

Využití metody SMED na in-line stroji ve výrobní firmě.

Michal Jurníček

Bakalářská práce
2025



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: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Michal Jurníček
Osobní číslo: M22367
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Využití metody SMED na inline stroji ve výrobní firmě

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů se zaměřením na metodu SMED.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav procesu přetypování na inline stroji.
- Na základě výsledků analýzy navrhněte vhodná řešení s využitím metody SMED.
- Zhodnotte navrhované řešení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean: A practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA*. Boca Raton: American Lean SD LLC, 2016. ISBN 978-153-9322-948.

DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system*. Boca Raton: CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4987-0887-6.

MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

MANN, David. *Creating a lean culture: Tools to sustain lean conversions*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-14-8224-323-9.

TELSANG, Martand Tamanacharya. *Industrial engineering and production management*. New Delhi: S. Chand and Company Limited, 2017. ISBN 978-93-525-3379-4.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **23. května 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem opatření vedoucích ke zkrácení časů přestaveb u in-line strojů ve vybrané společnosti. Hlavním cílem práce je dosáhnout zkrácení přestavbových časů o 6 % pomocí implementace metody SMED. Teoretická část se zaměřuje na vybrané oblasti štíhlého podniku, průmyslového inženýrství a metod, které se používají pro zefektivnění výrobních procesů, se zvláštním důrazem na metodu SMED. Praktická část se skládá z analýzy současného stavu přestaveb, identifikaci ztrátových míst a návrhu opatření na jejich odstranění. Na závěr jsou zhodnoceny dosažené výsledky a přínos navrhovaného řešení pro provoz společnosti.

Klíčová slova: štíhlý podnik, plýtvání, Six Sigma, průmyslové inženýrství, SMED, přestavby

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on designing measures to reduce changeover times on in-line machines in a selected company. The main goal of the thesis is to achieve a 6% reduction in changeover times through the implementation of the SMED method. The theoretical part is dedicated to selected topics in lean enterprise, industrial engineering, and methods used to streamline production processes, with a specific focus on the SMED methodology. The practical part includes an analysis of the current state of changeovers, identification of inefficiencies, and a proposal of actions to eliminate them. The thesis concludes with an evaluation of the achieved results and the benefits of the proposed solutions for the company's operations.

Keywords: Lean enterprise, Waste, Six Sigma, Industrial Engineering, SMED, Changeovers

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Lucii Macurové, Ph.D., za vedení mé bakalářské práce a cenné rady při jejím vytváření. Taktéž bych chtěl poděkovat společnosti greiner packaging Slušovice, s.r.o., za to, že jsem měl perfektní prostředí, díky kterému tato bakalářská práce mohla vzniknout. Hlavně bych chtěl poděkovat kolegům z kanceláře průmyslového inženýrství, kteří mi předali skvělé rady v aplikování teorie v praxi.

V neposlední řadě bych chtěl vyjádřit dík komukoliv, kdo mi byl při psaní bakalářské práce nápomocen, obzvláště pak mé rodině za její nikdy nekončící podporu během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE A METODY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	14
1.1 POČÁTEK ŠTÍHLÉHO KONCEPTU	14
1.2 ŠTÍHLÝ KONCEPT A DŮVOD JEHO POUŽITÍ	15
1.3 SKLADBA ŠTÍHLÉHO PODNIKU	16
1.3.1 Štíhlá výroba	16
1.3.2 Štíhlá administrativa.....	16
1.3.3 Štíhlá logistika	17
1.3.4 Štíhlý vývoj	18
1.4 LEAN TOOLS.....	18
1.5 SIX SIGMA.....	22
1.5.1 Metodiky Six Sigma.....	22
1.5.2 Lean Six Sigma	23
1.5.3 Plýtvání.....	24
1.5.4 Prostoje.....	25
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	26
2.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	26
2.2 TECHNIKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	27
2.3 NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRA.....	28
2.4 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	30
2.4.1 Analýza velkých dat	30
2.4.2 Ishikawa diagram	32
2.4.3 Metoda 5S	32
2.4.4 Digitalizace.....	34
3 METODA SMED.....	37
3.1 KONCEPT METODY SMED.....	37
3.2 APLIKACE METODY SMED.....	38
SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	42
4.1 HISTORIE GREINER AG	42
4.1.1 Dělení společnosti Greiner AG	43
4.2 SPOLEČNOST GREINER PACKAGING SLUŠOVICE S.R.O.	44
4.3 VÝROBNÍ STŘEDISKA.....	45

4.3.1	Výrobní střediska	45
4.3.2	Dekorační středisko	46
4.4	VÝROBKY.....	47
4.5	ZODPOVĚDNÉ OSOBY PRO PŘESTAVBY.....	48
4.5.1	Seřizovač	48
4.5.2	Technolog	48
4.5.3	Vedoucí výroby	48
4.5.4	Plánovač výroby	48
4.6	NÁSTROJE PRO SLEDOVÁNÍ VÝROBY.....	49
5	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘETÝPOVÁNÍ NA IN-LINE STROJI.....	50
5.1	ZPRACOVÁNÍ DAT ZE SYSTÉMU MES.....	50
5.1.1	Chyby v datech.....	51
5.1.2	Úprava dat.....	51
5.2	TYPY PŘESTAVEB	57
5.2.1	Malá přestavba	57
5.2.2	Velká přestavba	57
5.3	POPIS IN-LINE STROJE	57
5.4	POPIS ČINNOSTÍ SEŘIZOVAČŮ U MALÝCH PŘESTAVEB	61
5.4.1	Celkový čas přestaveb za sledované období	62
5.5	STANOVENÍ VHODNÉHO ZAČÁTKU PRO IMPLEMENTACI METODY SMED.....	63
6	ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY	64
6.1	PŘEDSTAVENÍ PROBLEMATIKY	64
6.2	MĚŘENÍ VE VÝROBĚ	65
6.2.1	Snímky	66
7	VYTVOŘENÉ NÁVRHY PRO ZEŠTÍHLENÍ INTERNÍCH PROCESŮ.....	68
7.1	NÁVRHY.....	68
7.1.1	Inovativní pojetí přestaveb	69
8	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	70
8.1	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ.....	71
	ZÁVĚR.....	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
	SEZNAM TABULEK.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	79
	SEZNAM PŘÍLOH.....	80

ÚVOD

Zvyšující se tlak na efektivitu výroby, flexibilitu dodávek a minimalizaci prostojů vede výrobní podniky k intenzivnějšímu využívání metod průmyslového inženýrství. I když se tyto metody vyvíjely zejména v zahraničních podmínkách, jejich principy jsou stále častěji využívány také v českém průmyslu, kde mohou výrazně přispět ke zlepšení výkonnosti i konkurenceschopnosti. Jednou z osvědčených metod v oblasti zkracování časů přetypování je metoda SMED (Single-Minute Exchange of Die), která umožňuje optimalizaci přípravných operací ve výrobním procesu.

Teoretická část práce je zaměřena právě na pochopení této metody a klíčových souvisejících konceptů. Nejprve je představen koncept štíhlého podniku, který definuje základní principy eliminace plýtvání. Následně je rozebrána role průmyslového inženýrství, jehož nástroje a systematický přístup vytvářejí předpoklady pro úspěšnou aplikaci SMED. V závěru teoretické části je detailně rozpracována samotná metoda SMED a to její vývoj, principy a podmínky úspěšného nasazení. Teoretické kapitoly tak vytvářejí nezbytný základ pro praktickou implementaci této metody v konkrétním výrobním prostředí.

Praktická část se zaměřuje na analýzu současného stavu přestaveb u in-line strojů ve vybraném podniku a návrhů konkrétních opatření, které povedou ke zkrácení interních činností. Úvodem je stručně představena společnost a následné zpracování výrobních dat v MS Excelu, dále záznam a analýza reálných přestavbových činností a identifikace hlavních příležitostí ke zlepšení času přetypování. Na základě této analýzy jsou navržena konkrétní organizační opatření, jejichž zavedení by mělo vést ke zkrácení času přetypování o více než 6 %. Závěr praktické části se věnuje shrnutí přínosů navržených změn a jejich očekávanému dopadu na efektivitu výroby.

CÍLE A METODY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je navrhnout opatření vedoucí ke zkrácení času přestaveb u in-line strojů ve vybrané společnosti o 6 %. K dosažení tohoto cíle je využita metoda SMED, která slouží k analýze a následnému zefektivnění přestavbového procesu. V rámci této práce je pozornost věnována především interním činnostem, jejichž doba trvání má být snížena prostřednictvím organizačních úprav. Technologické změny jsou záměrně ponechány na budoucí fázi optimalizace.

Díličními cíli je úspěšné zpracování výrobních dat v prostředí MS Excel a správné použití metody SMED, která na základě provedené analýzy umožní navrhnout konkrétní opatření vedoucí ke zlepšení aktuální situace.

V praktické části byly využity následující metody:

❖ SMED (Single-Minute Exchange of Die)

Metoda byla využita pro podrobnou analýzu jednotlivých činností během přetypování. Zaměřila se na optimalizaci interních činností, u kterých byly navrženy konkrétní úpravy s cílem snížit jejich časovou náročnost.

❖ Analýza velkých dat

Z dat podnikového informačního systému byly vybrány a následně zpracovány informace týkající se jednotlivých přestaveb. Výsledky této analýzy sloužily jako východisko pro počáteční bod implementace metody SMED.

❖ Snímky z pracovního dne

Tato metoda pomohla zaznamenat skutečný průběh přetypování, díky čemuž bylo možné identifikovat konkrétní příležitosti ke zlepšení a podpořit správnost analytických výstupů.

❖ Metoda 5S

Zásady metody 5S byly využity v návrzích pro zlepšení pracovního prostředí a lepší přístup k nástrojům a materiálu, čímž přispěly k rychlejšímu provedení některých operací.

Všechny metody byly zvoleny s ohledem na praktické možnosti implementace a skutečné potřeby provozu. Výsledkem je soubor doporučení, která mohou vést k měřitelnému snížení časů přestaveb bez nutnosti zásahu do technologie samotných strojů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÝ PODNIK

Koncept štíhlého podniku vznikl už koncem minulého století jako reakce na rostoucí automatizaci a mechanizaci, která si vyžádala nové přístupy k řízení výroby a procesů. Podniky začaly klást větší důraz na zvyšování konkurenceschopnosti prostřednictvím pružnějších systémů řízení, které lépe reagují na konkrétní požadavky zákazníků. Ti již nechtěli standardizované produkty, ale očekávali výrobky, služby a řešení přesně podle svých potřeb. Klíčem k této změně se stalo zaměření na tvorbu hodnoty a eliminaci všeho, co hodnotu nepřináší. V praxi to znamenalo odstranění zbytečných činností, zkrácení času ve výrobě, zlepšení využití zdrojů a snížení plýtvání – nejen ve výrobních, ale i administrativních procesech. Výsledkem je efektivnější a pružnější podnik, který dokáže lépe reagovat na požadavky trhu. (Chromjaková, 2013, s. 41)

Pro plné pochopení účelu a přínosů metody SMED je vhodné nejprve rozumět samotné filozofii štíhlého podniku. Štíhlý podnik (Lean Enterprise) usiluje o maximální tvorbu hodnoty pro zákazníka při současné minimalizaci plýtvání (tzv. MUDA). V tomto rámci slouží metoda SMED jako konkrétní nástroj ke zkracování prostojů způsobených přetypováním strojů a zařízení. Její uplatnění přímo přispívá ke klíčovým cílům štíhlého podniku, tj. vyšší flexibilitě, nižším nákladům a plynulejšímu toku výroby. SMED pomáhá zkracovat doby přestaveb a tím umožňuje častější změny produktů bez výrazného dopadu na efektivitu. Z těchto důvodů je metoda považována za jeden z pilířů při přechodu na štíhlý způsob řízení výroby a logistiky. (Vorne Industries, 2025)

1.1 Počátek štíhlého konceptu

Vznik prvního elementu štíhlého podniku, a to štíhlé výroby podle Dennise (2016, s. 8) sahá do jara roku 1950, kdy mladý japonský inženýr Eiji Toyoda navštívil rozsáhlý závod Rouge společnosti Ford v Detroitu. Japonsko i automobilka Toyota, kterou jeho rodina založila v roce 1937, se tehdy nacházely v krizi. Po třinácti letech úsilí se Toyotě podařilo vyrobit pouze 2 685 vozů, zatímco Fordův závod Rouge dosahoval produkce 7 000 automobilů denně. Eiji Toyoda pečlivě analyzoval každý detail Rouge, největšího a nejefektivnějšího výrobního komplexu té doby. Po návratu do Japonska dospěl společně s výrobním odborníkem Taiichi Ohnem k závěru, že masová výroba zde nebude účinná. Současně však pronesli slavnou větu: „*Existují určité možnosti, jak zlepšit výrobní systém.*“ (Dennis 2016, s. 8)

Dalším krokem podle Dennise (2016, s. 13) bylo, že Taiichi Ohno na konci 60. let úspěšně prosadil své inovace ve výrobních závodech Toyoty. Následně zavedl systém Lean i mezi dodavateli společnosti. V roce 1969 založil Výzkumnou kancelář pro výrobu, dnes známou jako Divizi konzultací pro řízení operací (OMCD), jejímž cílem bylo vytvořit pracovní skupiny sdružující největší a nejvýznamnější dodavatele Toyoty. Celkem vzniklo šest skupin, přičemž každá měla sedm členů a vlastního vedoucího. Úkolem těchto týmů bylo každý měsíc realizovat jednu významnou kaizen iniciativu s podporou OMCD. Výsledky jejich práce poté posuzovali vedoucí ostatních skupin, kteří poskytovali doporučení ke zlepšení. Toyota tuto transformaci prosazovala neustálými požadavky na každoroční snižování cen dílů. Tímto způsobem se její systém do konce 70. let rozšířil napříč celým dodavatelským řetězcem.

1.2 Štíhlý koncept a důvod jeho použití

„Koncept štíhlosti se neomezuje pouze na výrobu, jedná se o komplexní filozofii v rámci celého podniku. Zaměřuje se i na problematiku štíhlého vývoje, neméně důležitou štíhlou administrativu a logistiku.“ (Chromjaková, 2013, s. 42)

Sebastian J. Brau (2016, s. 127-130) se domnívá, že štíhlý koncept představuje klíčový nástroj pro udržení konkurenceschopnosti v západních průmyslových zemích, které čelí rostoucímu tlaku globalizace. V knize zdůrazňuje, že současná tendence směřující k maximální efektivitě je nevyhnutelným důsledkem globálního vývoje průmyslu a podniky, které tento trend nebudou následovat, riskují svou existenci. Dříve se podniky mohly udržet na trhu buď díky lokální dominanci, nebo zaměřením na úzkou produktovou specializaci. Avšak globalizace tyto hranice prolomila, dnes už zákazníkům nevadí nakupovat produkty z druhého konce světa a dříve bezpečná tržní útočiště se zmenšují. Asijské země navíc dokážou vyrábět i vysoce specializované produkty, což dále oslabuje konkurenční výhody západních výrobců. Proto tvrdí, že jedinou zbývajícím možností pro západní průmysl je vytvořit vysoce efektivní a flexibilní výrobní systémy, které dokážou rychle reagovat na měnící se poptávku bez ztráty produktivity. Zdůrazňuje, že využití štíhlého konceptu je nejvhodnější cestou k dosažení této adaptability, protože umožňuje zkrácení výrobních časů, minimalizaci plýtvání a optimalizaci procesů. V závěru apeluje na podniky, aby aktivně hledaly způsoby implementace štíhlých přístupů, protože bez nich nebudou schopny dlouhodobě obstát.

1.3 Skladba štíhlého podniku

Štíhlý podnik je pouze název pro stav organizace po úpravě více souborů procesů, tyto procesy se nutně nenachází pouze ve výrobě či managementu, ale jsou zakořeněné ve všech „pilířích“ organizace. Obdobně jako u štíhlé výroby (viz obrázek číslo 1), by se dal takto rozdělit i samotný štíhlý podnik do několika obrazců, a to štíhlá výroba, štíhlá administrativa, štíhlá logistika a štíhlý vývoj. (Brau, 2016)

Důvod, proč je nezbytné, aby štíhlé procesy doprovázela také štíhlá infrastruktura celého podniku, podle Manna (2015, s. 12) spočívá v odlišném přístupu štíhlých systémů k dosahování výsledků ve srovnání s tradičním řízením. Štíhlý management se kromě samotných výsledků soustředí i na proces jejich dosažení. Klíčovým principem je nejprve navrhnout proces tak, aby směřoval k požadovaným výstupům. Pokud je správně nastaven a udržován, tak přirozeně následují i požadované výsledky. Jádrem tohoto přístupu je udržování výroby v taktu, to znamená na stanovené úrovni. Pokud se to podaří, je možné efektivně pokrýt poptávku nebo dosáhnout stanoveného cíle. Jakmile dojde ke zlepšení procesu, lze očekávat i lepší výsledky.

1.3.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba podle (Košturiak, 2010) představuje soubor metod, které společně umožňují eliminaci sedmi typů plýtvání. Tento systém nejen pomáhá firmě dosáhnout štíhlosti, ale také zvyšuje její flexibilitu a schopnost rychle reagovat na změny trhu díky snížení plýtvání. Při zavádění principů štíhlé výroby se podnik zaměřuje na výrobní pracoviště, linky, stroje, zařízení a pracovníky, aby dosáhl stabilního, flexibilního a standardizovaného výrobního procesu.

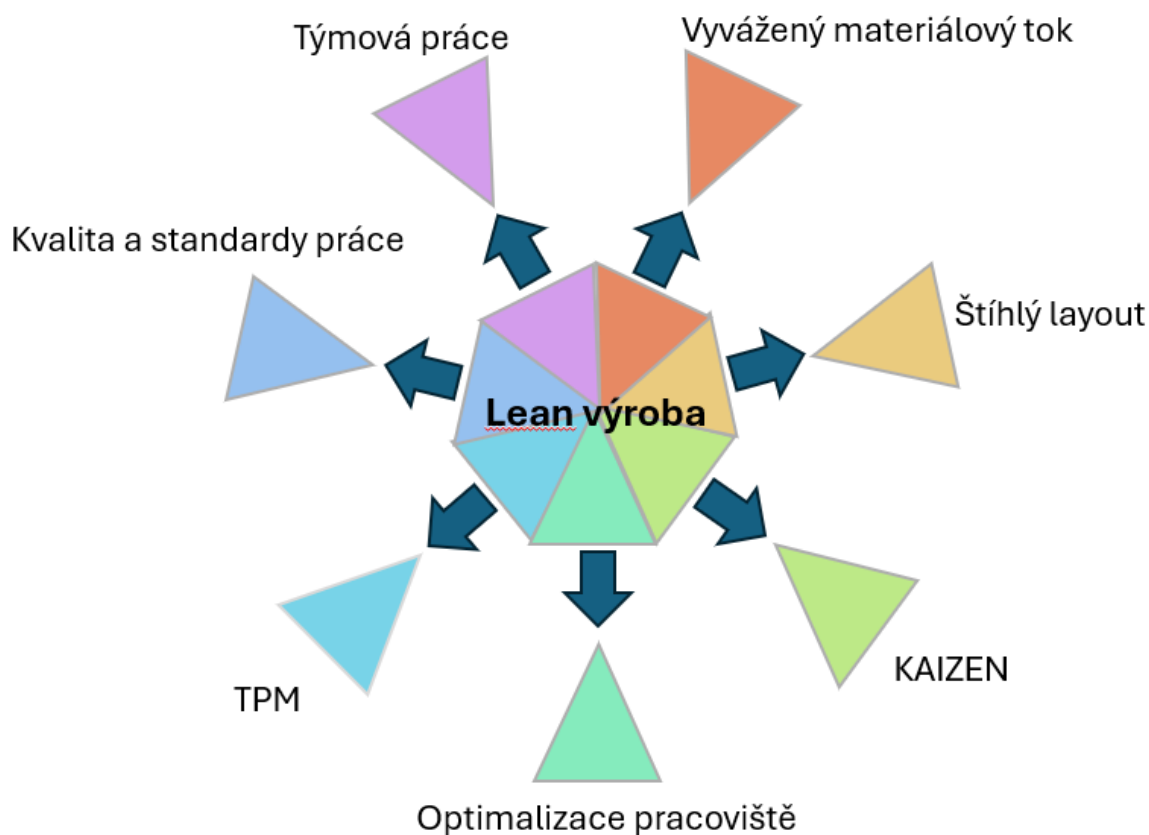
1.3.2 Štíhlá administrativa

Využití štíhlého managementu ve společnosti podle Manna (2015, s. 142) vychází z toho, že většina hodnotných výstupů, ať už jde o službu, výkres, nové znalosti nebo hotový produkt, vznikají prostřednictvím určitého procesu. Lean jako systém zaměřený na zlepšování procesů lze aplikovat na jakýkoli typ procesu, obzvláště na lineární nebo krokové procesy. Mezi jejich příklady patří vyřizování zákaznických žádostí, zakládání nových účtů, reakce na poptávky, aktualizace katalogů, změny obchodních podmínek, plánování lékařských vyšetření, přizpůsobení standardní nabídky požadavkům zákazníka, výroba produktů či uzavírání účetních knih na konci měsíce.

