


Zefektivnění výrobní linky po aplikaci metod štíhlé výroby ve vybraném podniku

Bc. Jan Zámečník

Diplomová práce
2021

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav logistiky

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Jan Zámečník
Osobní číslo:	L19629
Studijní program:	M1032A020002 Bezpečnost společnosti
Studijní obor:	Bezpečnost logistických systémů
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Zefektivnění výrobní linky po aplikaci metod štlhlé výroby ve vybraném podniku

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte teoretická východiska práce využitelná v praktické části.
2. Proveďte analýzu současného stavu výrobní linky ve vybraném podniku.
3. Na základě analýzy navrhněte možnosti zlepšení současného stavu.
4. Na základě výsledků analýzy zpracujte projekt zefektivnění vybrané výrobní linky.
5. Vyhodnoťte hlavní přínosy navrženého řešení.

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

Seznam doporučené literatury:

1. CHROMIAKOVÁ, Felicitia. *Průmyslové inženýrství; trendy zvyšování výkonnosti stávajících řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
2. MAŠÍN, Ivan, PETRŮ, Michal a Ondřej NOVÁK. *Metody inovačního inženýrství na mikro- Smart*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-187-0.
3. SHABAN, Sarby. *Production line efficiency: a comprehensive guide for managers* [online]. New York: Business Expert Press, 2013. ISBN 978-1-60649-719-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **7. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 07.05.2021

Jméno a příjmení studenta: Jan Zámečník

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce „Zefektivnění výrobní linky po aplikaci metod štíhlé výroby ve vybraném podniku“ je analyzovat hlavní příčiny nízké efektivity výrobní linky na výrobu tažené oceli, zhodnotit efektivnost výrobního procesu a v toku materiálu identifikovat rizika spojená s vlivem používání nevhodného nářadí a manipulace s materiálem na povrch a jakost daného výrobku. V teoretické části jsou uvedena východiska práce jako podklad pro praktickou část. Praktická část je věnována představení provozu a výrobní linky a analyzování současného stavu. Hlavní část diplomové práce je zaměřena na projekt implementace vybraných prvků štíhlé výroby, jako jsou: 5S, TPM, SMED, CEZ a analytické nástroje lean, jako procesní analýza a řízení rizik FMEA. Závěr praktické části obsahuje vyhodnocení aplikace zvolených metod na daný proces, ekonomické zhodnocení a návrhy na zlepšení.

Klíčová slova: Štíhlá výroba, 5S, TPM, SMED, CEZ, Procesní analýza, FMEA

ABSTRACT

The aim of the thesis "Streamlining the production line after application of lean production methods in the selected company" is to analyze the main causes of the low efficiency of the production line for the production of drawn steel, evaluate the efficiency of the production process and identify in the material flow the risks associated with the influence of the use of inappropriate tools and material handling on the surface and quality of the product. The theoretical part lists the starting points of the work as a basis for the practical part. The practical part is devoted to introducing the operation and production line and analyzing the current situation. The main part of the thesis is focused on the project of implementation of selected elements of lean production, such as: 5S, TPM, SMED, CEZ and lean analytical tools, such as FMEA process analysis and risk management. The conclusion of the practical part includes an evaluation of the application of the chosen methods for the given process, economic evaluation and proposals for improvement.

Keywords: Lean manufacturing, 5S, TPM, SMED, CEZ, Process analysis, FMEA

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při zpracování mé diplomové práce. Především pak děkuji panu Ing. et. Ing. Jiřímu Konečnému, Ph.D., za odborné vedení práce, dále mé rodině za podporu a všem ostatním, kteří mi byli oporou při nelehkém studiu na vysoké škole.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
CÍLE A METODY PRÁCE	12
1 VÝROBNÍ PROCES JAKO ROZHODUJÍCÍ ČÁST HODNOTOVÉHO ŘETĚZCE	13
1.1 PRODUKT	13
1.2 TEORIE VÝROBY	14
1.3 VÝROBNÍ PROCES	14
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	16
2.1 ŠTÍHLÝ PODNIK	17
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	19
2.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	21
2.3.1 Štíhlé koncepty výroby	22
2.3.2 Štíhlé pracoviště	24
2.4 14 PRINCIPŮ TOYOTY	25
2.5 PRODUKTIVITA.....	26
2.5.1 Měření produktivity	27
2.5.2 Zvyšování produktivity	27
3 LEAN PŘÍSTUP A JEHO NÁSTROJE	29
3.1 OEE (CEZ)	29
3.1.1 Parametry CEZ.....	29
3.1.2 Výpočet CEZ.....	30
3.2 5S.....	31
3.3 TPM – TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	34
3.3.1 Autonomní údržba.....	35
3.3.2 Plánovaná údržba	36
3.4 SMED – METODA RYCHLÝCH ZMĚN.....	37
3.4.1 Cíle metody SMED	37
3.4.2 Přetypování a seřizování	38
3.5 ANALYTICKÉ NÁSTROJE LEAN – MAPOVÁNÍ PROCESŮ	40
3.5.1 Analýza rizik FMEA	41
3.5.2 Vývojové diagramy	44
3.5.3 Procesní analýza.....	46

ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE.....	47
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	48
4 VÝROBNÍ PODNIK.....	49
4.1 HISTORIE FIRMY	49
4.1.1 Základní údaje	49
4.1.2 Výrobní program.....	50
4.2 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE.....	51
4.2.1 Hlavní výrobní zařízení.....	51
4.2.2 Proces tažení ze svitků do tyčí	51
4.2.3 Proces tažení z tyčí do tyčí.....	52
4.2.4 Proces tažení ze svitku do svitku	52
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	53
5.1 VÝROBNÍ LINKA SCHUMAG III	53
5.1.1 Uspořádání a pořádek na pracovišti tažné linky	54
5.1.2 Údržba výrobní linky	54
5.1.3 Plánování výroby	55
5.1.4 Procesní analýza výrobní linky	56
5.1.5 Analýza schopností a dovedností operátorů.....	60
5.1.6 Analýza CEZ.....	60
5.1.7 Analýza chybovosti a časových prodlev	61
5.2 SHRNUÍ ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	62
6 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ SCH III.....	64
6.1 VÝROBNÍ A FINANČNÍ UKAZATELE VÝROBNÍ LINKY	64
6.2 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍ LINKY.....	67
6.2.1 Název projektu	67
6.2.2 Cíl projektu.....	67
6.2.3 Projektový tým.....	67
6.2.4 Logický rámec projektu	68
6.2.5 Zabezpečení projektu	69
6.2.6 Administrace projektu.....	70
6.2.7 Analýza rizik projektu.....	70
6.3 REALIZACE PROJEKTU ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍ LINKY	72
6.3.1 Zavedení 5S.....	72
6.3.2 TPM.....	74
6.3.3 SMED.....	78
6.3.4 Analýza rizik FMEA v procesu tažení oceli	85
6.3.5 Celková efektivnost zařízení	93
6.4 ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	99
6.4.1 Nefinanční zhodnocení projektu	100
6.4.2 Finanční zhodnocení projektu	101

6.4.3 Vize do budoucna.....	102
ZÁVĚR	103
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	105
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	108
SEZNAM OBRÁZKŮ	109
SEZNAM TABULEK.....	111
SEZNAM PŘÍLOH.....	112

ÚVOD

Efektivita + produktivita = ZISK. Rovnice, která roztáčí soukolí firem a zaměstnává myšlení lidí, jak dosáhnout co největšího úspěchu, jak vyhrát nad konkurencí, jak být neustále o krok vpředu před ostatními na poli lokálním nebo globálním.

Konkurence nezná hranic, nerespektuje vzdálenosti a je nemilosrdná. Vyhrává vždy ten lepší. Společnosti vedené svými strategickými cíli usilují o co největší podíl na úspěchu a jsou pro to ochotny udělat cokoli. Firmy jsou nuceny efektivněji využívat svou výrobní a technologickou základnu, kdy na začátku je dodavatel a na konci spokojený zákazník.

Organizace v celé oblasti začínají investovat nemalé prostředky nejen do nových technologií, ale také do změn myšlení a chápání nových přístupů k procesům, které jim pomohou k větší efektivitě a tím i k větší participaci na nabízených statcích. I když není ve světě zcela totožných organizací, existují uvnitř každé z nich vzájemně provázané vazby, které jsou důkazem, že implementace metod štíhlé výroby a racionalizace procesů povede k větší odolnosti před vzrůstajícími tlaky konkurenčního boje. Proto se celým organizačním řetězcem marketingu, managementu, logistiky a výroby prolíná nové odvětví - průmyslové inženýrství.

Tato diplomová práce se zaměřuje právě na tyto prvky a procesy, které mohou napomáhat k větší efektivitě a produktivitě výroby. Vedení společnosti si uvědomuje potřeby změn myšlení lidí a přístupů k činnostem, které vedou k větší produktivitě a tím i k prosperitě firmy.

V úvodu diplomové práce jsou popsána teoretická východiska problematiky průmyslového inženýrství, tvorba hodnot v hodnotovém řetězci a jednotlivé prvky a metody lean managementu. Praktická část je zaměřena na konkrétní oblast výroby a výrobní linky v dané společnosti.

V projektové části navrhne změny v přístupu obsluhy dané linky k přetypování jednotlivých agregátů a následných změn v parametrech výroby a logistiky s návrhem na implementaci prvků štíhlé výroby na daný proces. Dále bude provedeno vyhodnocení implementovaných změn na základě projektu, a také ekonomický přínos celého projektu. V závěru práce budou zrekapitulovány výsledky provedené implementace a návrhy na zlepšování procesu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem diplomové práce je zpracování projektu implementace zvolených metod a nástrojů štihlé výroby ve vybrané společnosti. Jedná se o provoz hutní druhovýroby s dosahem do automobilového průmyslu.

V teoretické části budou zpracována teoretická východiska práce a popsány vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství v kontextu štihlého podniku.

V projektové části diplomové práce na základě teoretických východisek aplikujeme vybrané metody na výrobní jednotku za účelem zefektivnění materiálových toků výrobní linky a úspory zpracovacích nákladů alokovaných na výrobní proces.

K dalším metodám, které přispívají k eliminaci časových ztrát a zefektivnění činností ve výrobním procesu patří 5S a analýza SMED. Jako podpůrné nástroje jsou vybrány metody TPM a CEZ. Jako nosiče informací byly vybrány informační a výrobní systémy vybrané společnosti.

