2 hodiny 4 minuty v případě přetypování nástrojů. Přetypování vytlačovací hlavy se provádí 4 x za rok a přetypování nástrojů 2x za měsíc (24 za rok). Celková roční úspora je tedy 68,8 hodin. Průměrná produkce linky za hodinu je 0,316 tun.

Roční přínos = 68,8 * 0,316 = **21,74 tun**

7.9.2 **Snížení nákladů spojených nečinností linky**

Náklady spojené nečinností linky jsou 699,60,- Kč za hodinu. Roční úspora časů přetypování je 68, 8 hodin.

Roční úspora nákladů = 699,60 * 68,8 = **48 132,48,- Kč.**

7.10 Finanční rozpočet projektu

Rozpočet projektu nebyl stanoven. Navrhovaná řešení se z větší části obejdou bez investic, zbývající se však bez investice neobejdou. Jedná se o tyto investice (uvedené ceny jsou pouze orientačního charakteru):

- 1x Montážní vozík - 9 999,- Kč
- 1x Dělící příčky do montážního vozíku – 269,- Kč
- 1x Manipulační vozík s kovovou základnou - 6 127,- Kč
- 1x Narex ASR 14 - Utahovák rázový - 8490,- Kč
- Ráčnová souprava 3528,- Kč
- 94 x Matice TWIN NUT - 29 704,- Kč

Celková investice = 58 117,- Kč.

7.11 Splnění cílů diplomového projektu

Prvotní cíl mé diplomové práce bylo zhodnotit současný stav přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů na lince VS 4. Byl proveden na základě údajů získaných z pozorování přetypování. Analýzou současného stavu byly zjištěny časové ztráty při přetypování. Hlavní cíl bylo snížení časů přetypování na lince VS 4. Pomocí aplikace metody SMED se dosáhlo

snížení doby přetypování vytlačovací hlavy o 54 % a přetypování nástrojů o 37 %, což potvrzují finální jízdní řády v kapitole 7.7. V případě, že bude projekt realizován, zvýší se roční produkce linky VS 4 o 21, 74 tun a sníží se náklady na linku v době kdy je neproduktivní o 48 132,48,- Kč.

7.12 Další návrhy pro zlepšení

- Zlepšení stávající vizualizace pro umístění vytlačovací hlavy k extruderu.
- Zapojit při přetypování vytlačovací hlavy i nástrojů dva operátory a snížit tak čas přetypování - pokud bude operátor k dispozici.
- Zavedení Job rotation - snížení stereotypu, zvýšení kvalifikace operátorů (výhodné pro přetypování, operátor, který běžně na lince nepracuje bude znát jednotlivé součásti linky a potřebné nástroje).
- Zavedení Skill Matrix - zlepšení přehledu o dovednostech pracovníků, lze využit i při ohodnocování pracovníků.

ZÁVĚR

V diplomové práci jsem se zabýval aplikací metody SMED ve výrobním procesu společnosti Pipelife Czech, s.r.o. Cílem této diplomové práce bylo zkrátit dobu přetypování na lince VS 4. Linka byla pro aplikaci metody SMED vybrána, jelikož se podílí významně na celkovém objemu produkce (20 %) a společnost pro ni získala další výrobní projekty. Přetypování na lince VS 4 se rozlišuje na dva druhy, přetypování nástrojů linky a přetypování vytlačovací hlavy. V práci jsem se zaměřil na oba druhy přetypování.

V teoretické části práce jsem zpracoval teoretické poznatky z odborné literatury. Představil jsem moderní a klasické průmyslové inženýrství, produktivitu a detailně popsal metodu SMED, která je základem této práce.

V analytické části jsem se zaměřil na představení společnosti Pipelife Czech s.r.o., její politiku kvality, výrobkové portfolio, misi a vizi. Dále jsem popsal výrobním úsek firmy a současný postup přetypování vytlačovací hlavy a nástrojů na lince VS 4. Analýzou jízdních řádů přetypování byly identifikovány zřejmé nedostatky, zejména nadbytečné plýtvání, špatné předávání informací při přetypování a dlouhé časy přetypování.

Na základě údajů získaných z analytické části jsem v projektové části navrhl opatření, kterými lze dobu přetypování zkrátit. Za využití metody SMED jsem dosáhl snížení doby přetypování. Výsledkem bylo snížení času přetypování vytlačovací hlavy o 54 % (snížení času, kdy linka nepracuje o 4 hodiny a 3 minuty) a času přetypování nástrojů o 37 % (snížení času, kdy linka nepracuje o 2 hodiny a 4 minuty).

Pro zavedení navrhovaných změn doporučuji provést přetypování znovu. Proces se může v této fázi jevit bez časových rezerv, ale jistě se mohou dalším pozorováním najít způsoby pro snížení časů přetypování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, ISBN 80-7179-471-6.

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2001. *Ako zvyšovať produktivitu firmy.* 1. vydání. Žilina: InFORM. ISBN80-968583-1-9.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik.* 1. vydání. Praha:

Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.

LÍBAL VLADIMÍR a kol., 1976. *Organizace a řízení výroby.* 2. nezměněné vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury.

LIKER, Jeffrey, 2007 *The Toyota way: 14 management principles from the world*. 1. vydání. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-139231-9.

MAŠÍN, Ivan, 2005 *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby.* 1. vydání. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství.* 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-0-8.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *TPM: Management a praktické zavádění.* 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody*

průmyslového inženýrství. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

SLAMKOVÁ, Eva, 1997. *Priemyslové inžinierstvo.* 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita.