V těchto procesech se často vyskytují problémy známé odborníkům na Lean, přičemž aplikace Lean principů napomáhá jejich odstranění

1.3.3 Štíhlá logistika

Košťuriak a Frolík (2006) tvrdí, že v podnicích mohou náklady na přepravu, skladování a manipulaci představovat 15 až 70 % celkových nákladů na výrobek a zároveň ovlivňovat jeho kvalitu. Logistika hraje stále významnější roli v úspěchu podniku, protože musí reagovat na rostoucí požadavky zákazníků, nárůst online objednávek a trend hromadné výroby na zakázku. Právě proto se štíhlá logistika zaměřuje na eliminaci plýtvání jak ve vnitřním, tak vnějším dopravním řetězci prostřednictvím snížení nadbytečných zásob, zkrácení dodacích lhůt a odstranění zbytečných nákladů. Štíhlé dodavatelské řetězce fungují na principu tahu místo tlaku při doplňování zásob, což umožňuje efektivnější řízení toku materiálu a lepší reakci na změny trhu. Typickým příkladem takového přístupu je výroba na zakázku.



Obrázek 1: Části Lean výroby

Zdroj: (vlastní zpracování podle Košťuriak a Frolík, 2006)

1.3.4 Štíhlý vývoj

Kniha (Košturiak a Frolík, 2006) udává, že cesta ke štíhlému podniku začíná již ve fázi vývoje a technické přípravy výroby. Zavedení štíhlých prvků v této oblasti nejen zkracuje vývojové etapy, ale zároveň pomáhá eliminovat plýtvání přímo v produktu s ohledem na jeho výrobu a montáž. Právě během vývoje se navrhuje samotný výrobek, což ovlivňuje jak variabilní, tak fixní náklady. V této fázi se určuje způsob výroby a montáže, přičemž vývojové centrum má možnost implementovat principy štíhlosti přímo do výrobního procesu.

1.4 Lean Tools

Lean tools, tedy nástroje štíhlé výroby, představují klíčové metody a techniky využívané při budování štíhlého podniku. Jejich hlavním cílem je systematicky eliminovat plýtvání, zvýšit přidanou hodnotu pro zákazníka a optimalizovat firemní procesy. Použití těchto nástrojů umožňuje firmám zefektivnit výrobu, snížit náklady a zároveň zvýšit flexibilitu a kvalitu. (Hartford Technologies, 2017)

Mezi nástroje štíhlého konceptu patří samotná metoda **SMED** a další:

1. Value Stream mapping

Mapování hodnotového toku představuje nástroj pro vizualizaci všech kroků v procesu výroby nebo poskytování služeb, od počátečního požadavku zákazníka až po finální dodání produktu. Tento přístup umožňuje identifikovat plýtvání, sledovat tok informací a materiálů a odhalit oblasti s potenciálem pro zlepšení. Slouží jako základ pro efektivní plánování a optimalizaci procesů v duchu štíhlého myšlení. (King, 2009, s. 11)

2. Takt time

Takt time představuje tempo výroby, které je nutné dodržet, aby bylo možné uspokojit poptávku zákazníka v daném časovém rámci. Vypočítává se jako poměr dostupného výrobního času k množství požadovaných kusů. Slouží k vyvážení výrobních linek a odhalení úzkých míst. Pomáhá předejít nadprodukci a zajišťuje plynulý tok výroby v souladu s reálnými potřebami trhu. (Hartford Technologies, 2017)

3. Kaizen

Kaizen vychází z principu neustálého zlepšování, které se děje prostřednictvím malých, postupných kroků zapojujících zaměstnance na všech úrovních organizace. Cílem je systematické odstraňování plýtvání, zvyšování kvality a zefektivnění každodenních činností. Tato metoda podporuje týmovou spolupráci, iniciativu a odpovědnost, čímž vytváří kulturu neustálého rozvoje. (King, 2009, s. 12)

4. Jidoka

Jidoka znamená „automatizaci s lidským dotekem“ a umožňuje zastavení výroby v případě odhalení problému. Cílem je zajistit, že žádná závada nebude posunuta dále do výrobního procesu. Tato metoda zvyšuje kvalitu tím, že chyby jsou řešeny okamžitě. Zaměstnanci tak mohou věnovat více pozornosti zlepšování než kontrole vadných produktů. (Hartford Technologies, 2017)

5. Poka-Yoke

Poka-Yoke je systém prevence chyb, který má za cíl zabránit vzniku defektů pomocí jednoduchých a často mechanických řešení. Typickým příkladem je tvarový zámek, který neumožní sestavení součástí nesprávným způsobem. Zajišťuje, že proces probíhá správně hned napoprvé. Výsledkem je vyšší kvalita výrobků a nižší náklady na opravy a reklamace. (Hartford Technologies, 2017)

6. Five whys

Metoda pěti proč spočívá v opakovaném kladení otázky „proč“ za účelem nalezení skutečné příčiny problému. Typicky se otázka pokládá pětikrát, čímž se odhalí hlubší vrstvy příčiny, které nejsou na první pohled zřejmé. Tato jednoduchá, ale účinná technika pomáhá organizacím lépe porozumět problémům a navrhnout udržitelná řešení. (King, 2009, s. 11)

7. Standard work

Standardizovaná práce stanovuje nejlepší známý postup, jak vykonat určitou činnost. Slouží jako základ pro porovnávání, zlepšování a školení zaměstnanců. Zajišťuje stabilní kvalitu, opakovatelnost výsledků a snižuje variabilitu ve výkonu pracovníků. Standardy se pravidelně revidují na základě zkušeností z praxe. (Hartford Technologies, 2017)

8. Total productive Maintenance (TPM)

TPM jak popisuje Hartford Technologies (2017) je přístup k údržbě, který zapojuje všechny zaměstnance do péče o stroje a zařízení. Cílem je minimalizovat prostoje, poruchy a ztráty výkonu. Kromě běžné údržby se klade důraz i na prevenci a neustálé zlepšování. TPM přispívá ke zvýšení životnosti zařízení a produktivity provozu.

9. Cellular Manufacturing

Buněčná výroba představuje uspořádání výroby do samostatných pracovních jednotek, tzv. buněk, které zpracovávají konkrétní rodiny produktů. Cílem je zkrátit přepravu, snížit přestavovací časy a zefektivnit tok materiálu. Tento přístup přináší vyšší kvalitu, lepší průtok výroby a větší flexibilitu při změnách v poptávce. (King, 2009, s. 14, 2009)

10. Heijunka

Heijunka označuje proces vyrovňování výroby tak, aby docházelo k rovnoměrnému zatížení a stabilnímu tempu výroby. Namísto nepravidelné produkce reagující na výkyvy poptávky, podporuje plynulost, minimalizuje přetížení a zlepšuje využití zdrojů. Tím se snižuje variabilita ve spotřebě surovin a zvyšuje stabilita celého systému. (King, 2009, s. 14)

11. Just-In-Time (Pull)

JIT znamená dodávat správný materiál ve správném množství a ve správný čas. Minimalizuje zásoby, zkracuje průběžnou dobu výroby a odstraňuje plýtvání. Tento přístup vyžaduje přesné plánování a silnou spolupráci s dodavateli. Je úzce spjatý s principy plynulého toku a zákaznické orientace ve štíhlé výrobě. (Hartford Technologies, 2017)

12. Kanban

Kanban je vizuální systém řízení výroby a toku materiálů, který pracuje na principu doplňování na základě skutečné spotřeby. Pomocí karet, značek nebo nádob signalizuje, co a kdy je třeba vyrobit nebo doplnit. Tento tahový systém omezuje nadprodukcí, zajišťuje efektivní zásobování a podporuje štíhlé řízení procesů. (King, 2009, s. 15)

Tabulka 1: Ukázka vybraných procesních problémů a jejich možného řešení přes filosofii lean.

Problém	Řešení podle Lean
1. Velké dávky produkované mezi výrobními procesy způsobují čekání, pomalý průtok a skrývají chyby.	Vytvořit definované pracovní dráhy pro řízení rozpracovanosti (WIP) mezi procesy.
2. Nekontrolované uvolňování práce do dalšího procesu způsobuje přetížení, úzká místa a nerovnoměrné rozdělení práce.	Definovat samostatné pracovní dráhy a zavést logiku pro řízení uvolňování práce na základě vypočítaného nebo odhadovaného obsahu práce.
3. Nejasné požadavky mezi procesy vedou k přepracování kvůli potřebě vracet se k předchozímu kroku.	Propojit procesy, kde je to možné. Pokud ne, použít kaizen k navržení předávacích bodů.
4. Následující procesy začínají práci dříve, aby urychlily průběh, ale jejich „předčasné“ úsilí přináší problémy.	Použít kaizen k vytvoření kontrolního seznamu připravenosti k předání, aby byla práce předána dalšímu procesu ve správném stavu.
5. Neplánované výpadky IT sítě způsobují ztráty ve výrobě, zmeškané termíny dodání a přesčasy.	Vytvořit uživatelský log výpadků. Pravidelně přezkoumávat s IT oddělením. Vizualizovat stav tiketů. Vizualizovat stav zlepšení systémů.
6. Velká variabilita v metodách a postupech mezi lidmi vykonávajícími stejnou práci vede k různorodé kvalitě a produktivitě.	Definovat standardní pořadí kroků. Dokumentovat standardizované metody.
7. Mnoho lidí objednává zásoby, což vede k přebytku položek.	Použít metodu 5S pro organizaci zásobovacích prostor. Zavést zásobování pomocí systému kanban.

(Zdroj: vlastní zpracování podle Manna, 2015 s. 143)

1.5 Six Sigma

V návaznosti na téma štíhlého podniku, které se zaměřuje na eliminaci plýtvání a zefektivnění procesů, je vhodné zmínit také metodu Six Sigma tu na webovém článku popisuje Nichols (2025), považuje metodu za další přístup ke zlepšování výkonnosti organizace, tentokrát s důrazem na kvalitu. Six Sigma se od metod, jako je Lean nebo Total Quality Management, liší zejména systematickým využíváním dat a statistické analýzy. Hlavním cílem Six Sigma je minimalizace chyb a omezení variability procesů, což organizacím umožňuje dosahovat vysoké kvality produktů a služeb, a také zároveň zvyšovat jejich spolehlivost a efektivitu. K tomu se používá proces **DMAIC** (viz kapitola 1.5.1, s. 22).

Podle společnosti Vrealmatic (2024) se Six Sigma zaměřuje na zvyšování zisků při zachování nebo zlepšení kvality produktu či služby. Kvalita je určena mírou, do jaké produkt nebo služba odpovídá požadavkům zákazníka. Spokojenost zákazníka znamená splnění požadované úrovně kvality, která je pravidelně vyhodnocována pomocí statistických dat. Projekty Six Sigma jsou založeny na kontinuálním zlepšování na základě zpětné vazby od zákazníků.

1.5.1 Metodiky Six Sigma

Six Sigma podle Nichols (2025) je postavena na několika sobě podobných metodikách DMAIC, IDOV a DMADV. **DMAIC** je metoda zaměřená na zlepšování procesů a snižování variací. Její název vznikl z počátečních písmen pěti fází, do kterých lze tento proces rozdělit:

- **Definovat** – určení problému, cílů a rozsahu projektu,
- **Měřit** – sběr dat o procesu a identifikace klíčových kvalitativních metrik,
- **Analyzovat** – analýza dat k určení příčin chyb a možností zlepšení,
- **Zlepšit** – návrh a implementace opatření k optimalizaci procesů a odstranění chyb,
- **Kontrolovat** – monitorování procesů a udržení dosažených výsledků.

(Nichols, 2025)

IDOV (Identify, Design, Optimize a Verify) a **DMADV** (Define, Measure, Analyze, Design a Verify) definuje Vrealmatic (2024), jako metodiky, které řeší stejnou problematiku a používá se jedna, nebo druhá. Jsou určeny pro vývoj, návrh anebo uvedení zcela nových produktů a služeb. Často se označují také jako **DFSS** (Design For Six Sigma). Cílem je

zajistit, aby nový produkt nebo služba splňovala požadavky zákazníků a dosahovala úrovně Six Sigma.

IDOV

- **Identify** – Identifikace zákaznických potřeb souvisejících s produktem nebo službou.
- **Design** – Návrh alternativních konceptů na základě funkčních požadavků a výběr nejvhodnějšího řešení.
- **Optimize** – Optimalizace návrhu a výpočet tolerancí pomocí statistických metod s cílem minimalizovat náklady při zachování požadovaných výstupů.
- **Verify** – Ověření návrhu prostřednictvím testování a validace v souladu se Six Sigma standardy. (Nichols, 2025)

DMADV

- **Define** – Stanovení zákaznických požadavků na základě dat a průzkumu.
- **Measure** – Převod požadavků do měřitelných specifikací.
- **Analyze** – Analýza a testování možných zlepšení, ověření prototypu.
- **Design** – Návrh finálního produktu, revize a úpravy na základě zpětné vazby.
- **Verify** – Kontrola, zda produkt splňuje požadavky, a integrace zpětné vazby. Vrealmatic (2024)

1.5.2 Lean Six Sigma

Spojení přístupů Lean a Six Sigma, jak popisuje Nichols (2025), dala za vznik přístupu zvanému Lean Six Sigma. Jejím cílem je odstranit neefektivitu a plýtvání, zlepšit pracovní prostředí a lépe naplnit očekávání zákazníků. Mezi klíčové metody podle patří:

- **DMAIC** – strukturovaný přístup ke zlepšování procesů.
- **5S** – systém pro udržení pořádku a efektivní organizace pracoviště.
- **SMED** – metoda určená ke zkrácení času potřebného na přenastavení strojů a zařízení.
- **Kanban** – vizuální systém řízení výroby, který pomáhá snižovat rozpracovanost a optimalizovat tok práce.

- **Statistická analýza dat** – slouží k odhalování příčin chyb a hledání možností zlepšení.

1.5.3 Plýtvání

„Plýtvání je vše, co zvyšuje náklady, ale nepřidává hodnotu nebo nepřibližuje produkt zákazníkovi.“ (Mašín, 2005, s. 60)

Pro průmyslové inženýrství a metodiku Lean je plýtvání klíčovým problémem, jelikož vede ke znehodnocení práce, materiálu, času a snižuje celkovou výrobní efektivitu. Jakmile se objeví jakýkoliv typ plýtvání (viz tabulka číslo 2: Typy plýtvání), vzniká příležitost ke zlepšení. Odstranění plýtvání je efektivní především proto, že náklady zůstávají stejné, zatímco celková efektivita výroby se zvyšuje. (Brau, 2016)

Tabulka 2: Typy plýtvání

Typ plýtvání	Příklad
Nadprodukce	příliš časté dodávky, velké množství
Nadbytečné zásoby	hromadění zásob ve skladech, krátkodobé skladování, větší výrobní dávky
Vadné procesy, vadné produkty	opravy a zmetky
Zbytečná manipulace	Pohyby u stroje, které nezvyšují hodnotu produktu (přenášení, překládání)
Špatné zpracování	špatné množství, špatná kvalita
Čekání (prostoje)	čekání na materiál, čekání na dodávku materiálu, čekání na stroj, čekání na dokončení seřízení strojů
Transport	přeprava materiálu, dílů nebo složitá přeprava

Zdroj: vlastní zpracování podle Jurová, 2016, s. 88

1.5.4 Prostoje

Mezi plýtvání patří i prostoje, ke kterým dochází při přestavbách. S metodou SMED mají tyto prostoje přímou souvislost. SMED je totiž klíčovým nástrojem štíhlé výroby, jehož cílem je minimalizovat dobu potřebnou právě k přestavbě zařízení, čímž se snižuje plýtvání a zvyšuje efektivita výrobního procesu. Podle odborných zdrojů může správná implementace této metody vést ke zkrácení času přestavby až o 20–40 %, v závislosti na konkrétním typu produktu a výrobním prostředí. (Dlabač, 2015)

„Neplánovaná ztráta času, po který není stroj efektivně využíván z důvodu poruchy, nedostatku materiálu, nedostatku potřebných informací, nepřítomnosti operátora apod.“
(Mašín, 2005, s.65)

Prostoje podle Dennise (2016, s. 55) představují šest nejčastějších faktorů, které zásadně snižují efektivitu strojního vybavení. **Mezi ně patří:**

1. Poruchy zařízení

2. Zpoždění při nastavení a seřizování – například při výměně nástrojů u lisovacích nebo vstřikovacích strojů.

3. Lehká nečinnost a drobná zastavení – stroj je v provozu, ale aktuálně nezpracovává žádný produkt.

4. Snížená rychlost – skutečná rychlost stroje je nižší než jeho konstrukční specifikace.

5. Procesní vady – zahrnují zmetky a vady vyžadující opravu.

6. Snížená výtežnost – například fáze od spuštění stroje do dosažení stabilní výroby.

Mnoho podniků nesleduje celkovou efektivitu zařízení (OEE). Pokud by tak činily, výsledky by je překvapily – průměrná firma má OEE nižší než 50 %, což znamená, že její stroje dosahují méně než poloviny svého potenciálního výkonu. (Dennis, 2016, s. 55)

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmysloví inženýři se podle Crofta (2025) ve výrobních podnicích běžně podílejí na zavádění metod zvyšujících efektivitu a snižujících plýtvání, mezi které patří i metoda SMED. Ta je přímo zaměřená na zkrácení časů přetypování, což vyžaduje detailní analýzu interních a externích činností, jejich reorganizaci a implementaci nových postupů. Právě to je náplní práce průmyslových inženýrů. Díky svému zaměření na optimalizaci časových ztrát a plynulost výroby je jejich zapojení do SMED projektů přirozené a klíčové. I proto je vhodné tuto souvislost vysvětlit i v teoretické části práce.

„Průmyslový inženýr (industrial engineer): pracovník, který má teoretické znalosti, praktické zkušenosti a osobní vlastnosti pro vykonávání činností z oblasti průmyslového inženýrství. Průmyslový inženýr roku 21. století přijímá za své cíle jako je vysoký zisk, vysoká produktivita i jakost a zaměřuje se na neustálé zlepšování procesů či odstraňování plýtvání spojené s výrobky nebo službami po celou dobu jejich životního cyklu. Pro naplňování těchto cílů vedle znalostí z oboru využívá i humanitní i sociální vědy, výpočetní techniku, základní inženýrské a technické vědy i teorii managementu.“ (Mašín, 2005, s. 65)

Průmyslové inženýrství podle Chromjakové (2013, s. 4) se zaměřuje na hledání způsobů, jak eliminovat ztráty v rámci výrobních i administrativních procesů. Hlavním cílem průmyslových inženýrů, procesních inženýrů, supervizorů, mistrů a ředitelů výrobních oddělení a dílenských provozů je co nejúčinnější snížení plýtvání ve výrobě a optimální nastavení vzájemných vazeb mezi výrobními a administrativními procesy, které se navzájem ovlivňují a doplňují. Klíčovou otázkou zůstává, jak motivovat zaměstnance a efektivně organizovat práci tak, aby docházelo k neustálému zlepšování a hledání inovativních řešení. V současné době je zásadní identifikovat přidanou hodnotu, kterou firma každodenně vytváří prostřednictvím lidí, strojů a procesů, a která představuje hlavní důvod zájmu zákazníků o nabízené produkty a služby.