Důležitou součástí identifikace plýtvání ve výrobě je řízení rizik v procesu. Pro analytické metody byly vybrány procesní diagramy a analytické nástroje ABC analýzy a bodovací metody.

V analytické části projektu při zpracování metody SMED bude využit videozáznam z vybrané přestavby stroje a na základě rozboru tohoto záznamu bude analyzován současný stav, budou vytvořeny návrhy rychlých změn a úpravy standardizace pracoviště. Analýze bude podroben technický stav zařízení i okolí linky a celého pracoviště. Dále pak plánování kapacit linky v kontextu časového využití CEZ. Další z vybraných metod bude využita analýza FMEA jako nástroj řízení rizik ve výrobním procesu v rámci aplikace zlepšovacího návrhu úpravy části výrobní linky.

Výstupy z projektové část budou vycházet z analýz výrobních procesů ve firmě pomocí zvolených metod a postupů, které budou vyhodnoceny a budou navrženy možnosti zlepšení současného stavu.

Na základě výsledků analýz a zvolených metod budou vyhodnoceny hlavní přínosy navrženého řešení.

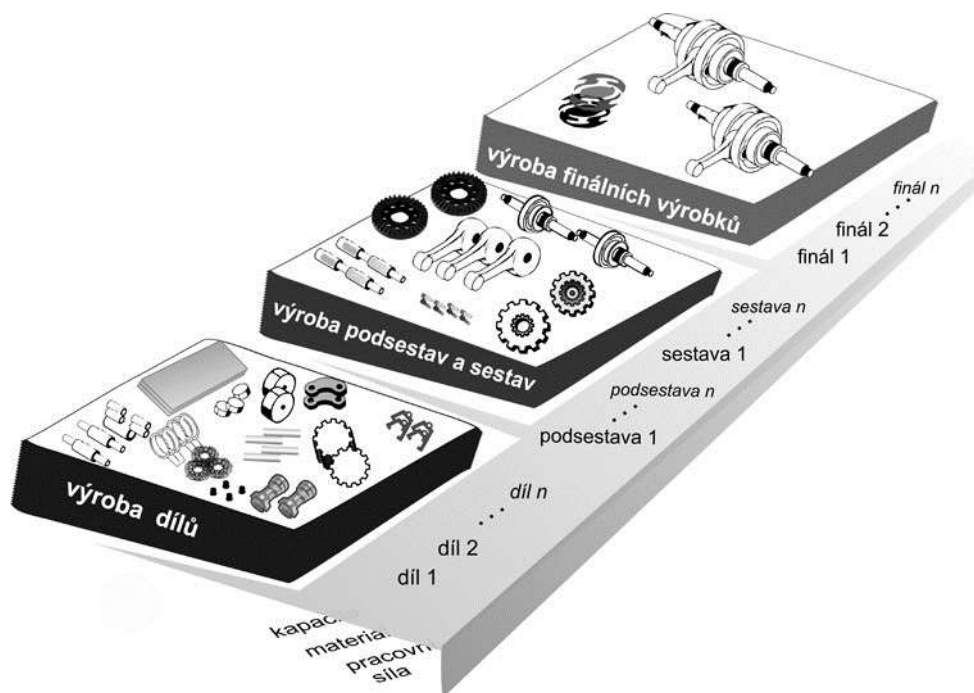
Projekt zefektivnění výrobní linky bude vyhodnocen vedením Tažírny oceli jako přínos pro společnost a aplikovaný pro účely dalšího zefektivňování výrobních zařízení.

1 VÝROBNÍ PROCES JAKO ROZHODUJÍCÍ ČÁST HODNOTOVÉHO ŘETĚZCE

Výrobní proces je chápán jako uspokojení potřeb zákazníka vytvořením věcných statků a služeb. Je rozhodující součástí hodnotového řetězce. Bez jeho efektivního fungování by nebylo možno realizovat to, co je výsledkem marketingového poznání, tedy vazeb mezi poptávkou, produktem, a užití technologie. To znamená dosáhnout konkurenční výhody, a zajistit ekonomickou existenci firmy (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26).

1.1 Produkt

Z podstaty marketingu podle Tomka a Vávrové (2014, s. 19) vyplývá, že výrobce (poskytovatel produktu) musí své úsilí soustředit na stávající a latentní přání zákazníků tak, aby nabídl řešení a tím je uspokojil. Dále uvádějí, že schopnost produktu uspokojit potřeby poptávajících vyplývá ze společného synergického účinku jednotlivých marketingových opatření. Produkt je tedy základním stavebním kamenem marketingové politiky firmy a může jít o výrobek, službu nebo informaci (Tomek a Vávrová, 2014, s. 19).



Obrázek 1: Základní schéma utváření produktu (Tomek a Vávrová, 2014)

1.2 Teorie výroby

Klejnová (2005) uvádí, že výrobu můžeme chápat jako cílevědomé lidské chování, kdy za určitých podmínek a s využitím potřebných informací, dochází ke transformaci výrobních faktorů v co nejhodnotnější výrobky a služby. (Klejnová, 2005).

Tomek a Vávrová (2014, s. 22) uvádějí, že cílem výroby je zajistit produkty, které vyžaduje trh – zákazník. Platí zde princip *pull* (tahu), který nahrazuje princip *push* (tlaku).

Vaněček, Friebel a Štípek (2010) popisují výrobu jako proces transformace výrobních faktorů do produktů, které se následně spotřebovávají. Tyto produkty mohou být buď hmotné (výrobky) nebo nehmotné, zpravidla služby (Vaněček, Friebel a Štípek, 2010).



Obrázek 2: Obecné schéma transformačního procesu (Tomek a Vávrová, 2014)

Výroba je tedy souhrnem všech výrobních procesů, které v podniku probíhají. Aby byla výroba vždy smysluplná, musí být primárně orientovaná na zákazníka s cílem uspokojení jeho potřeb (Vaněček, Friebel a Štípek, 2010).

1.3 Výrobní proces

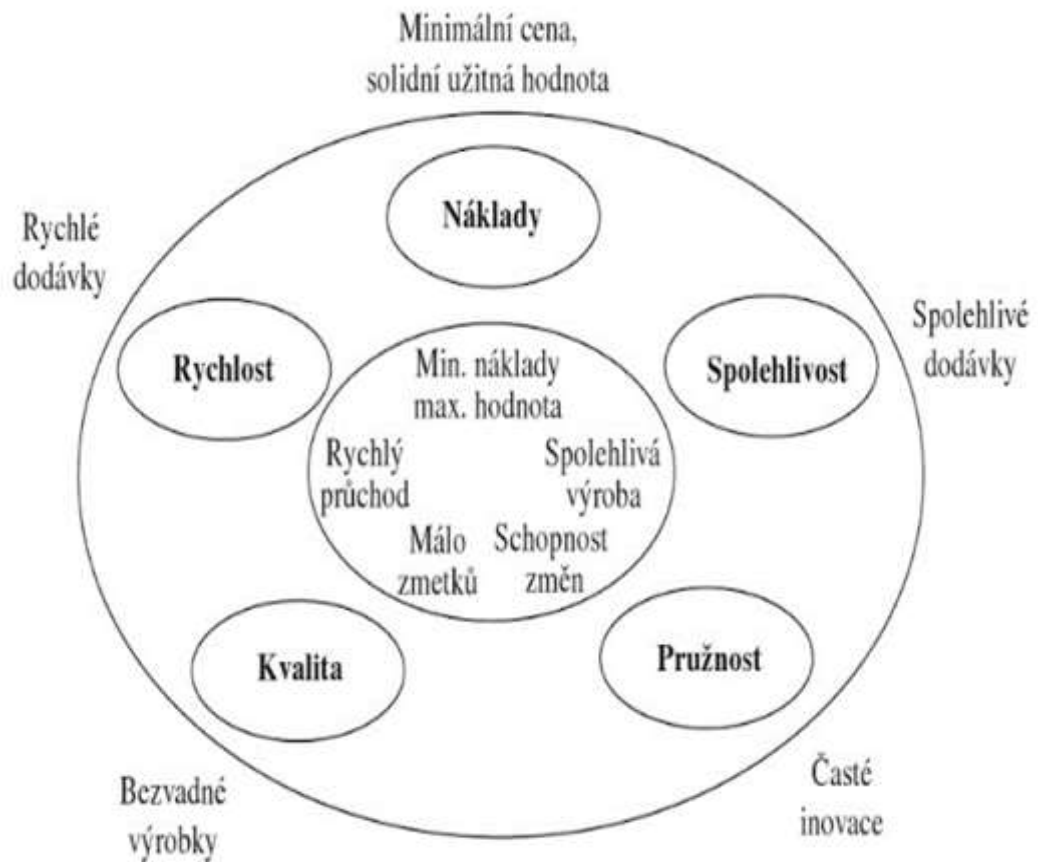
Podle Tomka a Vávrové (2014, s. 30) lze výrobní proces rozčlenit do tří částí:

- Fáze předzhotovující – konstrukce, technologie a organizační příprava,
- Fáze zhotovující – v praxi nazývaná také předmontáž,
- Fáze dohotovující – nazývaná montáž (Tomek a Vávrová, 2014, s. 32).

Důležitými faktory, ovlivňující výrobu z hlediska efektivity procesů, jsou nastavené parametry:

Optimalizace – proces, pomocí něhož se zkracuje a zjednodušuje již nalezená cesta k cíli. Jde o to jak vytvářet a používat jednodušší metody a operativnější vazby tak, aby výsledný systém pracoval rychleji a efektivněji. (Kováč, Buda a Šimšík, 1991).

Racionalizace – Je úsilí o zdokonalování výroby, její organizace a jejího řízení. (Líbal, 1989).



Obrázek 3: Vnitřní a vnější význam cílů řízení výroby (Keřkovský a Valsa, 2012)

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Český překlad je odvozen z původního anglického sousloví „industrial engineering“. Podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 79–80) má průmyslové inženýrství více než stoletou tradici. Vývoj již od počátku šel několika směry. Hlavní proudy směřovali japonským, americkým a evropským způsobem pojetí, nicméně postupem času se směry sblížovali do jednoho hlavního proudu průmyslového oboru.