ISBN 80-7100-373-5.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy.* 2. upravené vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

Internetové zdroje

DLABAČ, Jaroslav - 2012a. *Štíhlá výroba - používané metody a nástroje*. Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/70487.stihla-vyroba-8211-pouzivane-metody-a-nastroje

DLABAČ, Jaroslav - 2012b. *Analýza a měření práce*. Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/70803.analyza-a-mereni-prace/

Manutan, s.r.o. *Montážní vozík*. [online]. Manutan.cz, 2012. [cit. 2012-08-04]. Dostupné z http://www.manutan.cz/montazni-vozik-classic_M276051.html

Naros, s.r.o. *Matice TWIN NUT*. [online]. Naros.cz, © 2008-2012 [cit. 2012-08-04]. Dostupné z http://www.naros.cz/shopcz/product.php?id_product=2167

Nářadí Tona. *Narex ASR 14 - Utahovák rázový*. [online]. Nářadí-tona.cz © 2012 [cit. 2012-08-04]. Dostupné z http://www.naradi-tona.cz/p/42905/narex-asr-14-es-utahovak-razovy-144v-26ah-montazni-1-2-vnejsi-4-hran-206-nm-00648647

Pipelife Czech – 2011a, *O nás*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/

Pipelife – 2011b, *Stránky společnosti Pipelife Czech, s.r.o*. [online]. Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/about-us/o-nas.php

Pipelife Czech – 2011c, *Politika jakosti*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/quality/politika-jakosti.php

Pipelife Czech – 2011d, *Kvalita*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/quality/quality.php

Pipelife Czech – 2011e, *Produkty*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/products/sortiment-prehled.php

Pipelife Czech – 2011f, *Kanalizační systémy*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/products/produkty-kanalizacni-systemy.php

Pipelife Czech – 2011g, *Plynovodní systémy*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/media/cz/pdf_downloads/SUPERaROBUSTpipePLYN_14.pdf

Pipelife Czech – 2011h, *Mise & Vize*. [online]. Web společnosti Pipelife Czech, s.r.o. 2011 [cit. 2012-07-04]. Dostupné z: http://www.pipelife.cz/cz/about-us/mise-vize.php

Interní materiály společnosti

Schéma linky VS 4

Školící materiály společnosti Pipelife Czech s.r.o.

Reporty o produkci

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Metodika 5S.
apod.	A podobně
DM	Dimenze
EXT	Externí
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung (společnost s ručením omezeným)
INT	Interní
ISO	International Standard Organisation, certifikát
Kg	Kilogram (jednotka hmotnosti)
m	Metr (jednotka délky)
min	Minuta (jednotka času)
mm	Milimetr (jednotka délky)
např.	Například
PE	Polyetylen (umělá hmota)
PP	Polypropylen (umělá hmota)
PVC	Polyvinylchlorid (umělá hmota)
Skill Matrix	Matice znalostí
SMED	Single-Minute Exchange of Die (Metoda pro optimalizaci seřizování)
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným (jedna z forem právnických osob)
VSM	Value stream mapping (technika štíhlé výroby)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Pozorovací list pro snímek pracovního dne (Dlabač - 2012b © 2005-2012) 20
Obr. 2 Kroky systému SMED (Mašín a Vytlačil, 2000) 23
Obr. 3 Prostředky pro naplnění prvního kroku SMED (Mašín a Vytlačil, 2000) 24
Obr. 4 Prostředky pro zkrácení časů přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000) 25
Obr. 5 Logo společnosti (Pipelife Czech, 2011b) 28
Obr. 6 Potrubí pro kanalizační systémy (Pipelife Czech, 2011f) 30
Obr. 7 Potrubí plynovodní systémy (Pipelife Czech, 2011g) 30
Obr. 8 Tabule výroby (vlastní zdroj) 32
Obr. 9 Přímá vytlačovací hlava na trubky (vlastní zdroj) 33
Obr. 10 Kalibr (vlastní zdroj) 34
Obr. 11 Robustová hlava (vlastní zdroj) 34
Obr. 12 Značící zařízení GNATA - vlevo; pila - vpravo (vlastní zdroj) 35
Obr. 13 Schéma linky VS 4 (interní zdroj) 35
Obr. 14 Promíchané šrouby (vlastní zpracování) 47
Obr. 15 Palety s granulátem ve skladu nástrojů (vlastní zpracování) 47
Obr. 16 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování) 50
Obr. 17 Montážní vozík (Manutan, s.r.o., 2011) 61
Obr. 18 Návrh manipulačního vozíku (vlastní zpracování) 61
Obr. 19 Narex ASR 14 - Utahovák rázový (Nářadí Tona, © 2012) 62
Obr. 20 Matice TWIN NUT (Naros, s.r.o., © 2008-2012) 63

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Jízdní řád přetypování vytlačovací hlavy na lince VS 4 (vlastní zpracování) 38
Tab. 2 Jízdní řád přetypování nástrojů na lince VS 4 (vlastní zpracování) 43
Tab. 3 Činnosti eliminované v neproduktivní oblasti při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 51
Tab. 4 Činnosti převedené na externí nebo eliminované v transportu a chůzi při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 53
Tab. 5 Činnosti úklidu převedené na externí při přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 55
Tab. 6 Činností eliminované nebo převedené na externí v neproduktivní oblasti při přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 57
Tab. 7 Činností převedené na externí při transportu a chůzi u přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 58
Tab. 8. Činností kontroly a čištění převedené na externí při přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 59
Tab. 9 Nový jízdní řád přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 64
Tab. 10 Nový jízdní řád přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 66

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Procentuální rozložení činností v jízdním řádu přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 42
Graf 2 Procentuální rozložení činností v jízdním řádu přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 46
Graf 3 Podíl eliminovaných a externích činností na procesu přetypování vytlačovací hlavy (vlastní zpracování) 56
Graf 4 Podíl eliminovaných a externích činností na procesu přetypování nástrojů (vlastní zpracování) 60