2.1 Historie průmyslového inženýrství

Historický vývoj průmyslového inženýrství, jak uvádí Chromjaková (2013, s. 4), byl výrazně ovlivněn Frederickem Winslowem Taylorem (1858–1915), který formuloval základní principy vědeckého přístupu ke zvyšování podnikové výkonnosti. Taylor se ve své strategii zaměřoval především na zvyšování produktivity dělníků, přičemž kladl důraz na efektivitu nejen jejich práce, ale i všech souvisejících pracovních pozic. Jeho přístup byl vždy založen na dvou klíčových faktorech produktivity: produktivitě člověka a produktivitě

stroje. Uvědomoval si, že hlavním rizikem v otázce produkčního objemu je zajištění kvalitního výkonu na každém, i sebemenším pracovním místě. Jeho zásadou bylo: „*Nejdříve vytvoř funkční systém, který povede k produktivitě, a poté navyšuj kvantitu a kvalitu.*“ (Chromjaková 2013, s. 4)

Mezi **hlavní představitele** historie průmyslového inženýrství podle Chromjakové (2013) patří:

- Frederick W. Taylor – položil základy časových studií práce.
- Frank Gilbreth – zabýval se pohybovými studii na pracovišti.
- Morgensen – spojil časové a pohybové studie do ucelené metodiky.
- Gantt – zaměřil se na optimalizaci plánování a rozvrhování projektů.
- Hopf – přinesl zajímavé koncepty týkající se sledování pracovníků, jejich působení v pracovním systému a řízení jejich rozvoje.
- Lilian Gilbreth – byl průkopníkem v oblasti studia člověka v pracovním systému a řízení jeho profesního růstu.
- Emerson – působil v oblasti řízení kvality produktů a procesů, kde se zaměřoval na efektivní řízení kvality.

2.2 Techniky průmyslového inženýrství

Telsang (2017, s. 14–15) uvádí různé nástroje a metody zaměřené na zvyšování produktivity organizace prostřednictvím efektivního využívání jejích zdrojů, jako jsou lidé, materiály a stroje. Mezi hlavní techniky patří:

- **Analýza pracovních metod** – Hledání nejefektivnějšího způsobu provádění práce na základě důkladného posouzení postupů a optimálního rozmístění výrobních prostředků.
- **Měření času** – Určování normovaného času potřebného pro dokončení pracovních úkolů.
- **Optimalizace pohybů** – Studium pracovních pohybů s cílem minimalizovat nadbytečné úkony, což je obzvlášť přínosné pro opakující se výrobní operace.
- **Systémy odměňování** – Navrhování spravedlivých a motivačních systémů odměn pro zaměstnance.

- **Hodnotová analýza** – Snahy o odstranění nadbytečných nákladů a poskytování požadovaných funkcí s co nejnižšími výdaji.
- **Plánování a řízení výroby** – Zahrnuje efektivní využívání zdrojů a zajištění požadované kvality a kvantity výrobků v optimálním čase a za předem stanovených nákladů.
- **Řízení zásob** – Optimalizace skladových zásob a stanovení ekonomické velikosti objednávek s cílem snížit kapitál vázaný ve skladovaných položkách.
- **Hodnocení pracovních míst** – Posouzení pracovních pozic pro spravedlivé odměňování a optimální alokaci zaměstnanců.
- **Materiálová manipulace** – Optimalizace přesunu materiálu mezi jednotlivými pracovišti s cílem eliminovat zbytečné pohyby.
- **Ergonomie** – Zlepšení interakce mezi člověkem a pracovním prostředím s důrazem na minimalizaci fyzické a psychické zátěže.
- **Systémová analýza** – Studium vzájemné provázanosti různých částí systému s cílem zlepšit jejich efektivitu.
- **Operační výzkum** – Použití matematických modelů a metod pro nalezení optimálních řešení problémů, včetně lineárního programování, simulací, analýzy front a síťových metod (CPM, PERT).
- **Další nástroje** – Statistické metody řízení kvality, technologie skupinové výroby a organizace pracovních postupů.

2.3 Nástroje průmyslového inženýra

Podle Kinga (2009, s. 20) každý inženýr využívá specifickou sadu nástrojů k výkonu své práce. U průmyslových inženýrů se tato sada soustředí především na aplikaci matematiky a porozumění fungování lidského těla. Tyto prvky tvoří základ pro vytváření modelů, které mohou být fyzické nebo matematické a slouží k reprezentaci reálných systémů. Pomocí těchto nástrojů mohou průmysloví inženýři analyzovat modely a převádět získané výsledky do praxe, aby optimalizovali fungování daného systému. King (2009, s. 20) uvádí **tyto nástroje**:

- **Data**

Průmysloví inženýři se zabývají sběrem, správou a analýzou dat. Moderní technologie umožňují shromažďování velkého objemu informací efektivněji než kdy dříve, přičemž rostoucí využití senzorů dále rozšiřuje tyto možnosti. Díky tomu se snižuje potřeba přímého sběru dat a více prostoru je věnováno jejich řízení a vyhodnocování.

- **Matematika**

Veškeré činnosti průmyslového inženýra jsou založeny na matematických principech, přičemž v některých případech se využívají i pokročilé matematické metody. Tyto nástroje neslouží jako cíl sám o sobě, ale jako prostředek k řešení problémů a podpoře rozhodovacích procesů. Matematické modely jsou vytvářeny za účelem reprezentace konkrétních systémů, které lze dále analyzovat a optimalizovat.

- **Optimalizace**

Tento nástroj se široce využívá v různých oblastech. Obvykle se vytváří matematický model, který zahrnuje cílovou funkci a soubor omezení. Nejčastěji se používají lineární funkce, ačkoli nemusí být vždy vhodné, protože řešení nelineárních modelů bývá složitější.

- **Simulace**

Počítačové simulace získaly značnou popularitu, protože umožňují modelovat systémy, jejichž analytické řešení by bylo příliš složité. Zatímco některé matematické modely lze řešit přímo analytickými metodami, v jiných případech to kvůli složitosti systému nebo náhodným faktorům není možné. Simulace umožňuje vytvořit model, který lépe odpovídá reálnému chování systému. Nevýhodou je, že vývoj validního a efektivního simulačního modelu může být značně nákladný.

Podle Kinga (2009, s. 21) hrají v práci průmyslového inženýra důležitou roli i **další nástroje**:

- **Pravděpodobnost a statistika**

Průmysloví inženýři se musí vypořádávat s nejistotou v různých situacích. Aby bylo možné učinit informovaná rozhodnutí, je nutné shromáždit a analyzovat data. Jednotlivé údaje mají svou hodnotu, avšak jejich skutečný význam lze odhalit až prostřednictvím statistické analýzy, včetně vyhodnocení pravděpodobnosti různých výsledků. Pochopení a aplikace konceptů pravděpodobnosti a statistiky je klíčové pro získání užitečných poznatků z dat. Tyto metody se navíc prolínají s mnoha dalšími oblastmi práce průmyslového inženýra.

- **Lidské faktory**

Tato oblast zahrnuje širokou škálu znalostí, které jsou pro průmyslové inženýry zásadní. Patří sem pochopení způsobu práce lidí, mezilidských interakcí, skupinových procesů, motivačních faktorů, psychologie i fyzických schopností a rozměrů lidského těla. Průmysloví inženýři přicházejí do styku s lidmi v různých kontextech, od řízení a vedení týmů až po specializované oblasti, jako jsou ergonomie, lidské faktory a bezpečnost práce.

„Metod a nástrojů z oblasti průmyslového inženýrství a štihlé výroby je celá řada a alespoň některé z nich je bezesporu dobré znát a umět použít. Samotné metody však na cestě za štihlou výrobou jsou až druhořadé. Primární je naučit se vidět ve výrobě plýtvání a na každý proces se dívat s cílem jeho neustálého zlepšování. Pokud totiž nebudeme např. přestavbu strojního zařízení, byť ji provádíme sebeděle, chápat jako jeden ze základních druhů plýtvání na strojních zařízeních, znalost metody pro zkrácení času přestavby nám nepomůže. To si však řada podniků neuvědomuje a neúspěch při budování štihlé výroby dávají za vinu právě nevhodným metodám.“ (Dlabač, 2015)

2.4 Vybrané metody průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství se ve výrobním prostředí uplatňuje prostřednictvím metod, jejichž cílem je eliminace plýtvání, zvýšení efektivity a zlepšení procesů. Mezi běžně využívané metody patří například 5S, SMED, TPM, vizuální management nebo digitalizace. Dále se využívají i analytické nástroje jako Ishikawa diagram nebo analýza velkých dat, které napomáhají lepšímu pochopení příčin problémů a optimalizaci výrobních systémů. Tyto metody jsou pevně propojené s filozofií štihlého podniku a jejich zavádění je v praxi často v kompetenci průmyslových inženýrů, kteří je přizpůsobují konkrétním podmínkám podniku. (Dlabač, 2015)

2.4.1 Analýza velkých dat

Podle Maříka (2016, s. 64) je analýza velkých dat oblastí s vysokou přidanou hodnotou, která neklade velké nároky na materiálové zdroje, ale vyžaduje výkonnou výpočetní techniku a rychlé počítačové sítě. Naopak, je mimořádně náročná na lidské zdroje, protože klíčovým cílem je zajistit dostatečný počet odborníků schopných analyzovat a efektivně využívat informace obsažené ve velkých datech. Důležitost analýzy velkých dat spočívá v jejím širokém spektru aplikací. Mařík zdůrazňuje, že klíčovým cílem je vývoj spolehlivých metod strojového učení a rozpoznávání, které umožňují automatickou analýzu obchodních

procesů, logistiky a dopravy. Dále se jedná o technologie pro porozumění obrazovým scénám, vyhledávání sémanticky podobných obrazových dat a využití v aplikacích rozšířené či virtuální reality. Velký význam má i v lékařských, sociálních a bezpečnostních systémech, například při sledování objektů, analýze chování a prevenci kriminality.

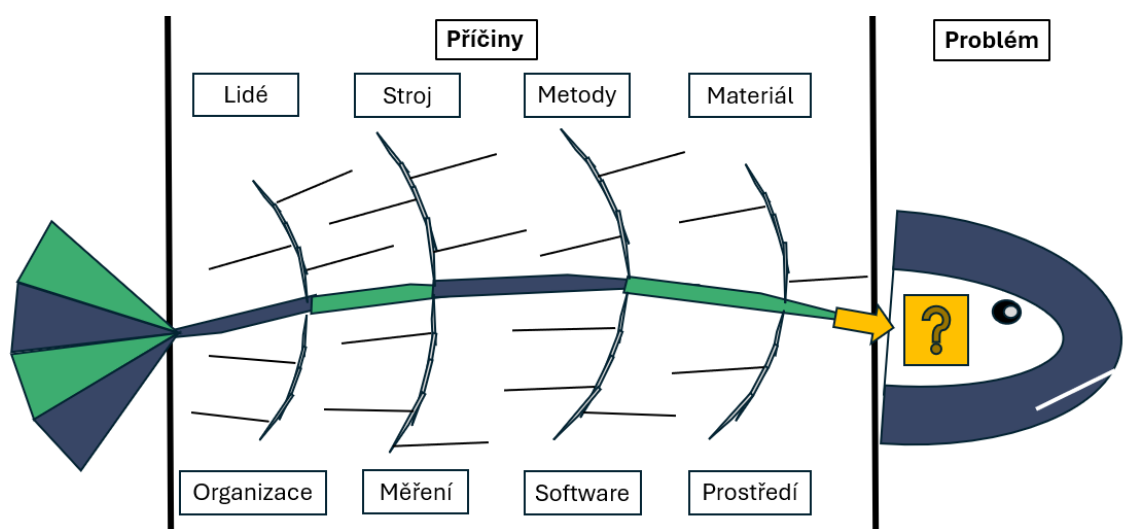
Společnost Plasticunion (2023), vysvětluje výhody sledování a analyzování výkonu, popisují že správné nástroje hrají klíčovou roli při zvyšování efektivity a produktivity, protože umožňují identifikovat plýtvání a poskytují data pro informovaná rozhodnutí. Bez těchto nástrojů je obtížné přesně vyhodnotit fungování procesů a odhalit prostor pro zlepšení. Mezi nejčastěji používané nástroje patří:

- **Software pro řízení projektů** – Aplikace jako **Trello** nebo **Asana** pomáhají sledovat průběh úkolů, organizovat práci týmů a efektivně plánovat projekty.
- **Analytické nástroje** – Platformy jako **Google Analytics** nebo **Tableau** poskytují podrobnou analýzu operací a chování zákazníků, což pomáhá s optimalizací procesů.
- **Systémy pro sledování výkonu** – Například **SAP** nebo **Oracle** umožňují sledovat efektivitu procesů v reálném čase a pomáhají při řízení výroby.

Tyto nástroje poskytují jasnější přehled o dění ve firmě. Například sledování času stráveného na jednotlivých úkolech může odhalit nadměrnou administrativní zátěž, což naznačuje potřebu automatizace některých procesů. Poukazují, že je nutné, aby řešení odpovídalo konkrétním potřebám firmy. Některé organizace mohou těžit z pokročilých softwarových platforem, zatímco jiným postačí jednoduché tabulky pro sledování klíčových ukazatelů. Flexibilita a otevřenost novým přístupům jsou zásadní pro udržení konkurenceschopnosti v rychle se vyvíjejícím prostředí. (Plasticunion, 2023)

2.4.2 Ishikawa diagram

Ishikawův diagram, označovaný také jako diagram rybí kosti, je vizuální nástroj používaný k analýze příčin problémů. Pomáhá identifikovat faktory ovlivňující proces nebo projekt a poskytuje strukturovaný pohled na situaci. Diagram rozděluje hlavní problém na menší podproblémy. Každá „kost“ znázorňuje určitou kategorii faktorů, jako jsou lidé, procesy, materiály nebo technologie. Využívá se při týmových diskusích, kdy umožňuje systematicky prozkoumat všechny možné příčiny problému. Metoda je široce využitelná v podnikání i vědě, kde zjednodušuje analýzu složitých situací. Správná aplikace Ishikawova diagramu usnadňuje identifikaci problémů i hledání efektivních řešení. (Va-akademie, 2023)



Obrázek 2: Ukázka rybí kosti (Ishikawa diagramu)

Zdroj: vlastní zpracování

2.4.3 Metoda 5S

Metoda 5S, jak popisuje Bauer (2012) je klíčovou součástí lean filozofie a zaměřuje se na organizaci pracoviště, eliminaci plýtvání, zvýšení produktivity a bezpečnosti. Je často prvním krokem při zavádění LEAN principů, protože vytváří základ pro další optimalizační změny.

Metoda 5S se skládá z pěti kroků, které popisuje společnost **Roa-management-consulting.cz** a to:

1. **Seiri (Setřídít)** – Třídění a odstranění nepotřebných věcí, aby na pracovišti zůstalo pouze to, co je skutečně nutné.
2. **Seiton (Systematizovat)** – Uspořádání potřebných věcí tak, aby měly jasně určené místo a byly snadno dostupné.
3. **Seiso (Stále čistit)** – Pravidelné čištění pracoviště a zařízení pomáhá udržovat optimální podmínky a odhalovat nedostatky.
4. **Seiketsu (Standardizovat)** – Zavedení pravidel a vizuálních prvků pro udržení pořádku a čistoty.
5. **Shitsuke (Stále zlepšovat)** – Dodržování zavedených standardů a jejich neustálé vylepšování.



Obrázek 3: Grafické znázornění metody 5S

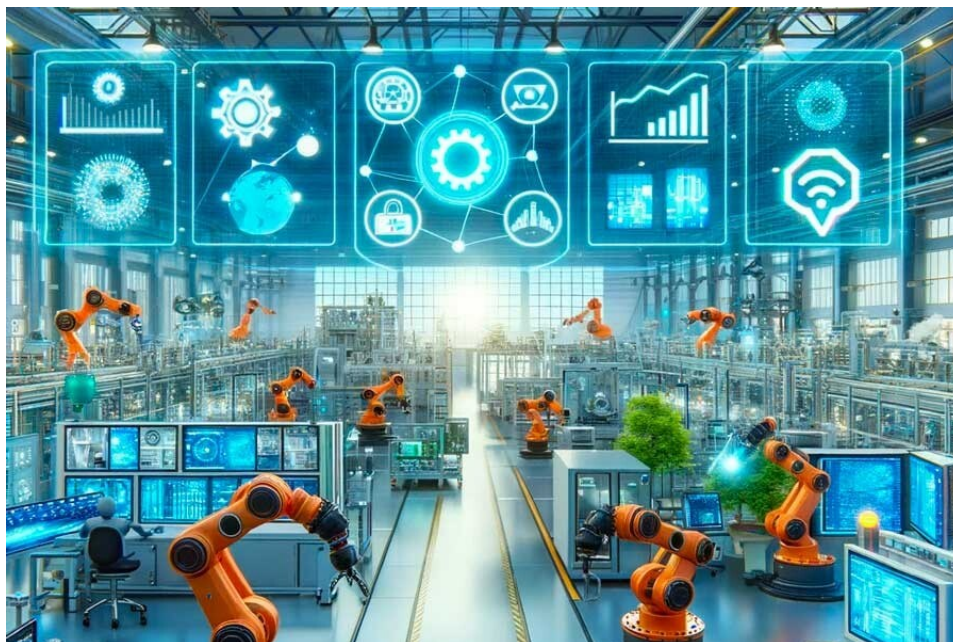
Zdroj: Roa-management-consulting.cz

2.4.4 Digitalizace

Digitalizace podle Digiskills.cz (2025) je dynamický proces, který úzce souvisí s technologickým vývojem a proměňuje způsob, jakým jednotlivci i organizace fungují. Její podstata spočívá v postupném nahrazování tradičních, pomalých a často neefektivních postupů moderními digitálními řešeními, které přinášejí vyšší rychlost, efektivitu a jednodušší správu procesů. Digitalizace se stala nezbytnou součástí moderního světa a ovlivňuje široké spektrum oblastí, od průmyslu a obchodu až po běžné každodenní činnosti. Klíčovým přínosem digitalizace je schopnost zjednodušovat úkoly, automatizovat opakující se procesy a eliminovat nadbytečnou administrativu, což umožňuje věnovat více času podstatným činnostem. Digitalizace je zásadní transformace, která usnadňuje práci i komunikaci a přináší nové možnosti pro firmy i jednotlivce.

5 Příkladů moderního využívání digitalizace

- 1) **Inteligentní autonomní agenti**, nebo také digitální dvojčata, jak uvádí Anasoft, (2023), jsou virtuální kopie fyzických systémů, které analyzují data a simulují reálné procesy. Díky umělé inteligenci dokážou autonomně řídit výrobu, optimalizovat procesy a reagovat na změny bez lidského zásahu, čímž snižují chybovost, zvyšují efektivitu a zajišťují flexibilitu ve výrobě.