U nás se tomuto oboru začaly průmyslové podniky více věnovat až po roce 1989, ačkoliv stopy jednotlivých aktivit související s průmyslovým inženýrstvím se v omezeném rozsahu objevovaly již dříve (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79–80).

Podle Tučka a Bobáka (2006, s. 106) se oblast průmyslové inženýrství zabývá optimalizací nástrojů, jak vyrobit očekávané statky v co nejvyšší kvalitě s maximálním využitím výrobních faktorů, jejíž cílem je dosáhnout co nejnižších nákladů.

Metody průmyslového inženýrství jsou tedy chápány jako podpora řízení organizace k dosažení vyšší produktivity, kvality a maximalizaci zisku (Tuček a Bobák, 2006, s. 106).

Mašín (2005, s. 65) si pod pojmem průmyslový inženýr představuje osobu, která disponuje teoretickou a praktickou znalostí a zkušeností a uplatňuje ji ve prospěch organizace pomocí metod průmyslového inženýrství za účelem snižování nákladů, zvyšování kvality a trvalým zlepšováním všech procesů napříč organizací. Do jeho sféry vlivu patří štihlá administrativa, logistika, odstraňování všech druhů plýtvání a smysluplné využívání moderních informačních technologií za účelem dosažení štihlého a efektivního podniku s cílem naplnění klíčových úkolů a strategických cílů organizace (Mašín, 2005, s. 65).



Obrázek 4: Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013)

2.1 Štíhlý podnik

Košturiak a Frolík (2006, s. 17) definují štíhlý podnik takto: „*Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz.*“

Chromjaková (2013, s. 33) uvádí, že pojem „lean“ nebo také v překladu „štíhlý“ vychází z předpokladu, že všechny firemní činnosti, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka, jsou označeny jako plýtvání, a proto by měly být eliminovány. Myšlenka štíhlého výrobního procesu je zbavit se všech nepotřebných a zbytečných věcí. Pokud chce být podnik štíhlý, musí usilovat o eliminaci neproduktivních procesů, za které nebude ochoten zákazník zaplatit.

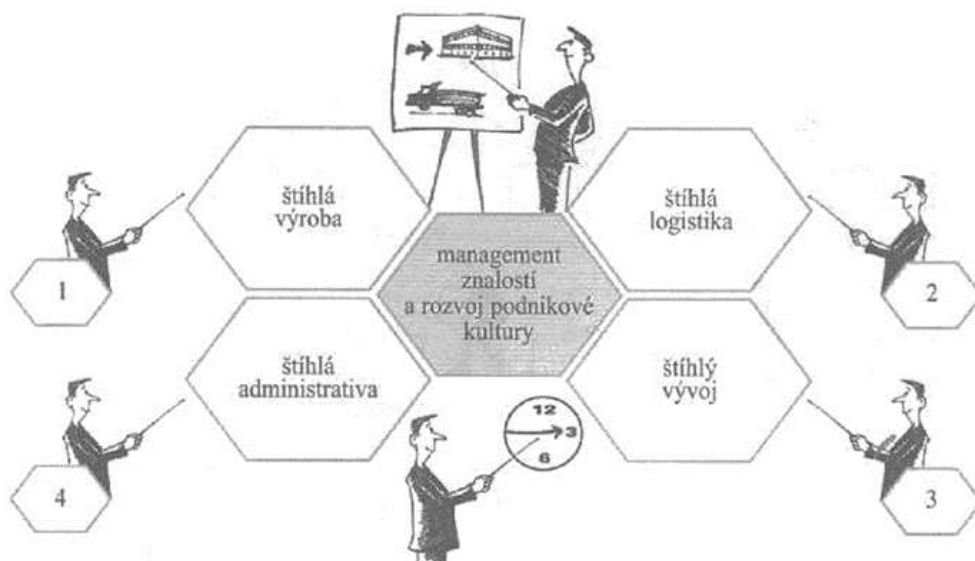
Svozilová (2011, s. 32) definuje lean jako „*sdružení principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.*“

Svozilová (2011, s. 32) definuje 5 základních lean principů takto:

- **Určování hodnoty z pohledu zákazníka.** Hodnota je definována jako produkt nebo služba, která naplňuje potřebu zákazníka, a je mu poskytnuta v ceně a čase, která odpovídá jeho představám.
- **Identifikace činností podílejících se na procesu vytváření hodnoty.** Proces logicky navazujících kroků, které se na tvorbě hodnoty podílejí, od vytvoření návrhu produktu až po jeho předložení zákazníkovi, od objednávky k dodávce, od materiálů, použitých při výrobě, až po finální výrobek.
- **Uvedení jednotlivých procesů do pohybu.** Procesy narušují historicky často užívané rozdělení jednotlivých částí podniku, sahající mnohdy do hlubokých vazeb procesů subdodavatelů a zákazníků a umožňují každému účastníku, aby přispěl k tvorbě hodnoty.
- **Řízení na základě jednotlivých potřeb zákazníka.** Procesy iniciované poptávkou po produktu nebo službě. Vyrábí se to, co zákazník potřebuje za danou cenu a jednotku času.
- **Snaha o dokonalost.** Reprezentuje všeprostopující úsilí o snížení času, nákladů, potřebných prostor, chyb a závad. A to všechno při tvorbě produktů nebo služeb, které jsou navrženy podle představ zákazníků (Svozilová, 2011, s. 32).

Oproti Svozilové shrnuje Chromjaková (2013, s. 33) celou lean filozofii do devíti klíčových principů:

- „Otevřenost – problém je příležitostí.“
- „Zkoumání a řešení problému probíhá na místě vzniku problému.“
- „Snaha o bezchybnost – zlepšování nikdy nekončí.“
- „Důvěra a spolupráce vytváří synergii.“
- „Minimalizace plýtvání a maximalizace přidané hodnoty.“
- „Definování hodnoty pro zákazníka.“
- „Vybudování plynulých toků.“
- „Zavedení tahového řízení.“
- „Dovedení všeho k dokonalosti.“



Obrázek 5: Štíhlý a inovativní podnik (Košturiak a Frolík, 2006)

Chromjaková (2013, s. 34) dále uvádí, že lean koncepty jsou cíleně orientované do oblasti zeštíhlování formou regulace a identifikace produktivních a neproduktivních činností a jejich vlivu na celkovou hodnotu procesu.

Podstata celé filozofie zeštíhlování reflektuje na 4 klíčové body:

1. Identifikace toku hodnoty od místa vzniku až po jeho ukončení ve vazbě na konkrétní produkt.

2. Identifikace parametrů vstupů a výstupů, které mají vliv na produkční tok za účelem následné optimalizace a vybalancování klíčových hodnot s vazbou na eliminaci neproduktivní části toku hodnot.
3. Vytvoření plynulého produkčního toku buď systémem tahu (Pull) nebo tlaku (Push) s cílem minimalizovat ztrátové časy produkčního toku a maximalizovat celkové hodnoty výstupu dosažené v rámci celého produkčního toku.
4. Návrh zlepšení stávajícího stavu produkčního toku s cílem komplexního zvýšení a posílení přidané hodnoty produkčního toku (Chromjaková, 2013, s. 34).

2.2 Plýtvání

Základním principem štíhlého podniku je systematické vyhledávání neproduktivních činností a odstranění plýtvání. Plýtváním jsou označovány procesy, které vedou ke zvyšování nákladů při stejné nebo snižující se hodnotě produkčního toku.

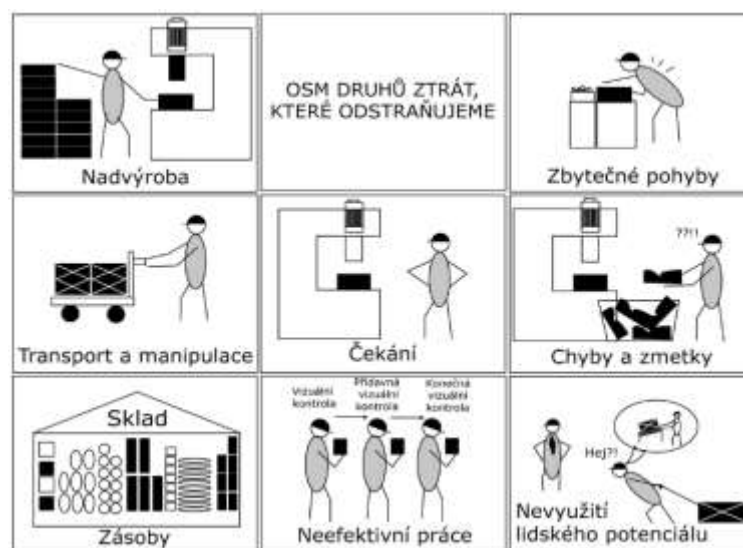
V pojetí japonského vnímání průmyslového inženýrství, jsou ztráty popsány jako 3M termíny:

- **MUDA** – (plýtvání), nezvyšuje hodnotu podniku, ale zvyšuje náklady.
- **MURA** – (nepravidelnost), nestejněměrné vytížení lidských zdrojů a strojního zařízení zapříčiněné výkyvy v plánování a objemu výroby, které jsou způsobené interními problémy.
- **MURI** – (přetěžování), nadlimitní přetěžování lidských zdrojů a technologií (Mašín, 2005, s. 51).

Plýtvání se vyskytuje v každém procesu, a proto cílem každého podniku minimalizovat ztráty v toku hodnot. Klíčovým zdrojem plýtvání je lidský faktor, proto je důležité se zaměřit a identifikovat kořenovou příčinu a předcházet vzniku plýtvání. V zásadě bývá pojmenováno 7+1 principů plýtvání:

1. **Nadměrná výroba** – vyšší výroba a vytváření nadměrných zásob, než je požadováno při zvyšující se potřebě skladovacích míst, manipulace a dopravy.
2. **Chyby a vady** – výroba neshodných dílů při chybách obsluh nebo poruchách zařízení, opravy vadných dílů, předělovky nebo náhradní výroba. Prevence poruch strojů TPM, k prevenci chybovosti slouží Poka-Yoke.