Obrázek 4: Inteligentní autonomní agent

Zdroj: (Anasoft, 2023)

- 2) **Nenápadná inteligence**, integrovaná do prostředí umožňuje sledování a řízení objektů v reálném čase bez nutnosti přímé interakce, přičemž zvyšuje efektivitu

procesů, ale zároveň vyvolává obavy o soukromí a potřebu uživatelského souhlasu. (Alvarez, 2024)

- 3) **Cyber-Physical Systems (CPS), nebo také Kyber-fyzikální výrobní systémy**, jak popisuje Anasoft (2023), propojují fyzické výrobní procesy s digitálními technologiemi, kde klíčovou roli hraje řídicí systém s názvem MES, systém umožňuje sběr dat, jejich analýzu a automatizované rozhodování. Tato technologie propojuje výrobní linky, podnikové zdroje a digitální řízení procesů, čímž zajišťuje vyšší efektivitu, eliminaci chyb, optimalizaci nákladů a flexibilní reakci na změny v poptávce či výrobních podmínkách.
- 4) **Multifunkční roboti**, kteří jsou schopni vykonávat různé úkoly bez nutnosti přestavby infrastruktury, což zvyšuje efektivitu a flexibilitu. (Alvarez, 2024)



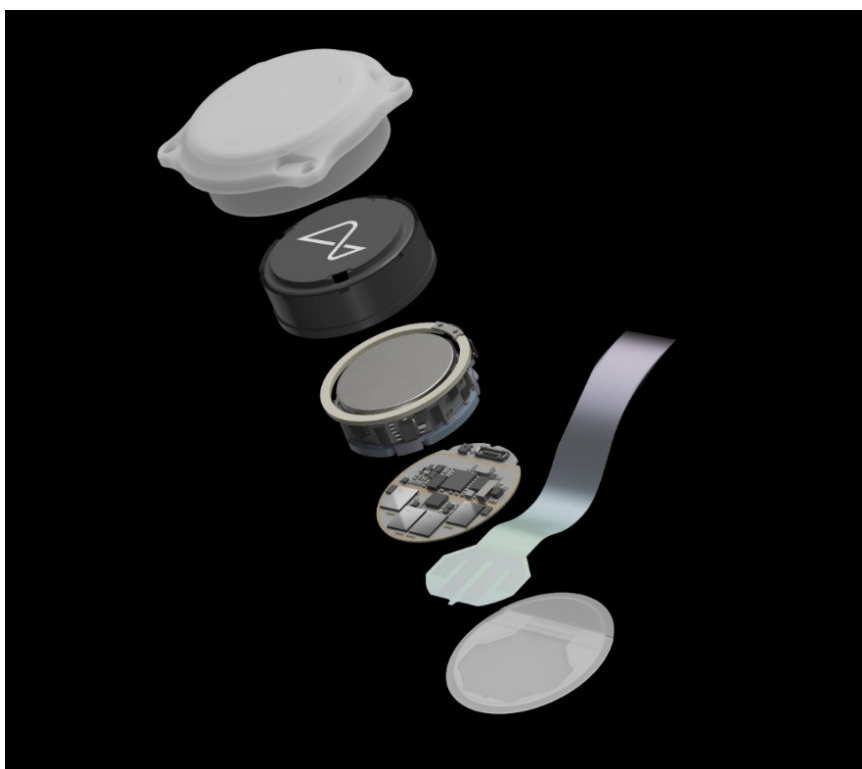
Obrázek 5: Ukázka multifunkčního robota

Zdroj: (Anasoft, 2023)

- 5) **Neurologická vylepšení**, která popisuje Alvarez (2024), umožňují čtení a dekodování mozkové aktivity pro zlepšení kognitivních schopností, personalizované vzdělávání, ovládání zařízení na dálku či prodloužení pracovní

schopnosti seniorů, avšak jsou technologicky náročná, drahá a vyvolávají etické otázky ohledně bezpečnosti a manipulace s vědomím.

V lednu 2024 byl Noland prvním člověkem s implantovaným Neuralinkem, který umožňuje lidem s paralýzou ovládat telefon a počítač myšlenkami. Tento systém, nazvaný „Telepatie“, dnes využívají tři lidé – Noland, Alex a Brad, kteří nemohou hýbat končetinami kvůli poranění míchy nebo amyotrofické laterální skleróze. Všichni se zapojili do klinické studie PRIME, kde testují bezpečnost a praktičnost implantátu. Dohromady jej používají již přes 670 dní a nasbírali více než 4 900 hodin ovládání, přičemž minulý měsíc jej samostatně využívali v průměru 6,5 hodiny denně. Noland popisuje, že díky Neuralinku se znovu spojil se světem, rodinou a přáteli, získal nezávislost a nemusí se neustále spoléhat na pomoc druhých. Místo pasivního sledování videí na YouTube nyní aktivně pracuje s různými aplikacemi a věnuje se interaktivnímu učení po celý den, což by bez Neuralinku nebylo možné. (Neuralink, 5.února 2025)

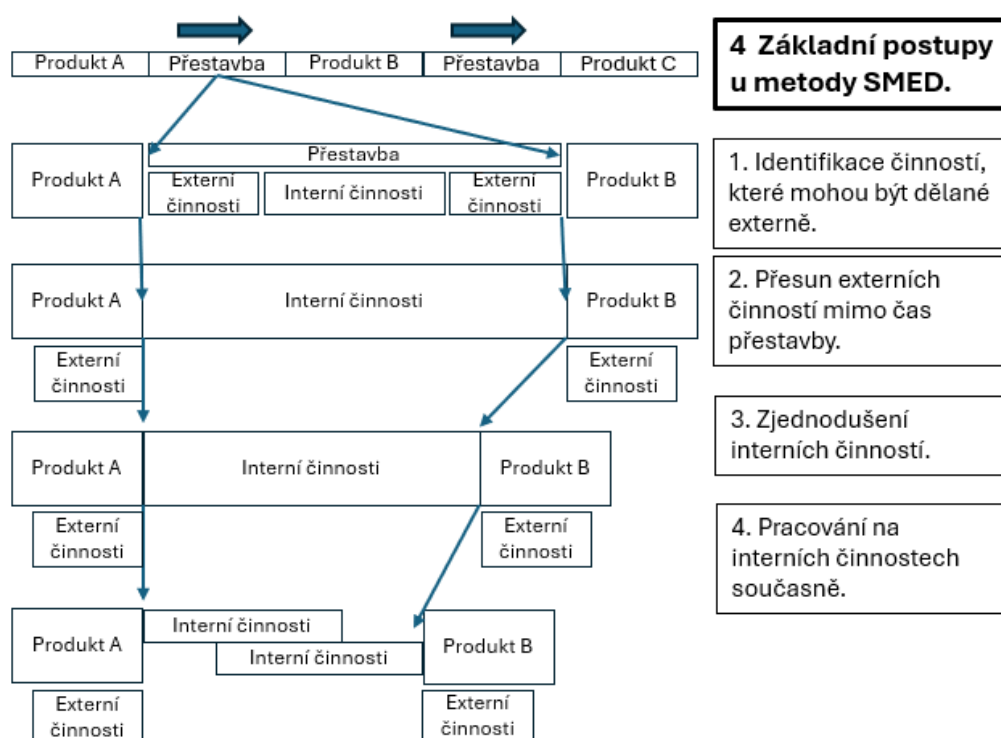


Obrázek 6: Ukázka neuralinku

Zdroj: (Neuralink, 2025)

3 METODA SMED

„SMED (Single-Minute Exchange of Die): metodika pro dosažení času změny pod 10 minut, kterou zavedl Shigeo Shingo. Základní koncepce systému SMED je vyjádřena 3 kroky – oddělením operací externího a interního seřizování, konverzí interního seřizování na externí a zlepšováním jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování.“ (Mašín, 2005, s. 75).



Obrázek 7: 4 základní postupy u metody SMED

Zdroj: vlastní zpracování podle King (2009, s. 125)

3.1 Koncept metody SMED

Košturiak a Frolík (2006, s. 107) nám odpovídá na otázku, co to metoda SMED je. Čas přestavby zahrnuje veškeré činnosti od ukončení výroby posledního kusu až po výrobu prvního dobrého kusu v nové sérii, včetně odstranění starého nářadí, nastavení nového, doladění parametrů a zkušebních běhů. Rychlé změny jsou systematickým procesem minimalizace těchto časů mezi výrobou dvou po sobě následujících různých typů výrobků. Přestavby však nemusí být pouze výrobní záležitostí, v širším kontextu mohou zahrnovat jakékoli činnosti související s přípravou realizace určitého procesu, například zpracování

objednávky, objednání materiálu nebo technickou přípravu výroby. Metoda SMED se běžně uplatňuje na pracovištích, která představují úzká místa ve výrobním toku, a bývá často součástí programu TPM.

King (2009, s. 123) popisuje společnosti, které musí často vybírat mezi větším množstvím druhů výrobků a jak u nich souvisí přestavby s výrobou. Pokud jsou přestavby mezi produkty časově náročné nebo nákladné, přirozeně vzniká tendence prodlužovat výrobu před přechodem na jiný produkt, aby se minimalizoval celkový dopad těchto přestaveb. Tento přístup však vede k několika druhům plýtvání. Nejviditelnější je nadprodukce, protože se vyrábí více produktů, než je v daném okamžiku potřeba pro další výrobní krok. To vede ke zbytečným zásobám, včetně rozpracované výroby i hotových produktů. Může také vzniknout plýtvání pohybem, pokud je přebytečný materiál nutné přesouvat do vzdáleného skladu místo jeho okamžitého postupu k dalšímu výrobnímu kroku. Ztráty výtěžnosti se mohou zvýšit v případě, že se defekty objeví až po delší době, což vede k většímu množství neshodného materiálu, dokud problém není odhalen. Nejvýznamnější nevýhodou dlouhých výrobních dob je však snížení flexibility výroby, což omezuje schopnost rychle reagovat na změny v poptávce zákazníků.

Bauer (2012, s. 77) taktéž poukazuje na možnosti podniků efektivně pracovat s časem potřebným na přestavby. Pokud jsou schopny se rychle přizpůsobovat změnám, mohou využít strategii rychlých a flexibilních přechodů mezi produkty. Naopak, pokud jejich adaptabilita není vysoká, je pro ně výhodnější konsolidace výrobních dávek do větších celků.

Bauer (2012, s. 88) stanovuje cíl metody SMED jako detailně analyzovaný proces přetypování a následné rozdělení identifikované činnosti do dvou kategorií: ty, které lze provádět během provozu stroje, a ty, které je nutné uskutečnit při jeho odstávce.

3.2 Aplikace metody SMED

Kormanec (2008, s. 27-40) popisuje implementaci metody SMED jako systematický cyklus osmi kroků, jehož cílem je identifikovat úzké místo a analyzovat faktory, které prodlužují proces přetypování. Kormanec (2008) popisuje jednotlivé kroky aplikace jako:

1. Identifikace úzkého místa procesu nebo komplikovaného přetypování.

Proces vhodný pro zavedení metody SMED, rozpoznání úzkého místa, které zpomaluje výrobní tok, obvykle kvůli složitým a časově náročným změnám parametrů stroje.

2. Zmapování procesu pomocí záznamu.

Podle složitosti lze přetypování rozdělit na jednoduché, které lze zaznamenat videem, a složité, které vyžaduje detailnější dokumentaci, například snímek pracovního dne, protože se týká více částí stroje či výrobních linek.

3. Analýza pořízeného záznamu.

Cílem analýzy je odhalit činnosti spojené s plýtváním a hledat způsoby jejich efektivnějšího provedení. Využívá se grafické znázornění podílu interních a externích činností a posuzuje se i míra kooperace operátorů.

4. Aplikace metody SMED.

Projektový tým spolu s pracovníky navrhuje opatření ke zkrácení doby přetypování a zefektivnění celého procesu.

5. Implementace zlepšujících změn a jejich ověření.

Změny jsou součástí akčního plánu, jehož plnění je odpovědností členů projektu.

6. Trénink přetypování s důrazem na nové změny.

Pracovníci jsou systematicky seznamováni se změnami a zpětná vazba umožňuje jejich případnou úpravu.

7. Zpracování standardizovaných postupů a jejich vizualizace

8. Zhodnocení a prezentace dosažených výsledků.

SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byl proveden průzkum literárních pramenů zaměřený na metodu SMED, ale také na širší souvislosti, které její aplikaci podmiňují. Ukázalo se, že pro správné pochopení principů této metody je nezbytné nejdříve porozumět prostředí, ve kterém se uplatňuje. Konkrétně jde o koncept štíhlého podniku, který definuje hodnotu z pohledu zákazníka, systematicky odstraňuje plýtvání a klade důraz na plynulost výrobních toků. Právě znalost tohoto prostředí pomáhá lépe chápat, proč a jakým způsobem metoda SMED vznikla, a proč je v mnoha provozech nezbytné ji zavádět.

Zároveň bylo potřeba identifikovat subjekty, které se zaváděním podobných metod aktivně zabývají. Právě průmyslové inženýrství hraje klíčovou roli nejen při analýze a optimalizaci výrobních procesů, ale i při samotné implementaci metod jako SMED. Jejich systematický přístup k časovým ztrátám, důraz na efektivitu a schopnost analyzovat během přestavby z nich činí přirozené nositele změn, které metoda SMED vyžaduje. Díky této vazbě bylo logické věnovat se v teoretické části i jejich úloze a náplni práce.

Dále byly přiblíženy i další metody průmyslového inženýrství, které se často s metodou SMED kombinují. Jedná se například o metodu 5S, Ishikawův diagram, analýzu velkých dat nebo digitalizaci. Všechny tyto nástroje se zaměřují na optimalizaci procesů, podporu rozhodování a zajištění transparentnosti dat, což má v kontextu přestavbových časů zásadní význam.

Osobně mi průzkum literárních pramenů pomohl ujasnit si řadu teoretických poznatků, o kterých jsem se domníval, že je již ovládám. Až při hlubším studiu jsem pochopil souvislosti mezi jednotlivými metodami a jejich koncepčními základy. Díky tomu jsem získal lepší přehled o tom, jaké kroky vedou k efektivnímu zavádění metod jako je SMED a co všechno musí implementace v reálném provozu zohledňovat. Teoretická část mi tedy sloužila nejen jako podklad pro praktickou část, ale i jako nástroj k systematizaci vlastního porozumění celé problematiky.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Praktická část bakalářské práce byla zpracovávána ve společnosti greiner packaging Slušovice s.r.o., který je součástí rakouského holdingu Greiner AG.

4.1 Historie Greiner AG

Za svou existenci dosáhl tento podnik několika významných bodů, které budou v následující části rozebrány.

Kořeny společnosti sahají až do roku 1868, kdy byl založen rodinný podnik s názvem Greiner, v minulosti se jednalo pouze o malý obchod se smíšeným zbožím ve městě Nürtingen, který vlastnil Carl Albert Greiner a jeho žena Emilie. Nyní se už jedná o celosvětově známý koncern s více než 10 000 spolupracovníky ve více než 30 zemích. (greiner packaging, 2025)

V roce 1960 byl zahájen provoz greiner packaging, který se věnoval výrobě korku a pěnových hmot, v této době byly také zakoupeny dva stroje pro vstřikování plastů. První produkty byly, zátky na uzavírání lahví, krabičky na léky anebo kulaté dózy, jednalo se o první krok pro budoucí produkci plastového balení na nejvyšší úrovni. (greiner packaging, 2025)

Následně stojí za zmínku tyto milníky:

- **1987** – První výroba vícevrstvých fólií, s regenerátem v prostředí vrstvě.
- **1989** – První expanze společnosti do východní Evropy, do Maďarska a České republiky.
- **2000** – Využití kombinace lepenky a plastu. Průkopnický obal s názvem K3®.
- **2006** – Vznik business unit Assistec, který se zaměřuje na „technické díly“.
- **2010** – První pobočka mimo Evropu v Severní Americe.
- **2014** – Zavedení dlouhodobě udržitelné strategie „Plastics for Life“.
- **2022** – Převzetí srbské recyklační společnosti ALWAG a její přejmenování na Greiner Recycling d.o.o.. (greiner packaging, 2025)

4.1.1 Dělení společnosti Greiner AG

Dělí se do tří operačních oddělení, ty se poté ještě dělí do svých dalších divizí.

- **Greiner Packaging International**

Obchodní jednotka, která vyvíjí a vyrábí odolné díly, technické díly a sestavy z plastu pro použití v potravinářském i nepotravinářském sektoru.

Do technologií patří: tvarování termoplastů, vstřikování, extruzní vyfukování, vstřikovací vyfukování s dloužením, technologie kavoblow, kombinace kartonu a plastu (u zmíněného produktu K3®), etiketování ve formě a montáž, laserové gravírování. (greiner packaging, 2025)

Její divize jsou:

1. **Packaging business unit**, do které patří i závod ve Slušovicích se zaměřením na obalové materiály pro potraviny a další sortiment, nejtypičtější jsou výrobky jako lahve, víčka a kelímky,
2. **Assistec business unit**, produkty pro domácnosti, vědu anebo automobilový průmysl.

- **Neveon**

Oddělení působící v oblasti polyuretanových, flexibilních a kompozitních pěn, které se využívají při výrobě matrací, izolace, ultralehkého letadla anebo jako prvku pro tlumení hluku. A její divize: **Living&Care** a **Mobility&Specialties**

- **Greiner Bio-One**

Se zaměřením na plastové produkty pro in-vitro diagnostiku, biotechnologii a farmaceutický průmysl. Působí v oblasti základního vývoje a výzkumu léčiv, ale také v jejich v preanalytice a diagnostice. Greiner Bio-One se dále dělí do třech divizí a to **Prenalytics**, **BioScience** a **Sterillization**.

4.2 Společnost greiner packaging Slušovice s.r.o.

Společnost navázala první spolupráci s Greinerem AG v roce 1989, během té doby se ve Slušovicích již vyráběly plastové láhve na vstřikovacích strojích, efektivita nebyla nijak velká, ale existoval základní stavební kámen, který rozhodl o jejich vstupu do holdingu. S nástupem do holdingu se také pojí osvojení si nových technologií a výrazně modernějších strojů, než znali doposud. (Zdroj: interní materiály společnosti, 2025)

Areál společnosti greiner packaging, s.r.o. se v momentální době skládá z administrativní budovy, tréninkového centra, info centra, jídelny, personálního oddělení s šatnou, výroby, skladu a dvou parkovišť. Oddělení PI (průmyslových inženýrů) se nachází mezi výrobou a personálním, společně s kanceláří PI se zde nachází taky plánovači pro výrobu, a obchodní oddělení. Kancelář je strategicky umístěna mezi administrativou a výrobou, tak aby byl snadný přístup do obou míst (viz obrázek číslo 8: Areál společnosti).



Obrázek 8: Areál společnosti

Zdroj: Interní materiály společnosti, 2025

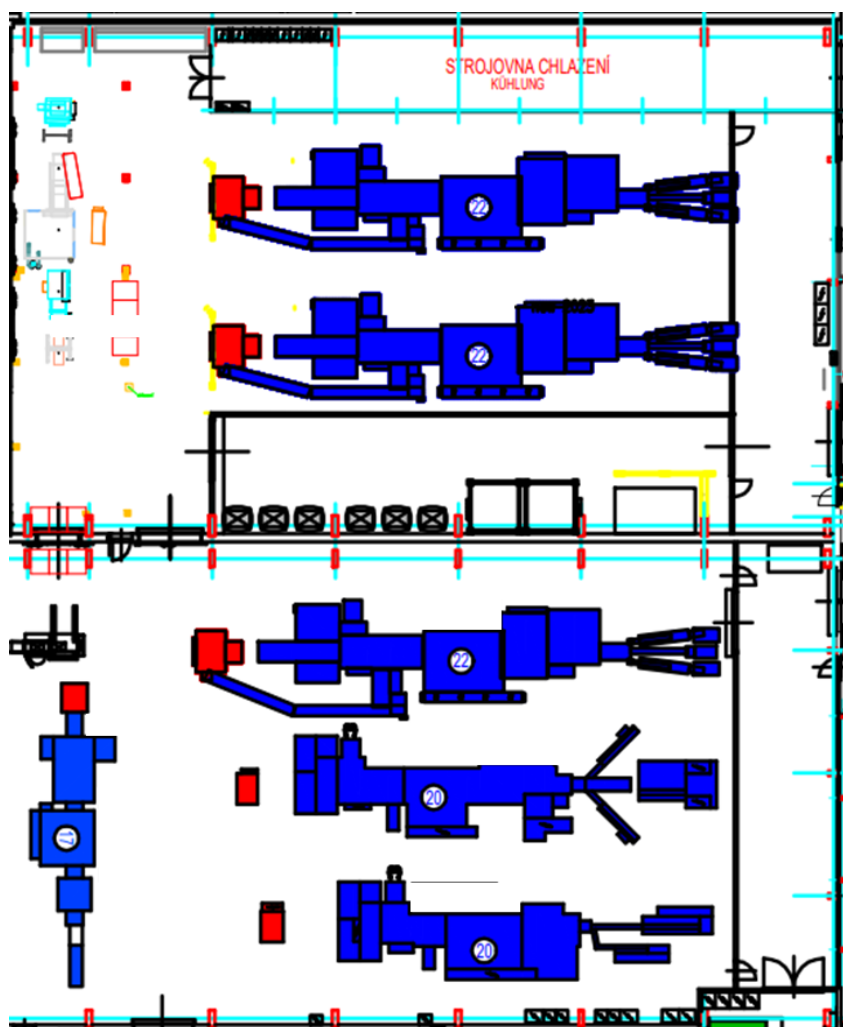
4.3 Výrobní střediska

Výrobní střediska se dají rozdělit na dva typy, první typ výrobních středisek je zaměřen na vytváření polotovarů, jako jsou kelímky a víčka. Druhý typ je poté zaměřen na dekoraci těchto polotovarů. Tudíž následující rozdělení budou výrobní a dekorační střediska.

4.3.1 Výrobní střediska

TVK – TVK je zkrácená verze pro tvarování kelímků. Tvarování kelímků probíhá na in-line strojích, které jsou umístěny na konci výrobní haly téměř u skladu, na layoutu by stroje vypadaly takto, (viz obrázek číslo 9: layout in-line strojů).

In-line stroje jsou pouze stroje na pravé straně obrázku, ty, které jsou největší. Jejich funkčnost a důvod jejich pojmenování je popsán (viz kapitola 5.3, s 57-61).



Obrázek 9: Layout in-line strojů

Zdroj: Interní materiály společnosti

- **Extruze** – Na středisku extruze jsou umístěny dva stroje, které slouží k výrobě fólie. Oproti in-line strojům se jimi vyrobené fólie navíjí na stojany, fólie se následně skladují, prodávají nebo využívají v dalších výrobních krocích. Plastový granulát, jenž je vstupním materiálem pro oba typy strojů, může být vyráběn přímo ve výrobním procesu, a to pomocí drtičů umístěných u každého in-line stroje, nebo pomocí centrálního velkého drtiče umístěného na konci areálu. Tento recyklovaný granulát je možné opakovaně využívat, čímž přispívá k naplnění cílů udržitelnosti stanovených společností Greiner AG.
- **r-PET** – Na tomto středisku dochází k výrobě fólie z materiálu r-PET, je to plast, který se používá při výrobě PET láhví a je recyklovatelný. Před vynálezem r-PETU neměly PET láhve téměř žádné využití, jelikož se materiál nedal recyklovat.
- **TVV** – Středisko TVV je obdobně jako u střediska TVK zkratka, jedná se o tvarování víček, na tomto středisku dochází k vytváření víček, které se používají u nejrůznějších druhů výrobku, od instantní polévky až po kávu (viz obrázek číslo 10: Ukázka výrobků)

4.3.2 Dekorační středisko

- **Provoz K**
 - **K1 (potisk)** – na pracovišti K1 se používá výrobní technologie pro potisk, jedná se o barvu, která se nanáší přímo na obal, ve většině případů na vyrobené kelímky.
 - **K2 (Sleeve)** – „sleeve“ je zkratka pro tenký plastový rukáv, který se nejprve umístí do pozice kolem kelímku a poté se působením horkého vzduchu či jiných metod zahřeje, tak aby došlo k jeho upnutí kolem kelímků. Jedná se o starší způsob u dekoračních technologií, vzhledem k cílům snižování odpadů a emisí se nahrazuje technologií K3.
 - **K3** – jedná se o nanášení lepenkového pláště na kelímek, který je vyroben z polypropylenu (PP). Jeho výhoda spočívá ve 100% recyklovatelnosti u obou použitých materiálů, nepoťištěného PP kelímku a lepenky. Zároveň také umožňuje potisknutí jak vnitřní, tak vnější strany lepenkového pláště.

Do teď byla 100% recyklace závislá na konečném spotřebiteli, který musel lepenkový plášť oddělit od kelímku. V přítomné době došlo k inovaci v používání K3 obalů, a to obaly

s názvem K3 r100, rozdíl v nich je ten, že lepenkový plášť je uchycen takovým způsobem, že se dokáže během recyklace samostatně oddělit od kelímku, a to zcela bez zásahu člověka.

4.4 Výrobky

Na jednotlivých výrobních střediscích a jejich specializovaných technologiích se zpracovává široké spektrum produktů. Výroba zahrnuje jak polotovary typu víceč a kelímků, tak i finální výrobky určené například pro uchovávání jogurtů, tvarohů, instantních polévek nebo kávy. Sortiment pokrývá také produkty pro nepotravinářské využití, jako jsou boxy, krabice či jiné nádoby (viz obrázek číslo 10: Ukázka výrobků).



Obrázek 10: Ukázka výrobků

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5 Zodpovědné osoby pro přestavby

Ve společnosti je zastoupeno mnoho pracovních pozic, ale v případě aplikace metody SMED, budou popsány hlavně pozice, které jsou potřebné pro plánování a dokončení přestaveb.

4.5.1 Seřizovač

V běžném termínu se jedná o mechanika, název seřizovač se poté používá ve společnosti jako název jeho pracovní pozice. Seřizovači jsou zodpovědní za manuální práci při přestavbách stroje. Jejich pracovní náplň se skládá z přestaveb, pomoci při problémech se strojem či jiné údržbě. Každé výše popsané středisko (viz kapitola 4.3, s. 45-46), má své vlastní seřizovače. **Skupina seřizovačů**, kteří jsou zodpovědní za chod TVK mají název „**údržba TVK**“, v čele každé skupiny se nachází technologové. Ti mají na starosti zhruba čtyřčlenný tým pro každou směnu (tj. ranní, odpolední, noční), přesné počty je těžké určit, protože ne vždy se dostaví všichni seřizovači.

4.5.2 Technolog

V čele každého týmu seřizovačů se nachází technolog, který je organizuje, pomáhá, školí nebo se zapojuje do činností, které potřebují vyšší stupeň schopností a dovedností. Ve své podstatě je to team leader, který má mnoholeté zkušenosti nebo dostatečně vysoké vzdělání. Pracuje ve výrobě u přestaveb, udržování strojů či zaučování, ale také má v náplni práce tvoření docházky, udělování dovolených a rozpis směny. Taktéž je součástí Shop Floor meetingů, školení a nejrůznějších porad, kde je zapotřebí jeho pohled na věc. Případně podává reporty vedoucímu výroby.

4.5.3 Vedoucí výroby

Má na starosti hladký průběh výroby, šíření informací a koordinaci mistrů, technologů a dalších členů výrobního managementu.

4.5.4 Plánovač výroby

Plánovači výroby hrají zásadní roli při organizaci zakázek a plánování přestaveb. Každé výrobní středisko má přiděleného vlastního plánovače, který se stará o pravidelnou aktualizaci stavu zakázek a stanovuje konkrétní časy a stroje pro přestavby, včetně časové náročnosti jednotlivých úkonů. Úzká spolupráce probíhá jak s plánovači, kvůli správnému

načasování měření, tak s vedoucím výroby, který zajišťuje informování údržby TVK o plánovaném zavedení metody SMED.

4.6 Nástroje pro sledování výroby

Tato část bakalářské práce se věnuje nástrojům, které hrají klíčovou roli ve výrobních procesech i při realizaci projektů. Tyto aplikace zároveň představují jedno z možných zlepšení v rámci konceptu štíhlosti, který byl představen (viz kapitola 1.2, s. 15). Patří mezi ně následující aplikace:

- **MES – Manufacturing Execution Systems**

Systém slouží ke sběru dat z výroby v reálném čase přes senzory na strojích. Díky propojení se SAPem pomáhá sledovat plnění výrobních zakázek. Pro SMED je důležitý především z hlediska časového sledování výrobních operací a identifikace prostojů.

- **QIDo – Quality Indication Diary**

Aplikace využívaná interní kvalitou a technology pro evidenci nekvality. V kontextu SMED může pomoci sledovat, zda změny v přestavbách nevedou ke zvýšené zmetkovitosti a tím přispět ke zpětné vazbě při optimalizaci.

- **CAQ systém**

Tento nástroj umožňuje přímý sběr naměřených dat na pracovištích a jejich porovnání se standardy. Při aplikaci SMED je CAQ užitečný například pro kontrolu stability procesu po zkrácení přestavbových časů.

- **MS Power BI**

Slouží k vizualizaci dat a tvorbě přehledných reportů, často v rámci Shop Floor Managementu. U SMED je přínosný při analýze časových úseků přestavby, sledování zlepšení a prezentaci výsledků.

- **GEKON – Greiner Entry and Kitchen Online Portal**

Portál slouží zaměstnancům k evidenci docházky a stravování. Vazba na SMED je pro GEKON důležitá z toho důvodu, že plánovači výroby vidí, kolik seřizovačů došlo na směnu, a proto s jak velkým týmem pracují.

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘETÝPOVÁNÍ NA IN-LINE STROJI

Pro zahájení metody SMED je klíčové provést analýzu současného stavu, a to zejména samotného průběhu přetypování na in-line strojích, činností seřizovačů a dalších aktivit nutných pro úspěšnou přestavbu. K tomuto účelu slouží data získaná ze systému MES, která byla dále zpracována v prostředí MS Excel.

V úvodní fázi zpracování jsou popsány provedené úpravy dat získaných ze systému MES. Všechny následné úpravy spadají do oblasti analýzy velkých dat, která je detailněji rozvedena (viz kapitola 2.4.1, s. 30-31). Celý proces probíhá v aplikaci MS Excel s využitím standardních funkcí a nástroje Power Query.

5.1 Zpracování dat ze systému MES

Za pomoci aplikace MS Excel, do které se automaticky přenáší data ze systému MES se bude provádět úprava jejich pořadí, vzhledu, přiřazení k příslušným strojům a odstranění duplicit anebo chybných hodnot (viz tabulka číslo 3: Data před úpravou). Veškeré použité tabulky v této práci zachycují pouze zlomek dat, celkově bylo upraveno 550 řádků, jedná se pouze o ukázkou, nikoliv všechna data.

Tabulka 3: Data před úpravou

Číslo stroje	Skutečný čas výroby	Plánovaný čas výroby	Časový rozdíl	Čas přestavby
41022	12,604	10,075104	2,529221833	0,00805 H
41024	3,1947	2,6082	0,586250833	3,99625 H
41021	30,1645	24,828408	5,3356895	3,1579 H
41023	17,3213	16,30125	1,020011667	0,00115 H
41024	70,8262	58,77144	12,05451083	0,00805 H
41022	12,2061	10,075104	2,131187667	1,7388 H
41024	146,9079	137,765124	9,143197667	0,00345 H
41022	73,3424	68,846544	4,496009333	0,00345 H
41022	5,6143	5,5323648	0,081858533	7,33355 H
41021	18,54835	18,9790848	-0,430543133	3,0084 H
41024	47,8239	47,22705	0,596658333	0 H
41023	17,8089	X	X	1,6399 H
41020	30,0058	26,447148	3,5585945	3,68575 H
41022	64,8439	X	X	0,07245 H
41020	13,51135	16,105635	-2,5937675	1,3041 H

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.1 Chyby v datech

Ve sloupcích skutečný čas výroby, plánovaný čas výroby a časový rozdíl dochází k výskytu nulových hodnot, či písmen „X“. U každého stroje, se nachází tablet, na kterém se samotný stroj zastavuje a připravuje na přestavbu, ale také zároveň dává informace ohledně začátku samotné přestavby či zahájení výroby po přestavbě.

Výskyt těchto chyb pak souvisí s tím, že pokud se tlačítko pro zahájení přestavby klikne 2* rychle po sobě, nebo se neklikne vůbec a přestavba se ve své podstatě nepřepíše do systému MES, nachází se zde písmeno „X“.

Pokud se ovšem vyskytne druhá varianta, která souvisí s časem přestavby a na místo času přestavby se zde nachází nulová hodnota, tak se pak jedná o chybu v lidském faktoru. Ve své podstatě se jedná o to, že seřizovač zapomene zakliknout ze začátku přestavby tlačítko pro zahájení přestavby. Tomuto tlačítku se dá lehce vyhnout, jelikož nesouvisí se spuštěním stroje ani výroby na něm, jedná se o ztracená data, která se mohla použít právě při analýze pro **SMED**, či analýze **CEZ (celkové efektivita zařízení)**. To se pak seřizovač snaží vyřešit, protože mu stačí na okamžik stisknout tlačítko pro přestavbu a tím pádem vzniká hodnota „0 H“ a systém **MES** vyhodnocuje, že přestavba proběhla úspěšně a pokračuje ve sledování aktuálního stavu zakázky.

% použitelnost dat z tabulek před a po úpravě:	81%
--	-----

Obrázek 11 : Použitelná data po úpravě

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.2 Úprava dat

Data obsažená v souboru MS Excel jsou příliš rozsáhlá pro kompletní zahrnutí do bakalářské práce, a proto je v práci uvedena pouze část původní tabulky (viz tabulka číslo 3: Data před úpravou). Upravená tabulka, která bude sloužit jako podklad pro tvorbu grafů, určení prioritního stroje, volbu vhodného typu přestavby a další analýzy, bude rozdělena na více částí.

V rámci přípravy dat budou odstraněny duplicitní záznamy pomocí nástroje Power Query a zároveň proběhne formátování tabulky. Dále budou přidány tři pomocné sloupce, **typ přestaveb**, **plnění časů přestaveb** a **CEZ (celková efektivita zařízení)**.

- **Typ přestaveb** – U každého in-line stroje se uskutečňují dva druhy přestaveb, **malé přestavby** a **velké přestavby**. U tohoto rozdělení je nutné podotknout jejich důvod. Malé přestavby jsou časově definované a mají plánovaný čas trvání do hodiny. Velké přestavby mají plánovaný čas přestavby nad hodinu. Podrobnější popis přestaveb bude rozebrán v následující kapitole (viz kapitola 5.2 strana 57).
- **Plnění časů přestaveb** z důvodu následného použití dat ze sloupce. Na místo časů přestaveb, které mohou být v různé jak v plusové, tak záporné hodnotě se stanoví sloupec, který bude obsahovat, jestli se jednalo o delší nebo kratší přestavbu oproti plánovanému času.
- **CEZ** sloupec s celkovou efektivností zařízení byl přidán pro analýzu stavu výroby po přestavbách a prozkoumání skutečnosti, jestli existuje spojitost mezi případně urychleným nebo zpomalenými přestavbami s následnou efektivností vyrábění, pokud by se tato skutečnost prokázala, dala by se metoda SMED spíše změnit do standardizace postupů a správného stanovení standardních časů pro přestavby.

Tabulka 4: Data po úpravě 1/3

Číslo stroje	Skutečný čas výroby	Plánovaný čas výroby	Časový rozdíl
22	12,60 H	10,08 H	2,53 H
24	70,83 H	58,77 H	12,05 H
25	73,34 H	68,85 H	4,50 H
24	30,01 H	26,45 H	3,56 H
23	34,44 H	33,89 H	0,55 H
22	21,25 H	19,38 H	1,87 H
22	18,42 H	15,78 H	2,64 H
21	38,04 H	37,99 H	0,05 H
20	27,95 H	24,06 H	3,89 H
22	7,90 H	8,30 H	-0,40 H
23	19,31 H	18,47 H	0,84 H
24	132,42 H	130,51 H	1,91 H
25	182,00 H	167,33 H	14,67 H
21	10,49 H	10,08 H	0,41 H
21	66,20 H	63,57 H	2,64 H
23	100,68 H	96,00 H	4,68 H
20	27,94 H	26,31 H	1,63 H

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 5: Data po úpravě 2/3

Čas přestavby	Čas přestavby plánovaný	Časový rozdíl přestavby	Rozdíl v %
2,34 H	0,35 H	2,00 H	578,67 %
1,64 H	0,23 H	1,41 H	614,00 %
6,41 H	3,45 H	2,96 H	85,70 %
1,26 H	1,15 H	0,11 H	9,50 %
3,69 H	3,45 H	0,24 H	6,83 %
1,30 H	0,58 H	0,73 H	126,80 %
6,17 H	5,75 H	0,42 H	7,26 %
8,91 H	5,75 H	3,16 H	54,90 %
7,21 H	3,45 H	3,76 H	109,00 %
0,73 H	0,35 H	0,38 H	110,33 %
3,61 H	3,45 H	0,16 H	4,73 %
5,52 H	3,45 H	2,07 H	59,87 %
7,16 H	5,75 H	1,41 H	24,52 %
1,27 H	0,35 H	0,92 H	267,00 %
4,44 H	3,45 H	0,99 H	28,63 %
7,73 H	5,75 H	1,98 H	34,36 %
5,16 H	3,45 H	1,71 H	49,47 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 6: Data po úpravě 3/3

Typ přestavby	Plnění časů	CEZ
MP	Delší	62,93 %
MP	Delší	45,33 %
VP	Delší	21,94 %
VP	Delší	39,23 %
VP	Delší	70,09 %
MP	Delší	61,12 %
VP	Delší	78,27 %
VP	Delší	60,19 %
VP	Delší	95,59 %
MP	Delší	48,54 %
VP	Delší	40,71 %
VP	Delší	60,00 %
VP	Delší	87,00 %
MP	Delší	94,58 %
VP	Delší	62,44 %
VP	Delší	91,93 %

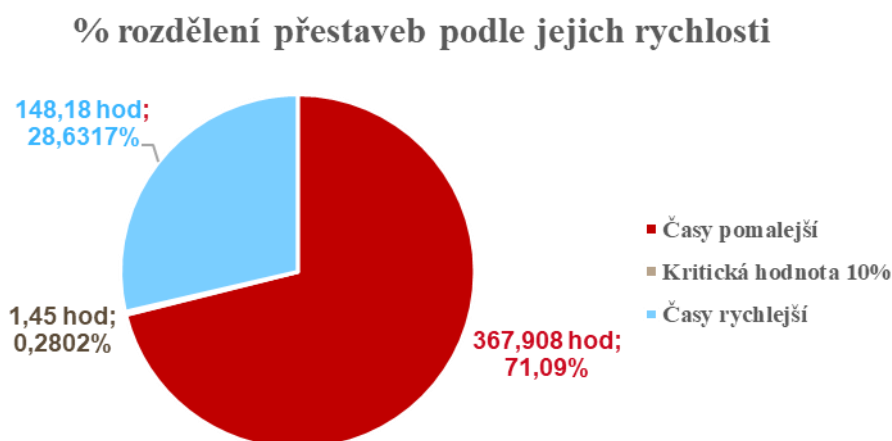
Zdroj: Vlastní zpracování

5.1 Grafická vizualizace výsledků z analýzy

Na základě upravených dat (viz kapitola 5.1.2, s. 51–53) bylo možné identifikovat první možné příčiny prostoje ve výrobě.

Při přípravě těchto dat pro účely bakalářské práce byly odstraněny citlivé údaje, jejichž zveřejnění společnost nepovolila. Konkrétně se jednalo o čísla artiklů, názvy výrobků, data výroby a hodnoty celkové produkce v kusech včetně procenta zmetkovitosti.

Následné grafické zpracování dat ukazuje, jaké procento přestaveb trvalo déle než alokovaný čas (**pomalejší časy**) a které byly provedeny rychleji (**rychlejší časy**), (viz obrázek číslo 12). Z tohoto porovnání lze odhadnout přibližnou míru plýtvání: odečtením součtu rychlejších časů od těch pomalejších vzniká hrubý odhad ve výši **220 hodin**. Tento údaj vychází z rozdílu mezi skutečnou délkou trvání přestavby a předem stanoveným standardizovaným časem.