3. **Zbytečné pohyby** – zbytečná chůze, hledání, ohýbání a natahování se pro nářadí znamená ztracený čas. Řešením pro eliminaci zbytečných pohybů mohou být ergonomická uspořádání pracoviště.
4. **Zbytečná manipulace a přemístování** – souvisí se zbytečnými pohyby. Podle Dennise (2006, s 32) je to způsobeno neefektivním rozvržením pracoviště. Takové plýtvání vzniká například v případě přesunu velkých dávek z procesu do procesu, velkým vybavením nebo sériovou výrobou.
5. **Čekání** – čekání a dohlížení na různé kroky procesu, údržbu, zásoby, polotovary, nástroje nebo manipulaci. Nástroje pro zlepšení mohou být Kanban, TPM nebo SMED.
6. **Neefektivní práce a chyby pracovníků** – optimalizovat a automatizovat procesy tak, aby nedocházelo k plýtvání časem a materiálem.
7. **Nadměrné zásoby** – ke vzniku dochází špatným plánováním. Váží na sebe již spotřebované zdroje a zabírají fyzický prostor. Nástroje k eliminaci ztrát z nadměrných zásob mohou být zavedení PULL a Just in Time do procesu.
8. **Nevyužitý lidský potenciál** – fluktuace, neustále nové zaučování a zacvičování nových pracovníků je také plýtvání. Řešením může být větší míra robotizace a automatizace v místě, kde nejde o potenciál lidí. Nejde o proces výrobní, ale o manažerský, který řeší komunikaci, motivaci, vytváření vztahů, vedení lidí a vytváření příležitostí. (Friedel, 2019)



Obrázek 6: 8 druhů plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, 2020)

2.3 Štíhlá výroba

„Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy Kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až pro pracovníky ve výrobě“ (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17).

Štíhlou výrobu Armstrong (2014, s. 187) jednoduše definuje jako metodiku zlepšování podnikových procesů s důrazem na omezení plýtvání a zajištění plynulosti a efektivnosti výroby, jejichž cílem je přinášet zákazníkům hodnotu.

Keřkovský (2012, s. 88) naopak popisuje štíhlou výrobu jako koncept, který pružně reaguje na požadavky zákazníka, a na poptávku, která je decentralizovaně řízena prostřednictvím flexibilních pracovních týmů při nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů.



Obrázek 7: Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006)

Štíhlý podnik není tvořen jen štíhlou výrobou. Do procesu zeštíhlování je nutné zahrnout všechny etapy. V předvýrobní fázi je proces tvořen marketingem orientovaným na zákazníka, uzpůsobením vývoje, všemi druhy logistiky, štíhlou administrativou a plánováním. A to vše s technickou podporou výroby a úseků řízení kvality. Některé podniky mají odděleny procesy vývoje a výzkumu bez návaznosti na výrobu, a to se dá považovat za chybu. Štíhlost podniku spočívá i v tom, jak dané procesy vytváří již v předvýrobních etapách a logistických tocích, které silně ovlivňují velkou část parametrů štíhlého podniku (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17).

Lean principy disponují poměrně širokou škálou konceptů, které umožňují zlepšovat jak parciálně tak komplexně produkční toky.

2.3.1 Štíhlé koncepty výroby

- **Buňková výroba** – princip seskupování pracovišť a pracovních operací do buněk podle příbuznosti pracovních procesů za účelem snížení cyklového času ve vybraných výrobních a administrativních procesech s důrazem na minimalizaci celkové výše všech druhů zásob.

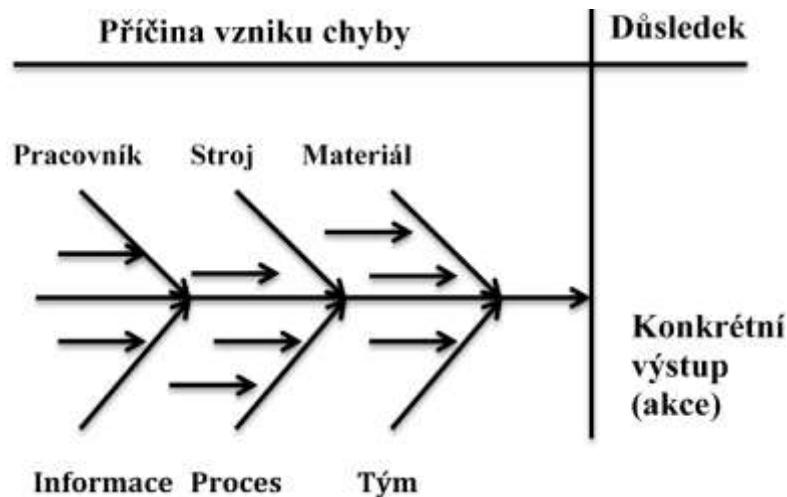


Obrázek 8: Schéma buňkového uspořádání pracoviště (Chromjaková, 2013)

- **Čas taktu** – Je to kombinace disponibilního operačního času na pracovišti a počtu požadavků zákazníka za jednotku času za účelem realizace počtu požadavků zákazníka za výslednou jednotku času.
- **Standardizace práce** – Základní předpoklad pro realizaci kreativně způsobilých operací na vybraných produktech a základem kvality pracovního procesu, který využívá princip znalostní křivky produkčních operací pro stanovení standardu práce, operace a pracoviště.
- **Kontinuální produkční tok** – Definovaný také jako tok jednoho kusu je charakteristický redukcí výrobní dávky v rámci zpracovávané objednávky podle daného systémového omezení. Princip spočívá v plynulém materiálovém

a informačním toku mezi jednotlivými operacemi za účelem eliminace resp. minimalizace časových ztrát.

- **Tahový systém řízení** – Koncept založený na potřebě zákazníka, který poptávaným produktem signalizuje a zahajuje začátek výrobního procesu. Systém je závislý na kvalitě toku informací mezi jednotlivými výrobními/administrativními pracovišti, které po ukončení své operace signalizují následujícímu pracovišti, aby dál pokračovalo v produkčním procesu, protože na předcházejícím pracovišti byl proces ukončen.
- **Systém trvalého zlepšování** – Procesní systém zaměřený na identifikaci ztrát a plýtvání v celém produkčním a hodnotovém toku realizovaném nejčastěji formou brainstormingu, kde hledáme odpovědi na identifikované problémy nebo sbíráme návrhy na zlepšení procesů a operací formou diskusí nebo porad. Reprezentantem procesu trvalého zlepšování je filozofie KAIZEN, která využívá řadu systémových metod a nástrojů k definování potenciálu pro zlepšení, a ty následně rozvíjí ke zlepšení řízených procesů pomocí workshopů a následných realizačních kroků.
- **Rychlé přetypování** – Orientace na zkrácení doby výměny nástrojů a přípravků na konkrétním výrobním zařízení, přičemž usiluje o zkrácení celkového času přetypování na minimálně nutnou dobu a zároveň vysílá signál pro změnu intervalu přetypování v součinnosti s realizováním výrobní dávky s cílem minimalizování časových ztrát na počet přetypování za pracovní směnu.
- **Eliminace chyb v toku hodnot** – Koncept prevence vzniku chyby na pracovišti, výrobním zařízení a u pracovníka ve vazbě na realizovaný produkt nebo realizovaný proces. Typickým nástrojem pro identifikaci a předcházení možných chyb v procesu je Ishikawa diagram.



Obrázek 9: Struktura Ishikawa diagramu (Chromjaková, 2013)

- **Vybalancování produkčních toků** – Inteligentní přístup k rovnoměrnému a stabilnímu rozvrhování pracovních operací a výkonů na jednotlivých pracovních uzlech v závislosti na času taktu a realizace pracovních operací v souvislosti s existencí tzv. pracovních kont. Ty jsou rozvrhovou základnou plánovačů a výrobních pracovníků a udávají výši disponibilního časového fondu strojního zařízení a vybraných pracovníků (Chromjaková, 2013, s. 34–40).

2.3.2 Štíhlé pracoviště

Štíhlé pracoviště, jak uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 24) je základem štíhlé výroby. Podle rozvržení pracoviště závisí na časech a pohybech, které musí pracovník vykonat. Od toho, kolik pohybu pracovník na pracovišti vykoná, se odvíjí spotřeba času potřebného na výkon pracovních činností s vazbou na výkonové normy, přestavby, celkové výrobní kapacity a další parametry výroby.

Oba pak definují hlavní zásady štíhlého pracoviště takto:

- Definování a označení potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti.
- Odstranění vše nepotřebného a zbytečného z pracoviště.
- Přesné určení místa pro uložení potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti.
- Udržování čistoty a pořádku na pracovišti.
- Dodržování disciplíny, rozvoje myšlení a kultury 5S (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24).

Hlavní cíle štíhlého pracoviště:

- Zvýšení výkonosti a efektivity.
- Snížení úrazovosti a zatížení organismu pracovním stresem.
- Zvýšení autonomnosti pracoviště a možnosti víceobsluhy zařízení.
- Zlepšení kvality a stability procesu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 65).

2.4 14 principů Toyoty

TPS neboli Toyota production system, byl jako předchůdce filozofie štíhlého podniku a výroby vyvíjen v letech 1948–1975 firmou Toyota a pány T. Óno, Š. Šingó a E. Tojodou. Systém TPS je založen na kooperaci výroby a logistiky v automobilovém průmyslu a je založen na tzv. 14 principech Toyoty:

1. Manažerská rozhodnutí musí být založena na dlouhodobé filozofii, i když to bude na úkor splnění krátkodobých finančních cílů firmy.
2. Problémy musí odhalovat neustálý procesní tok.
3. K vyhnutí se nadprodukcí využívejte systémy tahu (Pull) a JIT (Just-in-time).
4. Harmonizujte výrobní toky při zachování celého portfolia výrobků.
5. Vytvořit na pracovišti takové podmínky, aby byla zachována požadovaná úroveň kvality a technologická a organizační základna pro odstranění zjištěných problémů.
6. Standardizovat úkony pro neustálé zlepšování procesů a autonomizaci zaměstnanců.
7. Vytvořit a používat vizualizaci tak, aby žádné problémy nezůstaly skryty.
8. Využívat jen takové technologie, které jsou důkladně prověřeny a otestovány, aby spolehlivě sloužili lidem a procesům.
9. Vychovávat vůdce, kteří rozumí své práci, žijí neustálým zlepšováním, věří ve filozofii štíhlosti a mají schopnost učit ji i druhé.
10. Neustále hledat a rozvíjet výjimečné lidi a týmy, které následují filozofii podniku
11. Vybízet a pomáhat dodavatelům a obchodním partnerům k rozvoji a zlepšení vašich vztahů.
12. Neustále se učit porozumět situaci.