Obrázek 12: Rozdělení přestaveb podle rychlosti

Zdroj: Vlastní zpracování

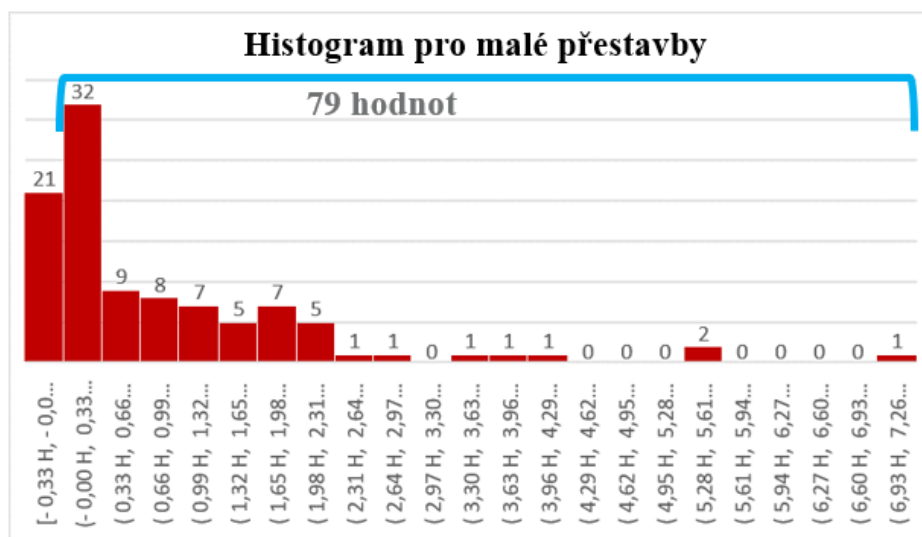
Dále se v těchto grafech nachází histogramy pro časy přestaveb, které nám mohou poukazovat na standardní rozdělení či jiné odchylky v časech, po vytvoření histogramu (viz příloha I: Celkový histogram), došlo k další analýze, a to rozpadu přestaveb na ranní, odpolední a noční směnu s cílem zjistit, kde se nejvíce odchylek z histogramu nachází (viz obrázek číslo 13: Čas přestaveb pro směny).



Obrázek 13: Čas přestaveb pro směny

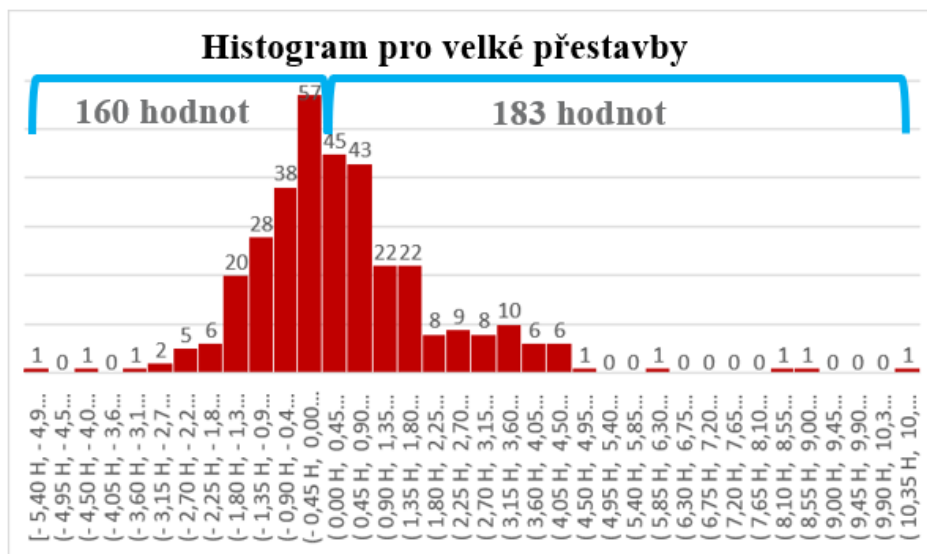
Zdroj: Vlastní zpracování

V návaznosti na zjištění, že nejvíce ztrátového času vzniká na ranních směnách, byl celkový histogram rozdělen do drobnějších částí, a to do histogramu pro malé přestavby (viz obrázek číslo 14: Histogram malých přestaveb) a histogramu pro velké přestavby (viz obrázek číslo 15: Histogram velkých přestaveb), za cíl bylo zjistit na jaké typy přestaveb se na ranní směně zaměřit.



Obrázek 14: Histogram malých přestaveb

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 15: Histogram velkých přestaveb

Zdroj: Vlastní zpracování

Histogramy ukázaly výraznější výskyt prodloužených časů u malých přestaveb než u přestaveb velkých. Přestože celkově dochází k většímu počtu velkých přestaveb, jejich průměrná ztráta času je nižší. Pokud odečteme hodnoty rychlejších přestaveb od těch pomalejších a výsledek podělíme počtem výskytů, zjistíme, že u jedné velké přestavby dochází ke ztrátě přibližně 23 minut. U malých přestaveb je tato hodnota dvojnásobná, tedy přibližně 49 minut. To naznačuje, že právě u malých přestaveb je větší prostor pro zlepšení.

Na základě těchto zjištění se analýza posunula k hledání konkrétního stroje, u kterého by bylo nejvýhodnější zahájit měření a optimalizaci. Zaměření bylo opět zúženo pouze na ranní směnu a pro lepší přehled byla vytvořena tabulka, která porovnává výskyt plýtvání mezi jednotlivými stroji. Po identifikaci vhodného stroje se pozornost přesunula na konkrétní typy kelímků (artiklů), u kterých by se mohlo plýtvání koncentrovat.

Z důvodu interní dohody se společností však nemohou být podrobnosti o konkrétních artiklech zveřejněny. Výsledky analýzy ale nenaznačily, že by se problém týkal pouze jednoho typu, a proto tento směr nebyl dále považován za rozhodující.

5.2 Typy přestaveb

Na středisku TVK, kde se vyrábějí kelímky, dochází ke dvěma typům přestaveb. Liší se mezi sebou jen v několika činnostech, použitých nástrojích a částech stroje, které je nutné upravit. Tato část práce se věnuje jejich rozdělení, jednak pro lepší pochopení následující problematiky, tak pro případné budoucí rozšíření metody SMED o jeden z těchto typů.

Je důležité zmínit, že stanovit přesné činnosti u těchto přestaveb je velmi obtížné, jelikož se mění v závislosti na tom, z jakého typu produktu a na jaký se přestavuje. Rozdělení na malou a velkou přestavbu bude proto vycházet z mých pozorování a z již existujících návodů, které jsou dostupné v interních materiálech společnosti. Popis bude záměrně obecný, bez konkrétních kroků seřizovačů, a slouží především k objasnění jejich rozdílů.

5.2.1 Malá přestavba

U malé přestavby dochází k výměně štemplů, vložek, kopyt, vyhazováků a dorazů. Jedná se o součástky, které se mění bez nutnosti zásahu do samotné formy. Následně může proběhnout výměna materiálu, pokud je požadovaná změna artiklu výraznější. V takovém případě se postup rozšiřuje o čištění extrudéru a dávkovače materiálu. Celý proces probíhá bez zásadnějších technických zásahů, jako je například demontáž formy nebo čištění drtiče, což odlišuje tuto přestavbu od velké. Další odlišností je pak definovaný čas na její splnění, malé přestavby probíhají zhruba do hodiny, oproti tomu velké přestavby mají definovaný čas pro splnění nad hodinu.

5.2.2 Velká přestavba

Velká přestavba se od malé liší především tím, že dochází k výměně celé formy za jinou. Na tuto výměnu navazuje i výměna jednotlivých součástek, které jsou specifické pro nový artikl. Během tohoto typu přestavby zároveň probíhá výměna a důkladné čištění extrudéru, vaků na materiál, dávkovače barvy i dávkovače samotného materiálu. V případě potřeby může velká přestavba zahrnovat i další výměny všech zbývajících částí stroje. To je závislé na daném požadovaném výrobním produktu.

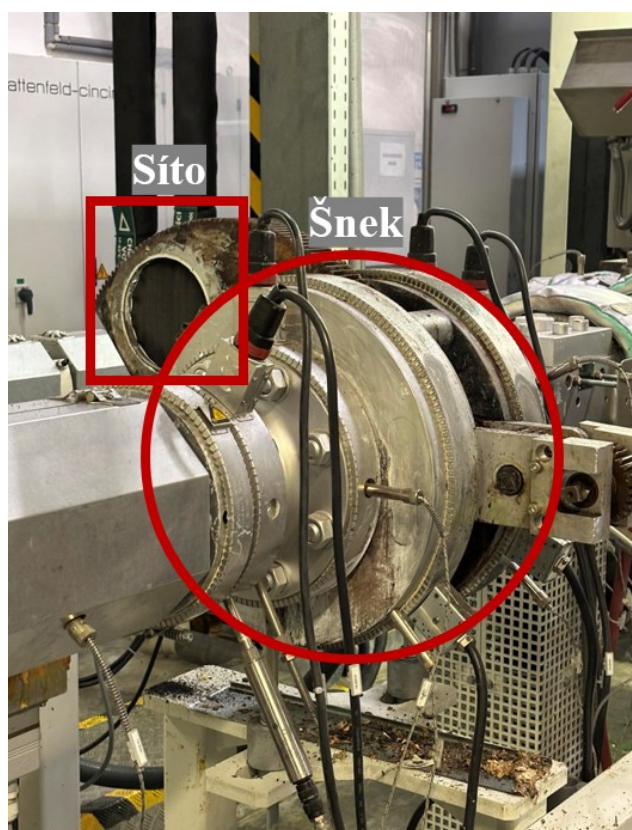
5.3 Popis in-line stroje

In-line stroj, na kterém probíhalo měření v rámci metody SMED, využívá technologii vakuového tvarování kelímků. Základní surovinou je plastový granulát, který si stroj dokáže sám zpracovat a přetvořit do různých typů kelímků.

In-line stroj je název, který vznikl z důvodu, že si stroje dokážou z plastového granulátu vytvořit vlastní plastovou fólii v požadované šířce, teplotě, druhu materiálu a barvy. Jsou to stroje, které jsou soběstačné pro výrobu kelímků.

Granulát lze ke stroji dopravit dvěma způsoby, buď ve formě nového materiálu nasypaného do cisteren, nebo jako recyklovaný granulát, který pochází z již použitých kelímků. Tento materiál se skladuje ve speciálním zásobníku zvaném „bag“. Do bagu a cisteren je napojeno potrubí pro nasávání granulátu, přičemž vývod vede do horní části in-line stroje, ve fázi rozhodování, z jakého odběrného místa se bude granulát nasávat záleží na typu kelímku. Na horní části in-line stroje se nachází zařízení, které rozděluje granulát do jednotlivých topných zón stroje.

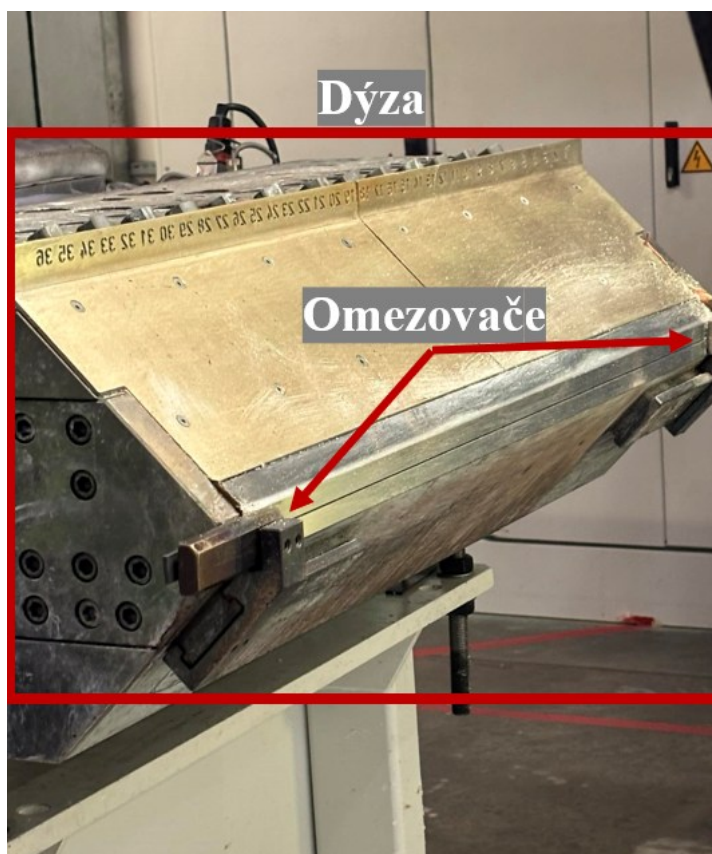
Každá z těchto topných částí obsahuje šnek a síto (viz obrázek číslo 16: Šnek a síto). Roztavený plast je při průchodu sítím filtrován, čímž se odstraňují případné nečistoty. Vyčištěný plast pak postupuje do části nazývané dýza.



Obrázek 16: Šnek a síto

Zdroj: Vlastní zpracování

Dýza slouží ke spojení všech žhavicích cest, počet cest se opět liší podle typu vyráběného kelímku, konkrétně podle počtu vrstev výsledné plastové fólie. V této části také dochází k prvotnímu stlačení plastu do podoby fóliového pásu. Jeho šířka se nastavuje pomocí **omezovačů** umístěných po stranách dýzy.

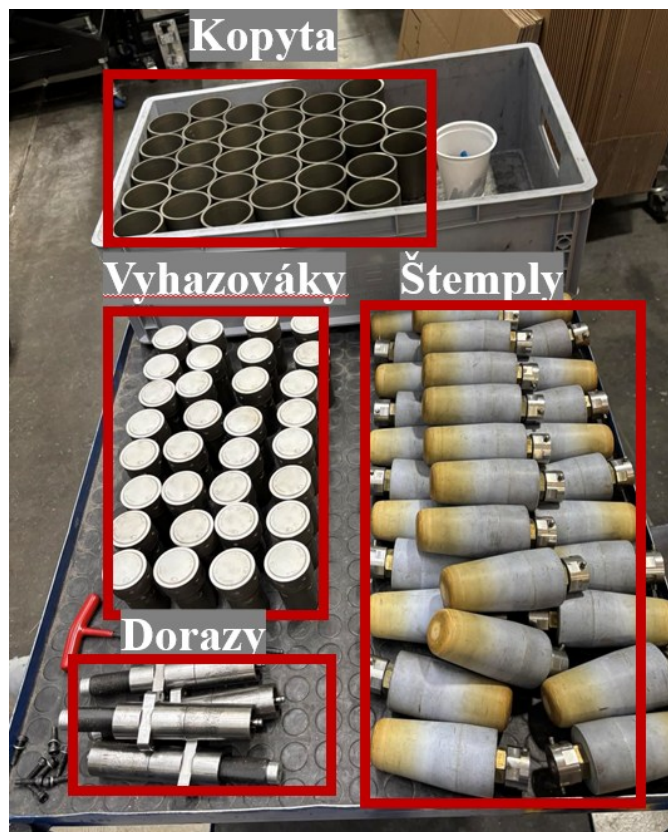


Obrázek 17 : Dýza a omezovače

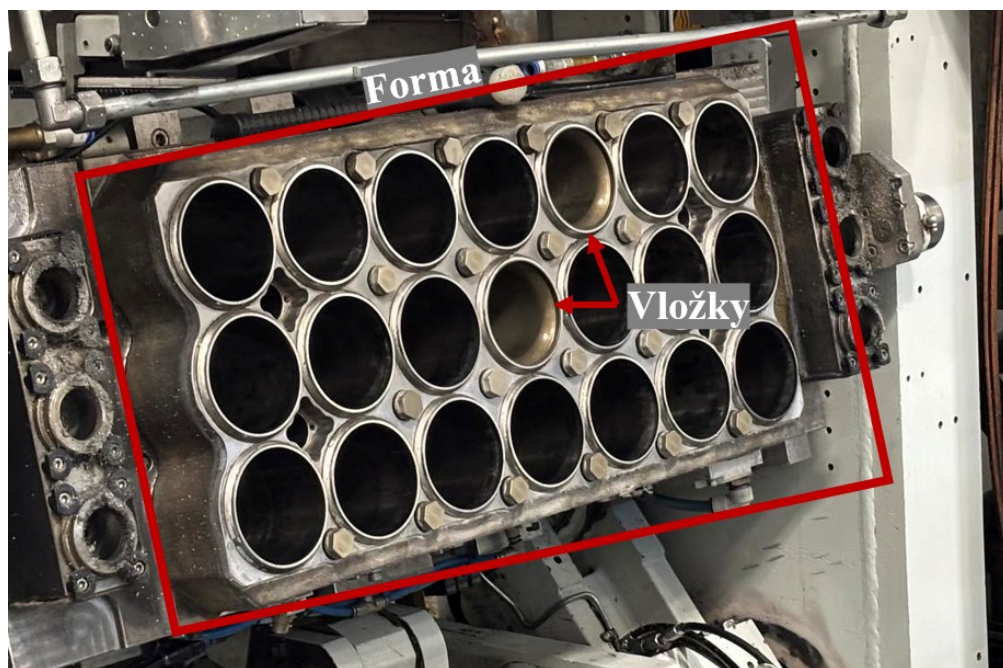
Zdroj: Vlastní zpracování

Vytlačený plastový pásek prochází mezi válci, které dále upravují tloušťku fólie a zároveň zajišťují udržení požadované teploty. Poté fólie pokračuje do vnitřní části stroje, kde je pomocí elektrického ohříváče udržována ve vhodné teplotě, až k samotnému místu vytlačování kelímků.

Samotné vakuové tvarování probíhá ve **formách** (viz obrázek číslo 19: **Forma a vložky**), jejichž typ závisí na druhu vyráběného kelímku. Aby byl proces správně funkční, je třeba použít přesně odpovídající sadu doplňků a to **vložky, kopyta, štemple a vyhazováky** (viz obrázek číslo 18: **Ostatní součástky**). Tyto komponenty jsou vždy přizpůsobeny konkrétní formě.



Obrázek 18 : Ostatní součástky

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 19 : Forma a vložky

Zdroj: Vlastní zpracování

Hotové kelímky putují do sběrného prostoru, kde jsou seřazeny a srovnány do komínků (štosů). Následně tyto štosy vypadávají na pracovní plochu, odkud se odebírají a ukládají do kartonových krabic.

Ve fólii, ze které byly kelímky vytvarovány, zůstávají otvory. Takto použitá fólie je dopravena do drtiče, který je součástí každého in-line stroje. Drtič fólii rozemele a umožní její recyklaci do podoby granulátu. Ten je pak uložen do samostatného bagu určeného pro recyklovaný materiál a může být dále znovu použit nebo prodán. Pouze ve výjimečných případech dochází k eliminaci granulátu spaláním.

5.4 Popis činností seřizovačů u malých přestavb

V této části jsou činnosti přiděleny specificky pro in-line stroje a u nich k malým přestavbám, které byly určeny jako úzké místo.

Práce na přestavbě začíná přípravou potřebného nářadí. V současnosti se ve výrobě používají speciální vozíky určené právě pro nástroje nutné k přestavbě. Současně s tím dochází k nachystání jednotlivých komponentů popsanych (viz obrázek 18: Ostatní součástky). Tyto komponenty jsou rovněž umísťovány na zvláštní vozík, který je převezen až k samotnému pracovnímu místu, kde dochází k jejich výměně. Tuto fázi je obtížné přesně zachytit, protože se neprovádí těsně před zahájením přestavby, ale probíhá v rámci běžné pracovní doby seřizovačů, ve chvíli, kdy obdrží informaci o plánované přestavbě. V praxi to znamená, že pokud seřizovači nemají aktuálně žádnou jinou činnost, věnují se právě přípravě nářadí a komponentů. Pojmem „příprava pro přestavbu“ je zde myšlena kontrola potřebných součástí, vozíku a jejich následný přesun ke stroji, kde má přestavba proběhnout. Tyto činnosti již spadají do externího času procesů, přičemž význam externího a interního času je popsán (viz kapitola 3, s. 37)

Samotná fyzická práce seřizovačů začíná ve chvíli, kdy stroj automaticky zastaví, přejde do režimu přestavby a pomocí tlačítka na ovládacím tabletu se odjede s pick-upem. Pick-up představuje část stroje, která obsahuje prostor pro automatické štosování kelímků a platformu pro jejich odběr.

Jakmile je takto stroj připraven, seřizovač nebo skupina seřizovačů začne uvolňovat šrouby a dorazy ze spodní části formy, které drží vložky a vyhazováky. Z vrchní části se současně demontují kopyta, která mohou být okamžitě nahrazena novými. Po uvolnění šroubů a dorazů ve spodní části formy se nejprve odstraní vyhazováky a poté i vložky.

Následně se montují nové vložky a nové vyhazováky, přičemž u větších vyhazováků je třeba pod ně umístit chladicí tyčinky, které slouží k odvodu tepla. Poté dojde k výměně štemplů a seřizovači se přesouvají do zadní části stroje, k extrudéru (topné části).