13. Rozhodnutí dělat pomalu a s rozvahou, vždy na základě konsensu, zvažovat všechny možnosti, a pokud se už rozhodnete pro realizaci, zvolené řešení ihned zavést.
14. Vytvořit učící se organizaci díky vlastní sebereflexi a zlepšovatelskému úsilí (Liker, 2004, s. 37–40).

2.5 Produktivita

Produktivita je základním ekonomickým ukazatelem jakékoliv lidské činnosti. Produktivitu lze obecně vyjádřit poměrem výstupů produkce ke vstupům do procesu. Hodnoty výstupů se vyjadřují buď v peněžních, nebo v naturálních jednotkách (objemu, hmotnosti, času apod.). Vstupní jednotky vyjadřují materiální, lidské a finanční zdroje (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27).

Aby byl systém produktivní, musí splňovat několik základních předpokladů. Musí být především efektivní, hospodárný a účelný. Ne všechny metody zvyšování produktivity jsou vhodné pro každý proces.

Výběr jednotlivých metod ovlivňující zvyšování produktivity závisí na několika faktorech:

- pracovní metody a postupy,
- kvalita strojního zařízení,
- úroveň schopnosti pracovní síly,
- úroveň schopnosti využití kapitálu,
- úroveň metod průmyslového inženýrství (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 34).



Obrázek 10: Cyklus zvyšování produktivity (Bloudek, 2013)

2.5.1 Měření produktivity

Měřením produktivity vyvstává otázka velkého množství vstupů a výstupů a jejich začlenění do procesu, které může být nejednoznačné. Velká část produkce může být vyráběna samoúčelně a trhem nepoptávaná. Efektivní výroba tedy nemusí vždy znamenat produktivní činnost. Teprve sladěním produkce s požadavky trhu v místě, čase a ceně znamená výrobu nejen produktivní, ale i efektivní. (Maynard a Zandin, 2001, s. 187).

Mašín a Vytlačil (2000, s. 27) uvádí pro obecné vyjádření produktivity tyto vzorce:

1. Totální produktivita

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{množství výstupu}}{\text{množství vstupu}}$$

2. Parciální (dílní) produktivita

$$\text{Produktivita práce} = \frac{\text{množství výrobků}}{\text{počet pracovních hodin}}$$

3. Index produktivity

$$\text{IP} = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} * 100$$

Parciální produktivita vyjadřuje základní míru, kterou poměříme produktivitu každého stroje (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29).

2.5.2 Zvyšování produktivity

Zvyšování produktivity je základním předpokladem růstu průmyslové výroby a tím i zvyšování konkurenceschopnosti firmy. Druhým důležitým faktorem je i příjem benefitů, které tímto firma získává, jako je zisk a možnost dalšího růstu.

Zvyšování produktivity podle Mašína a Vytlačila (1996, s. 139) můžeme rozdělit do několika možností:

1. *„Zvětšit vstup, a o to více výstup,*
2. *zachovat vstup, ale zvýšit výstup,*
3. *snížit vstup při menším snížení výstupu,*

4. *snížit vstup, ale zachovat výstup,*

5. *snížit vstup a zvýšit výstup.*“

Ve své knize „Nové cesty k vyšší produktivitě“ Mašín a Vytlačil (2000, s. 34) uvádějí, že na produktivitu působí přímé i nepřímé vlivy. Jsou to:

- *„pracovní postupy a metody,*
- *kvalita strojního zařízení,*
- *využívání kapitálu,*
- *úroveň schopností pracovní síly,*
- *systém hodnocení a odměňování,*
- *úroveň metod průmyslového inženýrství,*
- *stav infrastruktury (silnice, telefonní síť atd.),*
- *stav národního hospodářství a ekonomiky.*“

Důležitým faktorem měřitelnosti zvyšování efektivity jsou nastavené principy, které při použití vhodné metriky v konečném důsledku slouží ke způsobům, jak daný proces provádět a vylepšovat:

- Umožňovat trvalé zlepšování.
- Analyzovat a vyhodnocovat současný stav.
- Kladení otázek vedoucí k identifikování problému.
- Výběr vhodných metod a postupů.
- Aplikace vybraných metod do procesu.
- Měření a vyhodnocování konečných přínosů (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 39).

Aby byla efektivita výrobních zařízení a produktivita podniků neustále zvyšována, musí existovat nástroje a metody, které tuto produktivitu naplňují. V následující kapitole bude o nich řeč.

3 LEAN PŘÍSTUP A JEHO NÁSTROJE

Podle Chromjakové (2013, s. 9) lean přístup a jeho filozofie přinesla do života firem způsob, jak zlepšovat procesy. Za radikální změnu lze označit využívání metod a nástrojů lean průmyslového inženýra v širším pojetí, který kontinuálně vytváří reálně disponibilní kapacity, které produktivně reagují na konkrétní firemní hodnoty a procesy a usilují o jejich radikální posun (Chromjaková, 2013, s. 9).

3.1 OEE (CEZ)

Celková efektivita zařízení (CEZ), z anglického Overall Equipment Effectiveness (OEE) je klíčový ukazatel efektivnosti výrobních zařízení, porovnávající jejich účinnost a zaznamenávající celkové ztráty v procesu. Důkladnou analýzou celkových ztrát lze nalézt účinná řešení a přijímat opatření vedoucí k jejich odstranění, nebo minimalizaci. V neposlední řadě je ukazatel CEZ řazen k důležitým výrobním ukazatelům výkonnosti KPI (z anglického Key Performance Indicator) pro tvorbu systému vyvážených ukazatelů BSC (z anglického Balanced Scorecard).

3.1.1 Parametry CEZ

Efektivitu výrobních zařízení lze podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 83) sledovat podle následujících parametrů:

- **Parametr CEZ (OEE)** – udává celkové časové využití stroje, ve kterém se vyhodnocuje celkové časové ztráty k plánovanému časovému využití stroje.
- **Parametr TEZ, TEEP** – udává celkové efektivní využití stroje k maximálnímu možnému provozu stroje za jednotku času 24 hodin.
- **Parametr hodnocení času cyklu stroje** – udává ztráty související jen se stavem zařízení (Mašin a Vytlačil, 2000, s. 83).

Parametr CEZ nehodnotí pouze strojní zařízení z hlediska provozních a časových ztrát a míru plánovaných kapacit strojů, ale v neposlední řadě CEZ hodnotí také správnost zvolených metod a pracovních postupů.

Při celkové efektivitě zařízení blízké se hodnotě 85% a vyšší, lze konstatovat, že zařízení vykazuje maximální míru efektivity. Tuto hodnotu však vykazují pouze špičkové výrobní

jednotky. Míra efektivity u většiny zařízení tuhle hodnotu nepřekročí (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84).

Košťuriak a Frolík (2006, s. 97) uvádějí, že některé podniky z důvodu vykazování vyšší efektivity svých zařízení upravují metodiku výpočtu CEZ. Čas provozu zařízení je krácen o plánované přestavby, technologicky nutné ztráty, opravy a povinné prohlídky strojů.

3.1.2 Výpočet CEZ

Mašín a Vytlačil (2000) uvádějí 3 základní faktory, které ovlivňují celkovou efektivitu zařízení. Jsou to:

- „*Míra využití*,
- *Míra výkonu*,
- *Míra kvality*“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85)

CEZ se vypočítává jako součin výše jmenovaných parametrů:

$$\text{CEZ} = \text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita}$$

Míra dostupnosti (využití) – sleduje, jakou alokovanou část doby při naplánované výrobě stroj skutečně vyrábí. Je to podíl rozdílu dostupnosti a prostojů k času, kdy je stroj k dispozici. Parametr se vypočítá ze vzorce:

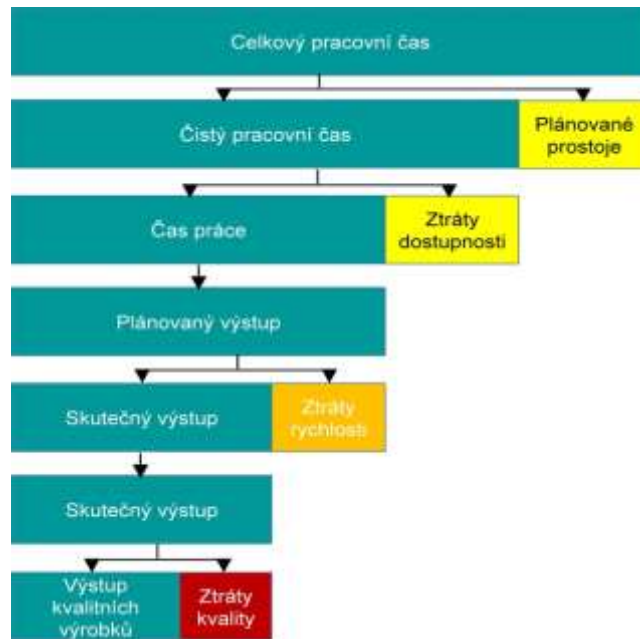
$$\text{Dostupnost} = (\text{dostupný čas} - \text{prostoje}) / (\text{dostupný čas})$$

Míra výkonu (rychlosti) – Parametr udává schopnost dodržovat výkonostní a technologické normy. Nedodržení stanovených technologických postupů ze strany operátora snižuje výkon (rychlost) stroje. Je dán podílem součinu normovaného času na jednotku výrobku a počet kusů výrobků na stanovený disponibilní (výrobní) čas. Výsledný parametr by se měl přibližovat hodnotě 1 a počítá se ze vzorce:

$$\text{Výkon} = (\text{normovaný čas na kus} \times \text{počet výrobků}) / (\text{dostupnost})$$

Míra kvality – Jedná se o důležitý parametr CEZ. Udává skutečnou efektivitu zařízení vzhledem ke kvalitě výroby a množství produkce. Očišťuje výsledný parametr od neshodné výroby a počítá se jako podíl rozdílu neshodné výroby od celkové produkce k celkové produkci:

$$\text{Kvalitata} = (\text{celková produkce} - \text{neshodná výroba}) / (\text{celková produkce})$$



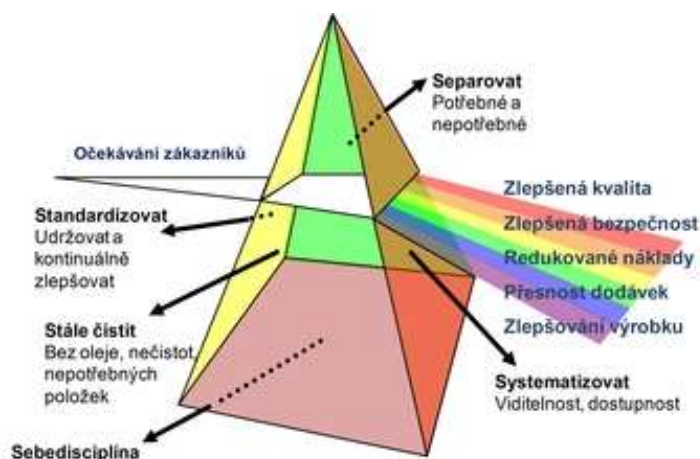
Obrázek 11: Ukazatel efektivity využití stroje nebo zařízení (API, 2018)

Výsledek výpočtu ukazuje, který ukazatel nesplňuje požadované parametry a na který se zaměřit, pokud celkový výsledek nesplňuje očekávání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89).

3.2 5S

5S, (z japonských zkratk: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) je metoda založená na 5 principech uspořádání pracoviště, a v naší terminologii jsou definovány jako třídění, umístění, úklid, standardizace a udržení (Svozilová, 2011, s. 181).

Je zřejmé, že samotná metoda je předstupněm dalších nástrojů průmyslového inženýrství, jako jsou Kanban, Kaizen, Smed nebo TPM, a navzájem se doplňují v ucelený komplex postů lean managementu.



Obrázek 12: Metoda 5S (API, 2016)

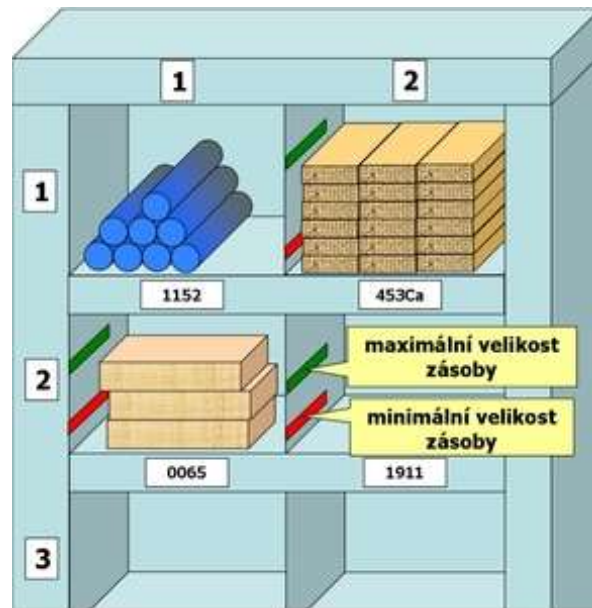
Bauer (2012, s. 34) popisuje jednotlivé prvky metody 5S takto:

- **Seiri** (třídit) – roztrídění všech věcí, které jsou na pracovišti na položky potřebné a nepotřebné. K třídění jednotlivých položek na nepotřebné věci se používají červené kartičky, tzv. 5S Red Tag. Ty se umísťují na vše, co je považováno za zbytečné. Může se stát, že položky takto označené, zaměstnanci využijí ve výrobním procesu, musí však dokázat jejich užitečnost a prospěšnost, a k jakému účelu jsou. Ostatní položky se z procesu vyřadí. U položek, které jsou označeny za nezbytné, se určí místo a maximální počet na pracovišti (Bauer, 2012, s. 34).



Obrázek 13: Červené karty 5S (Enna capital partners, 2020)

- **Seiton** (sistemizovat) – vždy po ruce. Ztrátou je zbytečné hledání pomůcek a nástrojů, proto se položky setřídí a umísťují tak, aby byly vždy po ruce a neznamenali zbytečnou ztrátu času při jejich nalezení a přemístování do prostoru využití. Proto má každá položka své určené a označené místo s definovaným počtem jednotek. Stanovením maxima a minima je důležité z hlediska rozpracovanosti výroby, protože vyrábět více než spotřebuje další navazující výrobní proces je neefektivní (Bauer, 2012, s. 34–35; Imai, 1997, s. 243).



Obrázek 14: Označení minimální a maximální úrovně zásob (API, 2020)

- **Seiso** (uklidit) – cílem této etapy je udržovat pracoviště uklizené a čisté. Důraz se klade nejen na čisté plochy ale také na čisté stroje a zařízení. Podstata této fáze spočívá v odhalování drobných poruch a netěsností provozních kapalin a maziv při čištění strojních součástí. Odhalené nedostatky je pak snadné uvést do pořádku a strojní části udržovat v čistotě. Celý proces lze udržovat v součinnosti s dalšími metodami, např. TPM apod. V této fázi je důležité pořídit fotodokumentaci pracoviště před a po provedení úklidu. Pozitivní změny v uspořádání a úklidu pracoviště pak budou náležitě doceněny i samotnými pracovníky (Bauer, 2012, s. 35–36; Imai, 1997, s. 244).
- **Seiketsu** (standardizovat) – v tomto kroku je důležité zajistit kontinuitu zavedených procesů a nepřipustit návrat k výchozímu stavu. Vhodný nástroj pro celkové uspořádání je standardizace pracoviště, proto je nezbytné vytvořit standardy, jako umístění materiálů, nástrojů a přípravků a jejich udržování a čištění. Je důležité, aby standardy byly vytvořeny ve spolupráci s těmi, kteří je budou využívat a dodržovat. Spolupráce odstraňuje chyby a nepochopení a je předpokladem k dodržování zavedených kroků (Bauer, 2012, s. 37; Imai, 1997, s. 245).

V této fázi musí být stanoveny odpovědnosti a pověření kontrolovat dodržování principů, tak, aby se standardy udržovali v té míře, v jaké jsou zavedeny, a nedopustilo se opětovného zhoršení stavu.

- **Shitsuke** (udržovat) – nedopustit návratu do stavu před zavedením 5S. Tato etapa je náročná na udržování, zlepšování a posilování celého procesu. Motivací pro posilování celého procesu je neustálá osvěta, tak aby pracovníci sami hledali možnosti, jak neustále zlepšovat své pracovní prostředí, hledat chyby a inovovat jednotlivé části. Klíčovým prvkem posilování v této fázi procesu je pravidelný audit 5S (Bauer, 2012, s. 39). Ten svou metrikou vyhodnotí jednotlivé kroky zavedení 5S a určí případné porušování nebo slabá místa v udržování procesu v chodu.

Důležitou úlohu v procesu zastává management firmy, ve které se 5S musí stát podstatou firemní kultury. Vedení musí vytvořit takové podmínky (zapojení všech pracovišť, úseků a zaměstnanců), aby byla metoda udržitelná (Bauer, 2012, s. 39).

Metoda 5S je tedy základním kamenem prvků štíhlé výroby v podnicích a odrazovým můstkem pro zavádění dalšího z prvků průmyslového inženýrství, metody produktivní údržby tzv. TPM.

3.3 TPM – Totálně produktivní údržba

Jakákoliv výrobní zařízení jsou zdrojem toku hodnot, proto údržba strojů a zařízení je z hlediska výrobních jednotek důležitou oblastí pro zvyšování produktivity. Pro dosažení vysoké funkčnosti zařízení a tím i produktivního toku hodnot však musíme přijmout pravidla pro produktivní údržbu.

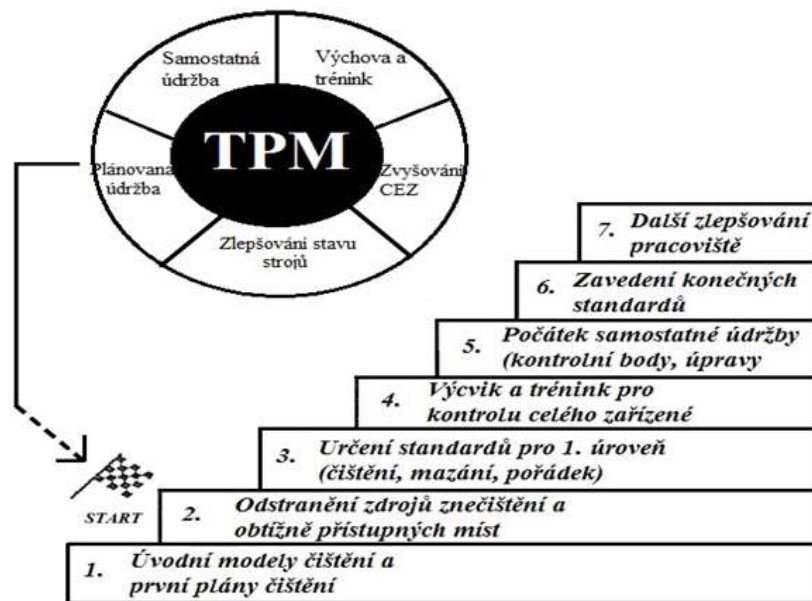
Mašín a Vytlačil (2000, s. 227) uvádí, že *„údržba musí, stejně jako hlavní výrobní oblasti, maximálně přispívat ke zvyšování produktivity a stát se produktivní údržbou.“*

Slovo produktivita se proto dostává i do názvu dalšího produktu průmyslového inženýrství, který je označován jako Totálně produktivní údržba – ve zkratce TPM, neboli Total Productive Maintenance (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 227).

Základní rozdělení ztrát vychází z šesti principů, kterými jsou:

1. Prostoje související s poruchami a neplánovanými odstávkami strojů.
2. Čas určený na seřizování a přetypování parametrů strojů (přestavby a výměny).
3. Ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení (zřetel na kvalitu výroby), nebo krátkodobé poruchy.
4. Ztráty způsobené snižováním rychlosti v průběhu výrobního procesu (jakost a kvalita).
5. Kvalitativní důsledky procesních chyb a nedodržení technologických předpisů.