Zde je nejprve nutné pomocí ovládacího tabletu odjet s ohřívacími válci od dýzy. Následuje vyjmutí sít z hřídele (šneku), vyčištění dýzy od zbytkového plastu, a nastavení dýzy včetně omezovačů pro šířku fólie. Další postup závisí na typu materiálu, na který se přechází, může se jednat o odlišný materiál i barvu, nebo může vše zůstat beze změny. Pokud však dochází ke změně materiálu, je nutné nechat roztavený plast chvíli odtékat, dokud nezačne téct požadovaný druh a barva materiálu. Jakmile se objeví první známky správného materiálu, napojuje se nová fólie na válce a dále do vnitřní části s ohřevem. Fólie poté prochází nově upravenou formou. Stroj v této fázi ještě nevyrábí, není spuštěn, a fólie se na druhé straně stroje napojuje na drtič.

Následují drobné úpravy spočívající v propojení extrudéru s výrobním cyklem stroje. Poté se provede testovací spuštění, a pokud je úspěšné, je přestavba dokončena spuštěním stroje. Přestavba končí úklidem použitého nářadí a odvozem vozíku se starými komponenty.

5.4.1 Celkový čas přestaveb za sledované období

Výsledkem analýzy současného přetypování za sledované období 182 dní (tj. leden až červen), byl identifikován potenciál ke zlepšení ve výši 84 hodin, pouze na malých přestavbách. Celkový plánovaný čas, který byl za stejné období věnován přestavbám (malým i velkým), činil 1 145 hodin. Pro výpočet hrubého odhadu možného zefektivnění byl použit jednoduchý výpočet.

Dělení identifikovaného plýtvání celkovým časem přestaveb, tedy $84/1\,145$, a výsledek vynásobený 100. Tento výpočet ukázal, že při odstranění plýtvání u všech malých přestaveb je možné dosáhnout zefektivnění až o přibližně 7 %.

5.5 Stanovení vhodného začátku pro implementaci metody SMED

Pro konečné rozhodnutí byla sestavena tabulka zaměřená na analýzu plýtvání u jednotlivých strojů při malých přestavbách (viz tabulka číslo 7: Analýza plýtvání pro stroje). Největší celkový čas plýtvání byl zaznamenán u stroje 20, a to 21,42 hodin, což však souvisí především s vyšším počtem přestaveb.

Pokud bychom se zaměřili pouze na průměrné hodnoty prodlužování jednotlivých přestaveb, jako vhodnější by se jevíly stroje 22 nebo 23. Přesto byla zvolena varianta se strojem 20, jelikož vyšší četnost přestaveb umožňuje rychlejší sběr dat a vyhodnocení výsledků. Analýza se vytvořila z dat naměřených za období leden až červen.

Tabulka 7: Analýza plýtvání pro stroje

Stroj	Výskyt přestaveb	Malé přestavby	
20	28 x	% odchylka od plánovaných časů	357,43 %
		Plýtvání v hodinách za sledované období (182 dní)	21,42 H
		Plýtvání v minutách na jednu přestavbu	45,89 MIN
		Plýtvání v hodinách za (365 dní)	49,39 H
21	21 x	% odchylka od plánovaných časů	274,77 %
		Plýtvání v hodinách za sledované období (182 dní)	13,87 H
		Plýtvání v minutách na jednu přestavbu	39,62 MIN
		Plýtvání v hodinách za (365 dní)	27,81 H
22	14 x	% odchylka od plánovaných časů	406,36 %
		Plýtvání v hodinách za sledované období (182 dní)	17,62 H
		Plýtvání v minutách na jednu přestavbu	75,50 MIN
		Plýtvání v hodinách za (365 dní)	35,33 H
23	13 x	% odchylka od plánovaných časů	373,96 %
		Plýtvání v hodinách za sledované období (182 dní)	16,38 H
		Plýtvání v minutách na jednu přestavbu	75,61 MIN
		Plýtvání v hodinách za (365 dní)	32,86 H
24	24 x	% odchylka od plánovaných časů	254,84 %
		Plýtvání v hodinách za sledované období (182 dní)	14,60 H
		Plýtvání v minutách na jednu přestavbu	36,50 MIN
		Plýtvání v hodinách za (365 dní)	29,28 H

Zdroj: Vlastní zpracování

6 ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY

V této části bakalářské práce je popsán aktualizovaný cíl projektu, s ohledem na zjištěné informace z analýzy, technologický postup tvarování kelímků na in-line stroji, popis činností u přestaveb a popis provedených měření ve výrobě, kde jsou rozepsány pozorované chyby, které vznikají u přestaveb.

6.1 Představení problematiky

Hlavním cílem bakalářské práce, bylo snížit čas přestaveb o 6 % za využití metodiky SMED.

Ještě před zahájením řešení problematiky byla provedena důkladná úprava a analýza dostupných dat, která následně vedla k vytvoření tabulek a grafických přehledů ilustrujících současný stav. Na základě této analýzy (viz tabulka číslo 7: Analýza plýtvání pro stroje) bylo rozhodnuto, že se projekt primárně zaměří na malé přestavby, a to bez ohledu na konkrétní in-line stroj. Důvodem tohoto rozhodnutí byla skutečnost, že konstrukční uspořádání těchto strojů je téměř identické, což umožňuje jednotné sledování, měření a vyhodnocování.

Měření malých přestaveb navíc poskytuje velmi cenné informace o všech činnostech, které při těchto úkonech probíhají. To je důležité zejména proto, že budoucí komplexní analýza, která bude zahrnovat i velké přestavby, bude vycházet právě z této základní struktury malých přestaveb. Velké přestavby ji totiž rozšiřují o výměnu celé formy, čištění veškerého potrubí, bagů, drtiče a také dávkovače granulátu.

Popis konkrétních částí stroje, které se během malé přestavby mění, byl rozepsán (viz kapitola 5.3, str. 57-61).

6.2 Měření ve výrobě

V této části je popsán postup při měření pracovní náplně u malých přestaveb. Popis jednotlivých činností, které vykonávají seřizovači, stejně jako části stroje, se kterými pracují, byl již uveden v předchozích kapitolách. Na základě těchto poznatků bylo ve výrobě provedeno samotné měření. Výsledný snímek, který vznikl z pozorování, se dále rozděluje na následující činnosti:

- **VA (Value-added) činností:**

Do této skupiny patří činnosti, které jsou nezbytné pro úspěšné provedení přestavby a zároveň přidávají hodnotu samotnému procesu. Jde tedy o aktivity, bez kterých by přestavba nemohla být dokončena v požadované kvalitě a rozsahu. Konkrétně se jedná o tyto kroky: před chystání na přestavbu, zastavení stroje, nachystání stroje na tabletu, odjetí s pick-upem, výměna dorazů, výměna kopyt, výměna vložek, výměna vyhazováků, výměna kopyt, výměna vložek, výměna hadiček pod vyhazováky, výměna štemplů, čištění vzduchem, seřízení válců do správné polohy, vypuštění fólie a čištění dýzy, propojení nové fólie, uchycení fólie k drtiči, najetí pick-upu a úklid po přestavbě.

- **NVA (Non-Value-Added) činnosti:**

Činnosti, které nepřidávají hodnotu pro přestavbu, mezi ně patří **dolad'ování**. Tato činnost nutně nepatří do kategorie MUDY, jelikož se nejedná o činnost, která by se nutně musela hned odstraňovat. V podstatě by se dalo říct, že veškeré MUDA činnosti jsou NVA, ale ne všechny činnosti NVA nutně patří do MUDY.

- **MUDA činnosti:**

Do této kategorie spadají činnosti, které jsou spojeny se sedmi základními typy plýtvání (viz tabulka číslo 2: Typy plýtvání). Jde o činnosti, které je nutné co nejdříve eliminovat, protože představují přímé ztráty. Mezi tyto činnosti patří nachystání stroje na tabletu, čekání, hledání, zjišťování postupu a chyba u přestavby.

Činnost nachystání stroje na tabletu byla přiřazena jak k VA činnostem, tak k MUDĚ. Důvodem je, že během měření se ukázalo, že tablet občas nereaguje na dotyk, což nutí seřizovače opakovaně otevírat tabulky s typy artiklů nebo znovu mačkat nefunkční tlačítka. Při měření čtyř malých přestaveb bylo tímto způsobem zaznamenáno celkem 15 minut ztraceného času.

6.2.1 Snímky

Pro tvorbu snímku byl využit naprogramovaný soubor v MS Excelu, který vytvořil jeden z kolegů ve firmě. Tento nástroj slouží k transformaci nasbíraných dat do podoby přehledných grafů a zároveň vypisuje jednotlivé činnosti, které byly během přestavby zaznamenány. MS Excel rovněž umožňuje manuálně upravit chybné záznamy, které mohou vzniknout například chybným dotykem či přepnutím mezi činnostmi.

Pořizování snímků, nebo také měření pracovního dne, a následná tvorba výstupů z těchto dat patří mezi techniky průmyslového inženýrství, které jsou podrobněji popsány (viz kapitola 2.2, s. 27–28).

Samotný proces měření a zaznamenávání činností probíhá v reálném čase na tabletu. Po ukončení snímku se veškeré hodnoty přenášejí do MS Excelu, kde se následně analyzují. (viz obrázek číslo 20: Ukázka zpracovaného snímku)

Na základě čtyř provedených snímků vznikla souhrnná tabulka, která slouží jako ucelený přehled všech činností vykonávaných během přestaveb.

Snímky přestaveb probíhaly ve dnech 13. 3., 14. 3., 27. 3. a 10. 4. 2025 na in-line strojích 26, 20, 25 a 22.

Dne 13. 3. 2025 se přestavba konala na novém stroji č. 26 za účasti dvou seřizovačů a dvou technologů, kteří pomohli se spuštěním automatické přípravy. Přestože seřizovači spolupracovali efektivně, přestavba se prodloužila kvůli neznalosti nového zařízení.

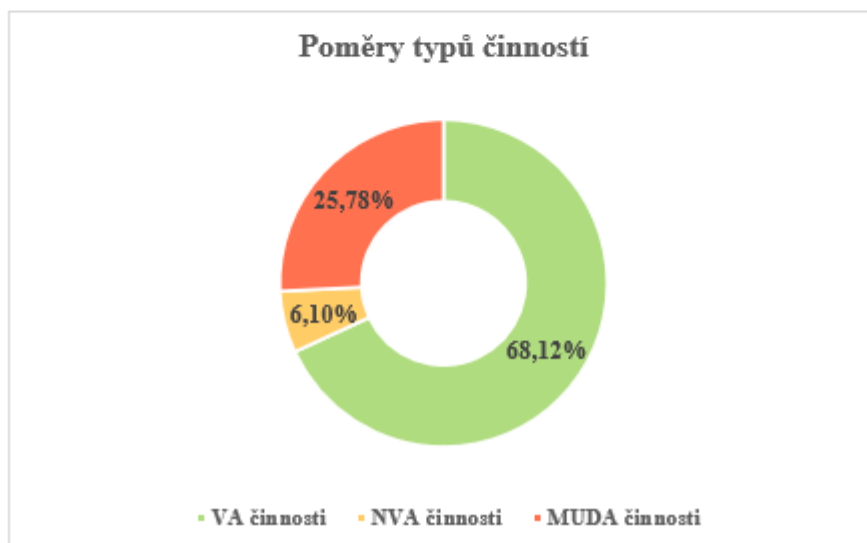
14. 3. 2025 na stroji č. 20 došlo k zaseknutí vložky a následnému zdržení při hledání mrazicího spreje, což odhalilo nepořádek ve skříních a potřebu metody 5S.

27. 3. 2025 proběhla ranní směna na stroji č. 25 bez problémů, avšak po jejím skončení vzniklo 23minutové čekání kvůli přerušení návaznosti činností.

10. 4. 2025 na stroji č. 22 byla přestavba narušena častým odcházením pracovníka na výpomoc k jiným strojům a čekáním na kolegu pro natažení fólie.

Spojením naměřených hodnot do jednoho dokumentu bylo možné získat lepší představu o tom, jaké aktivity se během přestaveb opakují, kolik času zaberou a jaký mají význam z pohledu přidávání hodnoty. Tabulka zároveň umožňuje rozlišit, které činnosti jsou nezbytné, které lze optimalizovat a ty, co představují plýtvání. Díky tomu se stala důležitým podkladem pro plánování kroků ke zlepšení, (viz příloha II a III: Tabulka 4 snímků 1/2 a 2/2).

Činnost	Trvání	Podíl	Počet
Čekání	0:36:27	21,78%	4
Chyba u přestavby	0:03:27	2,06%	1
Nachystání stroje na tabletu (MUDA)	0:03:15	1,94%	1
Výměna vložek	0:18:00	10,75%	2
Propojení nové fólie	0:16:34	9,90%	3
Výměna vyhazováků	0:15:34	9,30%	2
Nachystání stroje na tabletu	0:10:06	6,03%	5
Výměna štemplů	0:09:32	5,70%	1
Výměna kopyt	0:07:12	4,30%	1
Automatické najetí stroje	0:06:59	4,17%	1
Upravení omezovačů (šířka fólie)	0:06:33	3,91%	1
Výměna dorazů	0:05:09	3,08%	2
Zastavení stroje	0:04:33	2,72%	1
Předchystání na přestavbu	0:04:00	2,39%	1
Uchycení nové fólie k drtiči	0:03:41	2,20%	1
Vypuštění fólie a čištění dýzy	0:03:04	1,83%	1
Najetí pickupu	0:01:48	1,08%	1
Odjetí s pickupem	0:01:16	0,76%	1
Dolaďování	0:10:13	6,10%	1
Celkový součet	2:47:23	100,00%	31



Obrázek 20: Ukázka zpracovaného snímku

Zdroj: Vlastní zpracování

7 VYTVOŘENÉ NÁVRHY PRO ZEŠTÍHLENÍ INTERNÍCH PROCESŮ

V této části budou popsány konkrétní návrhy, které byly vytvořeny na základě pozorování a analýzy průběhu přestaveb. Cílem je identifikovat činnosti spadající do kategorie MUDA, či jiné činnosti zodpovědné za zpomalení přestaveb a navrhnout způsoby, jak je zcela odstranit nebo výrazně omezit. V závěru kapitoly je navíc nastíněn možný směr budoucího vývoje přestaveb v kontextu moderních digitálních technologií.

7.1 Návrhy

Během tvoření snímků bylo zaznamenáno zpomalování časů přestaveb skrze tyto činnosti: nachystání stroje na tabletu (MUDA), čekání, hledání, zjišťování postupu a chyba u přestavby.

Činnost **nachystání stroje na tabletu (MUDA)** zabrala 15 minut. Docházelo k ní zejména kvůli tomu, že tablet nereagoval na dotyky seřizovačů. Tento problém by bylo možné odstranit použitím pera pro touchpad, které je již zabudováno u každého tabletu. Řešení tedy spočívá pouze v jednoduchém proškolení pracovníků o jeho používání.

V rámci **čekání**, které zabralo největší časový podíl z MUDY a to 59,6 minut, byly zjištěny dvě příčiny. První z nich bylo střídání směn během přestavby, kdy seřizovači nechali stroj téměř dokončený, ale odešli od něj. I zde postačí cílené proškolení, které bude zaměřeno na to, aby střídání směn nenarušovalo plynulost využití stroje. Druhou příčinou **čekání** u in-line strojů je, kdy jeden seřizovač musel vyčkat na druhého při navazování nové fólie do válců. Řešením by zde mohlo být zavedení navíječe fólie, který by umožnil provedení činnosti jedním pracovníkem bez závislosti na druhém.

Hledání zabralo 13,4 minuty a vzniklo v situaci, kdy se seřizovačům zasekla vložka ve formě a museli jít hledat mrazicí sprej, který neměli po ruce. Při kontrole prostoru, kde jsou pomůcky uloženy, byl zjištěn nepořádek a nevyužitý prostor. Pomocí zavedení metody 5S by bylo možné zajistit, aby potřebné nástroje, včetně mrazicího spreje, byly vždy k dispozici a na svém místě.

Zjišťování postupu zabralo 4,4 minuty a souvisí s tím, že seřizovači neměli k dispozici žádný návod, jak má přestavba správně probíhat. Řešením by bylo vytvoření digitální návodky, která by byla dostupná přímo na tabletu.

Poslední MUDA činností byla **chyba u přestavby**, která zabrala 17,4 minuty. Tato chyba úzce souvisí s výše zmíněnými body, vzniká v důsledku špatné komunikace, nesprávného postupu nebo chybným kliknutím na tabletu. Odstranění ostatních MUDA činností by tak mohlo zároveň vést k výraznému omezení chyb během přestaveb.

7.1.1 Inovativní pojetí přestaveb

S ohledem na dynamický vývoj v oblasti digitalizace výroby bylo v závěru rozhodnuto o nastínění potenciálního budoucího směřování přestaveb. Veškeré níže uvedené návrhy jsou spíše imaginativního charakteru a nejsou zatím konkrétně opřeny o praxi. Při jejich tvorbě bylo vycházeno z informací uvedených v teoretické části (viz kapitola 2.4.4, s. 34–36).

Moderní digitální technologie otevírají nové možnosti pro přetypování, ty mohou být v budoucnu výrazně efektivnější, automatizované a nezávislé na lidském zásahu. Inteligentní autonomní agenti, známí také jako digitální dvojčata, dokážou analyzovat data a simulovat reálné procesy, čímž mohou samostatně řídit přestavby, optimalizovat jejich průběh a přizpůsobovat se tak aktuálním změnám ve výrobě. Multifunkční roboti by navíc mohli v případě pozitivního ekonomického zhodnocení plně převzít úkony spojené s přetypováním, a lidská obsluha by tak byla zcela nahrazena.

Kyber-fyzikální výrobní systémy (CPS), využívající systém MES, představují základní infrastrukturu pro propojení fyzických strojů s digitálními rozhodovacími procesy. Díky nim lze průběh přestaveb sledovat v reálném čase, vyhodnocovat odchylky a nastavovat reakční algoritmy bez nutnosti přímé lidské intervence.

Další budoucí směr pak představuje využití neurologických vylepšení, jako je Neuralink, který může v kombinaci s technologií virtuální reality (VR) nabídnout zcela nový způsob řízení výrobních procesů. Mohla by tak vzniknout nová pracovní pozice, jejímž úkolem by bylo vzdáleně monitorovat, řídit a optimalizovat automatizované přetypování prostřednictvím interaktivního digitálního rozhraní. Tím by se lidská role přesunula z fyzické činnosti do oblasti inteligentního dohledu a nastavování parametrů systému.

8 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ

Pro zhodnocení návrhů byly vytvořeny dvě varianty. První varianta počítá s úplným odstraněním MUDA činností pomocí výše uvedených zlepšovacích návrhů. Druhá varianta je z pohledu realizace více reálná v krátkodobém horizontu a počítá pouze s 50% snížením MUDA činností.

S 100% odstraněním MUDY		
Zkrácení času o :	114,1 MIN	28,525 MIN za přestavbu
Zlepšení o:	26%	
12836,25		min za 550 přestaveb (půl roku)
213,94	hodin výroby při dodržování navržených zlepšení	

Obrázek 21: Odstranění veškerých MUDA činností.

Zdroj: Vlastní zpracování

Při 100% odstranění MUDA činností by došlo ke zkrácení času o 114,1 minut na celkový čas přestavby, což znamená průměrné zrychlení o 28,53 minut na jednu přestavbu. To představuje celkové zlepšení o **26 %**. V přepočtu na 550 přestaveb za půl roku by to znamenalo úsporu 12 836,25 minut, což odpovídá přibližně **213,94** hodinám výrobního času, který by mohl být využit efektivněji, (viz obrázek číslo 21: Odstranění veškerých MUDA činností).

Následná varianta s 50% úspěšností odstranění MUDA činností počítá s realistickým předpokladem částečné implementace navržených opatření. Zde by došlo ke zkrácení času o 59,2 minut na celkový čas přestavby, což odpovídá úspoře 14,81 minut na jednu přestavbu.

V přepočtu na 550 přestaveb za půl roku by takto bylo možné ušetřit 6 664,69 minut, tedy přibližně 111,08 hodin výrobního času. Úroveň zlepšení se v tomto případě pohybuje kolem 14 %, (viz obrázek číslo 22: Časové úspory s redukcí MUDA činností o polovinu).