6. Snížení výkonu ve fázi náběhu výroby, technologické zkoušky-



Obrázek 15: Totálně produktivní údržba (Bobák, 2011)

Profesor Bobák (2011, s. 120) uvádí principy TPM následovně:

- samostatná údržba,
- výchova a trénink,
- zvyšování CEZ,
- zlepšování stavu strojů,
- plánování údržby.

3.3.1 Autonomní údržba

Základní pilíř autonomní údržby tkví v zapojení operátorů do procesu kontroly a údržby strojů. Obsluha strojů má tu výhodu, že je s výrobním zařízením denně ve styku, a má obrovský potenciál k odhalení drobných poruch či úniků provozních kapalin ještě ve fázi neohrožující chod a funkčnost stroje. Tento proces je velmi důležitý z hlediska včasného odhalení závažných poruch a tím i k eliminaci prostojů linek. Nutnost zavedení tohoto pilíře je i fakt, že údržba má na svých bedrech mnoho činností, a z tohoto důvodu mohou být některé upozaděny před jinými. Proto je obsahem autonomní údržby přenesení těchto a dalších souvisejících aktivit na výrobní provozy (Stöhr, 2012).

Důležitými prvky autonomní údržby je podle Stöhra (2012) dodržování cyklu pravidelných inspekčních prohlídek a naplánovaných oprav.

Aplikace procesu autonomní údržby lze rozdělit do následujících fází:

- **Úvodní čištění** – cílem je vyhledat na zařízení drobné nedostatky tzv. abnormality (např. povolené šrouby, uvolněné části zařízení, úniky olejů a maziv, trhliny a praskliny v náradí apod.). Tyto abnormality je třeba označit vhodným štítkem nebo pořadovým číslem a informovat pracovníky údržby.
- **Zásadní omezení zdrojů znečištění** – cílem této fáze je zásadním způsobem eliminovat čas potřebný k čištění zařízení. Pomůckou jsou zavedení standardů čištění a určení vhodných prostředků k odstranění znečištění.
- **Normy čištění a mazání** – cílem je určit standardy mazání, vizualizaci mazacích míst, dále optimalizaci olejového hospodářství včetně sjednocení počtu druhů maziv a jejich kontroly spotřeby.
- **Obecná kontrola** – tvorba standardů popisů jednotlivých součástí zařízení a příprava operátora na samostatnou údržbu zařízení.
- **Autonomní kontrola** – vymezení jasných kompetencí mezi výrobou a údržbou s přehodnocením plánů čištění a mazání v rámci samostatné údržby.
- **Organizace a pořádek** – maximalizovat autonomnost a nezávislost výroby na úsek údržby a zvyšování a doplňování kompetencí operátorů.
- **Trvalý rozvoj autonomní údržby** – zvyšování autonomnosti a samostatné zlepšování autonomní údržby k úplnému předání zařízení operátorům (Stöhr, 2012; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 112).

3.3.2 Plánovaná údržba

Cílem plánování údržby strojů je v zásadě eliminovat a předcházet vážným poruchám a jejich následkům na produkční tok strojního zařízení. Pokud je autonomní údržba zaměřena hlavně na operátory linek, pak plánování údržby je plně v gesci strojní údržby. Plánováním činností údržby je také zavést systém maximalizace dovedností při využití volných kapacit uvolněných zavedením autonomní údržby. Jednotlivé činnosti jsou zaměřeny na provádění inspekčních prohlídek a plánovaných oprav a diagnostiku všech funkcí strojních zařízení. Tyto činnosti v důsledku mají vliv na snížení počtu poruch a zvýšení produktivity celkového strojního zařízení (Stöhr, 2012; Mašín a Vytlačil, 2000).

Celý proces zavedení TPM je auditován dle metodiky ISO. Kontrolní audity se opakují v určitých časových intervalech a jsou zaměřovány především na:

- plánování procesů a organizaci údržby,
- standardizaci jednotlivých úseků a příslušnou dokumentaci,
- preventivní údržbu,
- výskyt a odstraňování abnormalit.

Audit by měl odhalit slabá místa a navrhnout opatření k odstranění zjištěných závad a doporučit či změnit jednotlivé přístupy v procesu TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 208).

Zavedením TPM do praxe se výsledky ve firmách nedostaví ihned ale až po nějaké době. Přínosy se dostavují pozvolna, v řádu několika měsíců či let. Bez zavedení TPM by nebylo možné zavádět i další metody štíhlé výroby, bez toho, aby výsledný synergický efekt měl pozitivní vliv na budování štíhlého podniku.

Nástroj, který má výsledný efekt na výrobní proces téměř okamžitý, je metoda SMED.

3.4 SMED – metoda rychlých změn

SMED (Single Minute Exchange of Dies), metoda, také někdy nazývaná jako metoda rychlých změn, vede k optimalizaci celkového procesu přestavby (přetypování) stroje ve výrobním toku.

Jak uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 107), rychlé změny jsou systematickým procesem, který minimalizuje časy přestaveb pracoviště mezi výrobou po sobě následujících různých typů výrobků.

Celý postup aplikace metody SMED vychází z důkladné analýzy seřízení, která se vykonává pozorováním přímo na pracovišti. Významného zkrácení časů přetypování se dosahuje postupně změnou organizace přestavby, standardizací postupů a organizací uložení náradí a pomůcek v dosahu pracovníka provádějícího přetypování (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107).

3.4.1 Cíle metody SMED

Tato metoda má obvykle dva základní cíle:

- Zvýšit část kapacity stroje, která je zatížena jeho dlouhým přestavováním, hlavně tehdy, pokud je daný stroj úzkým místem.

- Maximalizovat rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý, a tím umožnit výrobu v malých dávkách. Je tak zajištěna vyšší pružnost a nižší rozpracovanost výroby v kratší průběžné době výroby (Svět produktivity, 2020).

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 107) čas seřizování – je čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu, výměny starého nářadí a přípravků a umístění nového, nastavení a doladění nových parametrů procesů, náběhové parametry a zkušební běhy až po výrobu prvního dobrého kusu.



Obrázek 16: Schéma přetypování (Košturiak a Frolík, 2006)

3.4.2 Přetypování a seřizování

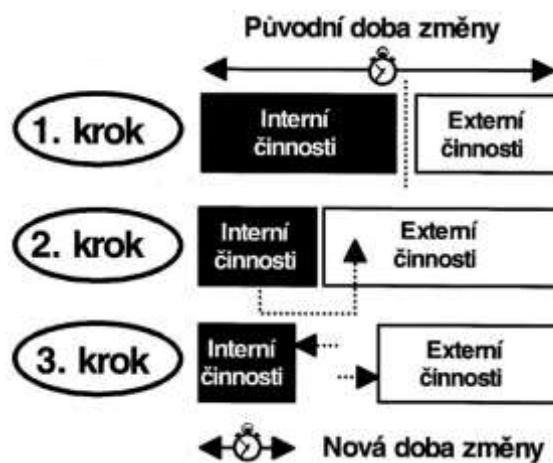
V zájmu každého vlastníka výrobního procesu je eliminace plýtvání ve výrobě a zabránění zbytečných ztrát při přestavbách a seřizování strojů. Košturiak a Frolík (2006, s. 107) definují seřizování jako:

- příprava a kontrola nástrojů, přípravků, pomůcek a materiálů,
- montáž, demontáž a výměna nástrojů, přípravků a pomůcek,
- vlastní seřizování rozměrů a parametrů procesu, polohy nástrojů a přípravků,
- odzkoušení a následné úpravy parametrů (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107).

Před aplikací metody SMED je nezbytné analyzovat veškeré činnosti související s přetypováním. Mezi nejvhodnějšími metodami sběru dat k analýze bývá pořízení videozáznamu celé přestavby a souvisejících činností. Celý videozáznam je podroben důkladné analýze ve třech krocích:

1. krok – oddělit činnosti (tzv. interní seřizování), které musí být vykonané nezbytně během vypnutí zařízení, od činností, které lze vykonat během provozu zařízení (tzv. externí činnosti).

2. krok – čas určený na interní činnosti zredukovat tak, aby se stále více práce vykonávalo externě – jsou to předem vykonané nastavení rozměrů a parametrů, polohy a zjednodušení upevňování přípravků pro dávku, pomocný pracovník (seřizovač) a příprava pracoviště.
3. krok – intenzivní redukce interního ale i externího času potřebného na seřízení (zbytečné pohyby a doprava nástrojů po zastavení linky, chybné plánování výroby). Klíčem bývá standardizace a organizace pracoviště a ukládání náradí a přípravků v dosahu operátorů (Košturiak a Frolík, 2006. s. 108).



Obrázek 17: Metoda SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)

Košturiak a Frolík (2006, s. 109) shrnují celou metodu SMED to těchto zásad:

- Standardizovat externí činnosti.
- Standardizovat strojní zařízení.
- Užití rychlých upínačů.
- Využití doplňkových nástrojů vložené do přípravků dopředu nastavené a seřízené a připravené k vložení do stroje.
- Vytvoření více-profesních týmů k řešení a implementace rychlých změn.
- Automatizace procesu seřízení a přetypování.

Dále prostředky pro zkracování časů na přetypování:

- Metoda jednoho pohybu zajišťující upevnění objektů jedním pohybem (pružiny, magnety, příruby, rychlé upínače).
- Principy dorazů.

- Upnutí jednou otáčkou (princip samosvornosti upínacích prvků).
- Činnosti vykonávané v paralelních operacích současně (seřizovači, výpomoc operátorů navzájem).

A na závěr definují desatero rychlých změn jako:

1. *„Výměna a seřizování je plýtvání,*
2. *nikdy neříkej, je to nemožné,*
3. *zkrácení času seřízení je práce týmu, tým je třeba odměnit,*
4. *analýza přímo na pracovišti a videozáznamu jsou nejlepší argumenty,*
5. *standardizuj proces seřízení,*
6. *připrav pomůcky a nástroje předem,*
7. *při výměně se pohybují ruce, a ne nohy,*
8. *šrouby jsou nepřátelé – otočení každého závitu stojí čas – přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychle upínací pomůcky,*
9. *nastavování polohy, podle oka je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy,*
10. *bez měřeného tréninku se závod nevyhrává.“* (Košuriak a Frolík, 2006, s. 109–110)

3.5 Analytické nástroje LEAN – mapování procesů

Analýza výrobních procesů identifikuje neefektivnost v procesu a hledá skutečnou příčinu plýtvání. Při analýze procesů zjišťujeme skutečný aktuální stav sledovaného procesu s cílem identifikace neracionalizačních kroků v procesu a navrhnout individuální řešení nebo taková opatření, která umožní dosáhnout komplexního zlepšení s dopadem do:

- zvýšení produktivity,
- zvýšení jakosti,
- zkrácení průběžné doby,
- eliminaci neracionalizačních kroků v procesu (Mašín I. a Mašín J., 2012, s. 9)

Důvody k procesní analýze jsou v zásadě tři:

1. popis procesů (popisy pracovních náplní, návodů, postupů práce apod.),

2. řízení procesů (výroba, prodej, plánování, zákaznický servis apod.),
3. zlepšení procesů (optimalizace toku hodnot, odstranění plýtvání apod.).