Obě varianty jasně ukazují, že odstranění či omezení MUDA činností může výrazně zefektivnit průběh přestaveb a přinést znatelnou časovou úsporu, kterou lze následně využít pro zvýšení výrobní kapacity nebo jinou přidanou činnost. V kombinaci s předchozími návrhy tak lze docílit jak organizačního, tak ekonomického zlepšení celého procesu.

Reálné zhodnocení s 50% úspěšností odstranění MUDY		
Zkrácení času o :	59,2MIN	14,8104167 MIN za přestavbu
Zlepšení o:	14%	
6664,69		min za 550 přestaveb (půl roku)
111,08	hodin výroby při dodržování navržených zlepšení	

Obrázek 22: Časové úspory s redukcí MUDA činností o polovinu.

Zdroj: Vlastní zpracování

Stanovený cíl zefektivnění časů přestaveb o 6 % byl splněn. Pokud by došlo k plnému odstranění identifikovaných činností MUDA, znamenalo by to celkové zefektivnění veškerých přestaveb o 26 %. V případě částečné realizace, tedy odstranění pouze 50 % těchto ztrát, se efektivita zvyšuje o přibližně 14 %. Oba tyto výsledky jsou podloženy výpočty a znázorněny (viz obrázek číslo 21 a 22).

8.1 Finanční zhodnocení navrhovaných opatření

Finanční zhodnocení odstranění plýtvání je těžko kvantifikovatelné, ovšem po konzultaci a schválení výpočtu kvalifikovaným odborníkem. Bylo možné vytvořit hrubý odhad peněžních úspor, na základě nákladů zúčastněných stran při přestavbách.

Konkrétně se jedná o seřizovače, operátora a samotný stroj. U seřizovače jsou fixní náklady na rok zhruba kolem 1 000 000 Kč, u operátora pak 700 000 Kč. Provozní náklady stroje byly vyčísleny na 2 500 Kč za hodinu.

Pokud předpokládáme, že rok má 264 pracovních dní, pak je roční fond pracovní doby pro seřizovače a operátora 2 112 hodin, do kterých se tyto náklady musí rozpočítat. U výpočtu dostupné kapacity pro stroj bylo vycházeno z toho, že in-line stroje vyrábějí nepřetržitě, výjimkou jsou státní svátky nebo odstávky, po jejich odečtení nám vychází 350

dní v roce. Dostupná kapacita stroje tedy vychází, na 8 400 hodin. (viz obrázek číslo 23: Výpočet pro finanční zhodnocení).

Vzorec pro výpočet $(2500 + (2 \cdot 473) - 331)$ zohledňuje, že hodinové náklady na seřizovače, nejsou započítány do provozních nákladů pro stroj, a protože existuje standard 2 seřizovačů pro přestavbu, přičítáme $(2 \cdot 473)$, oproti tomu náklady na operátora, který se u in-line strojů nachází jenom jeden, tedy 331 Kč na hodinu, jsou již započítány do hodinového nákladu pro stroj, a proto tyto náklady odečítáme od potenciálních úspor za hodinu. Po výpočtu vychází náklady zhruba 3116 Kč na hodinu, a tudíž i možné hodinové úspory.

Pokud budeme vycházet z vypočítaných údajů, které byly uvedeny (viz obrázek číslo 21: Odstranění veškerých MUDA činností), lze po zaokrouhlení stanovit, že by po implementaci navrhovaných opatření bylo možné ušetřit až 214 hodin.

Hodin v roce za stroj pro 350 dní (350*24)		8400 H	
Hodin v roce za zaměstnance pro 264 dní (264*8):		2112 H	
	Náklad za rok	Hodinové náklady:	
Stroj	21 000 000	/8400 H =	2500 Kč/H
Seřizovač	1 000 000	/2112 H =	473 Kč/H
		Celkem úspory:	2973 Kč/H
	Náklad za rok	Hodinový náklad	
Operátor	700 000	/2112 H =	331 Kč/H
Vzorec: $2500 + (2 \cdot 473) - 331$			
Hodinová úspora po odečtení hodinových nákladů:			3115,5 Kč/H

Celková úspora pro zhodnocení s 100% úspěšností odstranění MUDY			
			Ušetřená částka za rok
3116 Kč/H	* 214 H	"="	670 763,94 Kč

Obrázek 23: Výpočet pro finanční zhodnocení

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Výsledná částka potenciálních úspor činí 670 763,94 Kč. Je však důležité zmínit, že tato částka není úplná. Není totiž reálně možné zohlednit všechny dopady na celkovou efektivitu zařízení (OEE), ani přesně vyčíslit časové zkrácení kompletací výrobních zakázek či dopady na ostatní zařízení ve výrobě. In-line stroje totiž dodávají polotovary téměř ke všem ostatním strojům, a jejich vliv je tedy rozprostřen napříč celým výrobním procesem.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na aplikaci metody SMED v reálných podmínkách výrobního prostředí společnosti greiner packaging Slušovice, s.r.o., konkrétně u přestaveb na in-line strojích. Od začátku byl kladen důraz na propojení teoretické a praktické části, přičemž cílem bylo zefektivnění přetypování a odstranění činností, které nepřinášejí přidanou hodnotu.

Teoretická část vysvětlila koncept štíhlého podniku, který zde slouží jako základ pro pochopení plýtvání a metod, jako je právě metoda SMED. Průmysloví inženýři v tomto kontextu představují klíčové subjekty, které zajišťují správnou aplikaci těchto metod a nástrojů. Tyto části připravily prostor pro detailní vysvětlení samotné metody SMED, která tvoří stěžejní část celé práce.

Praktická část se pak zaměřila na analýzu aktuálního stavu přestaveb. Úvodní orientaci poskytla výrobní data ze systému MES, která posloužila k identifikaci typových přestaveb a k vymezení počátečního bodu aplikace metody SMED. Skutečné zaměření na konkrétní neefektivní činnosti však přinesla až následná analýza snímků jednotlivých přestaveb. Právě ta umožnila přesně určit, které úkony přinášejí nejvíce plýtvání a jakým způsobem je možné je reorganizovat.

Navržená opatření byla primárně organizační, nicméně jejich implementace ukázala, že i bez větších investic je možné dosáhnout významného zlepšení. Mezi klíčové návrhy patřilo zejména zavedení principů metody 5S, zajištění připravenosti náradí, lepší tok informací a jasné rozdělení odpovědností mezi pracovníky. Cílem práce bylo navrhnout kroky vedoucí ke zkrácení přestaveb o 6 % a tento cíl byl splněn. Výpočty ukázaly, že by navržené změny mohly přinést potenciální úsporu 214 hodin ročně, jinak také zefektivnění až o 26 %, což odpovídá částce přibližně 670 763,94 Kč.

Je však třeba dodat, že všechny hodnoty uvedené v tabulkách byly z důvodu ochrany citlivých údajů upraveny o koeficient 1,15, a to na základě dohody s vedením společnosti.

Metoda SMED se v tomto kontextu osvědčila jako účinný nástroj, který přinesl reálné výsledky. Dosažené zlepšení je pouze prvním krokem v dlouhodobém procesu optimalizace. Pokud má být výrobní prostředí skutečně štíhlé a adaptabilní, je nutné nadále vyvíjet tlak na kontinuální zlepšování. Právě v tomto úsilí vidím prostor pro další rozvoj, ať už směrem k velkým přestavbám, technologickým inovacím nebo hlubšímu propojení se systémy digitalizace a automatizace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALVAREZ, Gene, 2024. *Gartner Top 10 Strategic Technology...* Online. Gartner. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/articles/top-technology-trends-2025>. [cit. 2025-03-31].

© ANASOFT, 2023. *7 strategických trendů...* Online. Anasoft. Dostupné z: <https://www.anasoft.com/emans/cz/home/Novinky-blog/Blog/7-strategickych-trendu-v-digitalizaci-vyroby>. [cit. 2025-03-31].

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 9788026500292.

BRAU, 2016. Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean: A practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA*. Boca Raton: American Lean SD LLC, ISBN 978-153-9322-948.

CROFT, Daniel., 2025. *Guide: Industrial Engineering*. Online. Learnleansigma. Dostupné z: <https://www.learnleansigma.com/guides/industrial-engineering/>. [cit. 2025-04-06].

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-0887-6.

Digitalizace. Online. Digiskills.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.digiskills.cz/blog/digitalizace>. [cit. 2025-03-21].

DLABAČ, Jaroslav., 2015 *Štíhlá výroba – používané metody a nástroje*. Online. API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>. [cit. 2025-04-06].

© GREINER PACKAGING 2025. *Greiner Packaging, o nás*. Online. Greiner-gpi. Dostupné z: <https://www.greiner-gpi.com/cs/Greiner-Packaging>. [cit. 2025-03-31].

© COPYRIGHT 2024. ALL RIGHTS RESERVED. HARTFORD TECHNOLOGIES, INC., 2017. *35 Lean Manufacturing Tools...* Online. Resources.hartfordtechnologies.com. Dostupné z: <https://resources.hartfordtechnologies.com/blog/the-ultimate-list-of-lean-manufacturing-tools/> [cit. 2025-04-10].

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 9788081540585.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 9788024757179.

KING, Peter L., c2009. *Lean for the process industries: dealing with complexity*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781420078510. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0916/2008051281-d.html>.

KORMANEC, Peter, 2008. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia.

KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK, Zbyněk, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Management studium. Praha: Alfa Publishing. ISBN 8086851389.

KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Business books. Brno: Computer Press. ISBN 9788025123492.

MANN, David, 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Third edition. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781482243239.

MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 9788072614400.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 99 s. ISBN 80-903533-1-2.

© NEURALINK 2025, 2025. *A Year of Telepathy*. Online. Neuralink. Dostupné z: <https://neuralink.com/blog/a-year-of-telepathy/>. [cit. 2025-03-31].

© NEURALINK 2025. Neuralink. Online. Neuralink. Dostupné z: <https://neuralink.com/>. [cit. 2025-03-31].

NICHOLS, Andy, 2 Feb 2025. *Co je Six Sigma ...* Online. Firmbee. Dostupné z: <https://firmbee.cz/co-je-six-sigma>. [cit. 2025-03-22].

© 2025 PLASTICUNION.CZ, 2023. *Lean production 7 ...* Online. Plasticunion.cz. Dostupné z: <https://plasticunion.cz/eco/lean-production-7-druhu-plytvani-jak-zlepsit-efektivitu-a-produktivitu/>. [cit. 2025-03-24].

5S Metoda. Online. Roa-management-consulting.cz. Dostupné z: <https://roa-management-consulting.cz/terminologie/5s/#:~:text=Metoda%205S%20je%20jedn%C3%ADm%20ze%20z%C3%A1kladn%C3%ADch%20metod%20LEAN, kter%C3%A9%20se%20v%20r%C3%A1mci%20zav%C3%ADd%C4%9Bn%C3%AD%20LEAN%20filozofie%20implementuje.> [cit. 2025-03-24].

TELSANG, Martand Tamanacharya, 2017. *Industrial engineering and production management*. New Delhi: S. Chand and Company Limited. ISBN 978-93-525-3379-4.

© VA-AKADEMIE.CZ 2025, 2023. *Ishikawův diagram: Tajemství...* Online. Va-akademie.cz. Dostupné z: <https://va-akademie.cz/slovník/ishikawuv-diagram/#:~:text=Ishikaw%C5%AFv%20diagram%2C%20zn%C3%A1m%C3%BD%20ta%C3%A9%20jako%20ryb%C3%AD%20kostra%2C%20slou%C5%BE%C3%AD,struktur%C3%BD%20obraz%20situace%2C%20co%C5%BE%20usnad%C5%88uje%20identifikaci%20ko%C5%99enov%C3%BDch%20p%C5%99%C3%AD%C4%8Din.> [cit. 2025-03-24].

© 2011-2025 VORNE INDUSTRIES., C2011-2025. *SMED (Single-Minute Exchange of Die)*. Online. Leanproduction. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/smed/>. [cit. 2025-04-06].

Lean Six Sigma. Online. © COPYRIGHT 2025 | VREALMATIC.COM. Vrealmatic.com. 2025. Dostupné z: <https://vrealmatic.com/metodika-lean-six-sigma>. [cit. 2025-03-22].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Části Lean výroby	17
Obrázek 2: Ukázka rybí kosti (Ishikawa diagramu)	32
Obrázek 3: Grafické znázornění metody 5S	33
Obrázek 4: Inteligentní autonomní agent	34
Obrázek 5: Ukázka multifunkčního robota	35
Obrázek 6: Ukázka neuralinku	36
Obrázek 7: 4 základní postupy u metody SMED.....	37
Obrázek 8: Areál společnosti	44
Obrázek 9: Layout in-line strojů	45
Obrázek 10: Ukázka výrobků	47
Obrázek 11 : Použitelná data po úpravě.....	51
Obrázek 12: Rozdělení přestaveb podle rychlosti.....	54
Obrázek 13: Čas přestaveb pro směny	55
Obrázek 14: Histogram malých přestaveb	55
Obrázek 15: Histogram velkých přestaveb	56
Obrázek 16: Šnek a síto	58
Obrázek 17 : Dýza a omezovače.....	59
Obrázek 18 : Ostatní součástky.....	60
Obrázek 19 : Forma a vložky	60
Obrázek 20: Ukázka zpracovaného snímku.....	67
Obrázek 21: Odstranění veškerých MUDA činností.	70
Obrázek 22: Časové úspory s redukcí MUDA činností o polovinu.	71
Obrázek 23: Výpočet pro finanční zhodnocení.....	72

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Ukázka vybraných procesních problémů a jejich možného řešení přes filosofii lean.	21
Tabulka 2: Typy plýtvání	24
Tabulka 3: Data před úpravou.....	50
Tabulka 4: Data po úpravě 1/3	52
Tabulka 5: Data po úpravě 2/3	53
Tabulka 6: Data po úpravě 3/3	53
Tabulka 7: Analýza plýtvání pro stroje.....	63

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

CPS – *Cyber-Physical Systems*

DFSS – *Design for Six Sigma*

DMADV – *Define, Measure, Analyze, Design, Verify*

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

IDOV – *Identify, Design, Optimize, Verify*

IT – *Information Technology*

JIT – *Just-In-Time*

MES – *Manufacturing Execution System*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SAP – *Systems, Applications and Products in Data Processing*

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

VSM – *Value Stream Mapping*

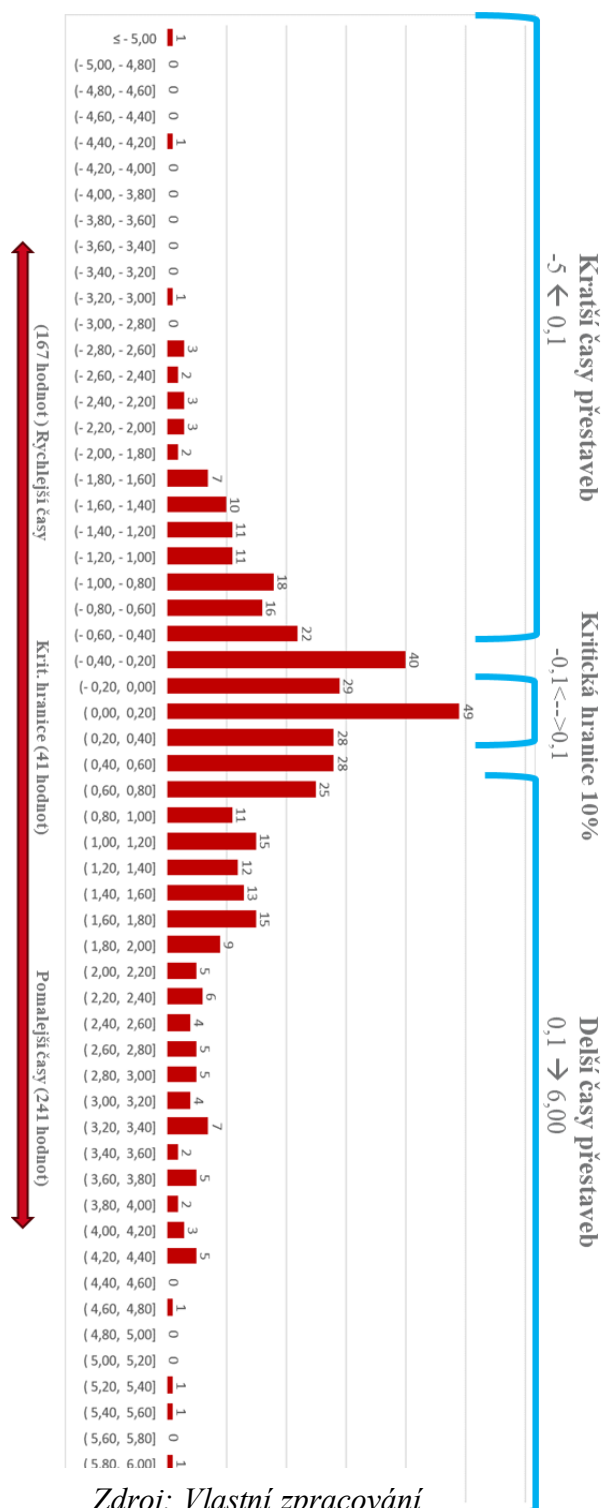
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Celkový histogram

Příloha P II: Tabulka 4 snímků 1/2

Příloha P III: Tabulka 4 snímků 2/2

PŘÍLOHA P I: CELKOVÝ HISTOGRAM



PŘÍLOHA P II: TABULKA 4 SNÍMKŮ 1/2

Činnosti u přestavby dohromady (4 snímky)					Důvod:
Činnosti u přestavb	Činnosti v sekundách	% zastoupení	Interní/Externí čas momentálně	Interní/Externí čas Ideálně	
Předchystání na přestavbu	12,3 min	2,8%	E	I	
Zastavení stroje (automaticky)	4,6 min	1,0%	I	I	
Odjetí s pečkem	9,5 min	2,2%	I	I	
Výměna kopyt	43,5 min	9,9%	I	I	
Výměna vyharzováků	28,2 min	6,4%	I	I	
Výměna dorazů	23,2 min	5,3%	I	I	
Výměna vložek	30,7 min	7,0%	I	I	
Výměna štemplů	25,4 min	5,8%	I	I	
Výměna hadiček pod vyharzováký	13,7 min	3,1%	I	I	
Čištění vzduchem	0,3 min	0,1%	I	I	
Upravení omezovacíů	27,6 min	6,3%	I	I	
Seřízení váků do správné polohy	9,7 min	2,2%	I	I	
Vypuštění fólie a čištění dýzy	10,6 min	2,4%	I	I	
Propojení nové fólie	31,4 min	7,2%	I	I	
Uchycení nové fólie k drázi	6,5 min	1,5%	I	I	
Nájeť peck-upu	7,6 min	1,7%	I	I	
Úklid po přestavbě	1,8 min	0,4%	E	E	
Nachystání stroje na tabetu (seřízení, materiál, barva, válce a dýzy)	32,0 min	7,3%	I	I	
Celkem čas VA:	318,4 min			Celkem VA po úpravě:	318,4 min

Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P III: TABULKA 4 SNÍMKŮ 2/2

Dolaďování	10,2 min	2,3%	I	I	5,8 min	Souvisí s tabletem i postupem
Celkem čas NVA:	10,2 min			Celkem čas NVA po úpravě:	5,8 min	
Nachystání stroje na tabletu (MUDA)	15,0 min	3,4%	I		36,7 min	Zkrácení času s usnadněným ovládáním.
Čekání	59,6 min	13,6%			26,7 min	Odstranění MUDA Za pomoci standardizace a 5Ska skříní
Hledání	13,4 min	3,0%			6,7 min	
Zjišťování postupu	4,4 min	1,0%			0,8 min	
Chyba u přestavby	17,4 min	4,0%			8,7 min	
Celkem MUDA:	109,7 min			Celkem čas MUDA po úpravě	79,5 min	
Celkem:	438,3 min	100%		Celkem čas pro 50%:	403,8 min	
				Celkem čas bez MUDY:	324,2 min	

Zdroj: Vlastní zpracování