A metody a techniky, které nám pomohou proces optimalizovat:

- TOC (Theory of Constraints) – teorie omezení, což znamená identifikaci úzkých hrdel procesu,
- VSM (Value Stream Mapping) – mapování toku hodnot, který se zakládá na analýze hodnotového řetězce,
- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – analýza rizik možného výskytu a vlivu vad,
- vývojové diagramy,
- procesní analýza,
- a jiné (Managementmania, 2020),

3.5.1 Analýza rizik FMEA

Řízení rizik, jako nástroj štíhlé výroby jsou důležitým předpokladem pro efektivní a kvalitativní výrobní toky z minimalizací následků chybovosti v procesu. Kvantitativní analýza rizik FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) je metoda založená na identifikaci možných rizik ve výrobním procesu, a používá se v předvýrobních etapách pro preventivní odstranění možných vad a nedostatků. Používá se pro identifikaci nejzávažnějších a nejpravděpodobnějších chyb v procesu výroby nebo samotného výrobku. FMEA pomáhá v procesu výroby a v návrhu výrobků rozpoznat možné vady, posoudit míru chybovosti a určit možné následky. V neposlední řadě nám určí vhodný způsob odstranění vady a proces jak jim předcházet.

Hlavní myšlenkou FMEA je pro každý projev poruchy, i na nejnižší úrovni, analýza možných lokálních nebo systémových následků.

Používá se v těchto formách:

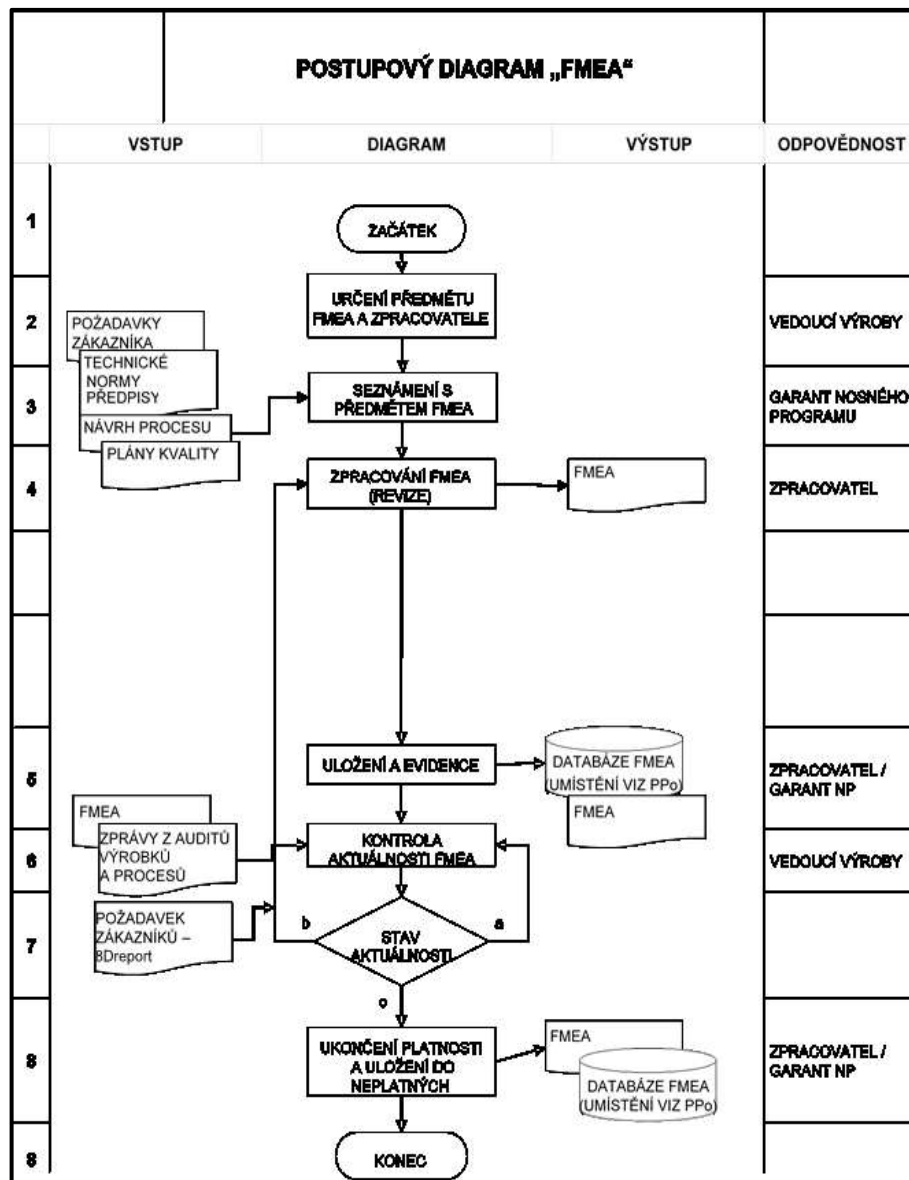
- **FMEA – K** (konstrukční) zkoumá možná selhání systému a jeho funkcí. Možné příčiny poruch mohou být konstrukčního nebo výrobního charakteru.
- **FMEA – P** (výrobní) zkoumá potenciální poruchy v procesu výroby a montáže, jejich příčiny a důsledky a určuje nezbytná opatření k jejich nápravě.

- **FMEA – V** (výrobku) zkoumá výrobní a konstrukční proces výrobku jako celek, nejčastěji ve formě „FMEA nakupovaného dílu“. Iniciátorem procesu je zákazník/odběratel (na rozdíl od předchozích dvou, které obvykle organizuje a odpovídá za ně příslušný výrobce), a obvykle ji řídí a koordinuje.
- **FMEA – VP** (výrobních prostředků) zkoumá výrobní prostředky jako celek a optimalizuje výrobní zařízení. Bývá součástí programů TPM s cílem snížit rizika možných poruch a vad.

Postup tvorby FMEA:

1. Kompletizace sběru dat a základních údajů,
2. Analýza chyb,
3. Hodnocení chyb,
4. Hodnocení prostřednictvím výpočtu MR/P,
5. Optimalizace konceptu a odchylek,
6. Vyhodnocení výsledků,
7. Shrnutí (Svět produktivity, 2020).

Na tvorbě FMEA se podílejí předem určení pracovníci, kteří zpracovávají celý analytický proces. Vedoucím celého týmu je určen tzv. garant celého konceptu, a zpracovatel celé analýzy. V rámci svých kompetencí a odbornosti jsou určeny i jednotlivé zodpovědnosti zpracovatelů.



Obrázek 18: Postupový diagram tvorby FMEA (vlastní zpracování)

Hlavní výhody analýzy FMEA:

- systémový přístup k prevenci nekvality,
- snižuje ztráty vyvolané nekvalitou systému,
- zkracuje dobu řešení vývojových prací,
- optimalizuje návrhy řešení, snižuje počty změn v procesu a umožňuje dělat věci správně hned na poprvé,
- hodnotí riziko možných chyb a na jeho základě stanoví priority a opatření vedoucí ke zlepšení procesů,
- podporuje využívání dostupných zdrojů,

- vytváří cenou informační databázi o systému a potenciální využitelnost pro jiné systémy a procesy,
- poskytuje cenné podklady pro zpracování nebo zlepšení systému jakosti,
- je součástí kontrolního systému tvorby plánu
- zvyšuje konkurenceschopnost a jméno firmy
- v rámci zákaznického servisu zvyšuje spokojenost zákazníka
- náklady vynaložené na proces jsou zlomkem nákladů, které by vznikly vinou výskytu neshod (Svět produktivity, 2020).

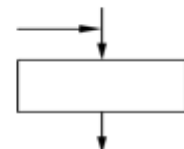
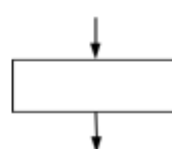
3.5.2 Vývojové diagramy

Vývojové diagramy symbolizují algoritmičtý jazyk, který vyjadřuje názorné zobrazení algoritmu zpracování informace. Tento jazyk tvoří přesně definované značky s jednoznačným významem a pravidla použití ve vzájemné souvislosti.

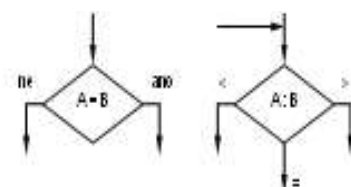
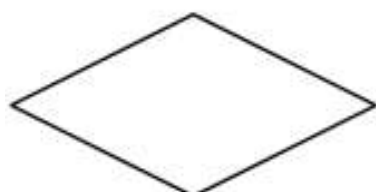
Vývojové diagramy se používají při znázornění posloupnosti informačních a procesních operací. Používají se i při týmovém řešení daného úkolu s vyznačením všech jeho možných alternativ (ikvalita, 2020).

Symbole vývojových diagramů představují grafické znázornění přesně definovaného významu. Pro upřesnění významu se do nich vpisují slovní nebo symbolické operace, nebo celé skupiny operací.

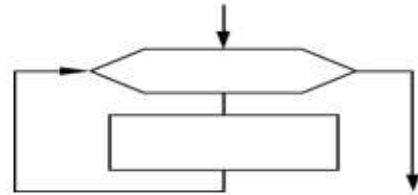
- **Zpracování** – symbol představující jakýkoliv druh zpracování, nebo jakýkoliv definovaný druh provedení operace.



- **Rozhodování** – symbol představuje rozhodovací operaci nebo přepínací funkci. Má jeden vstup a alternativní výstupy.



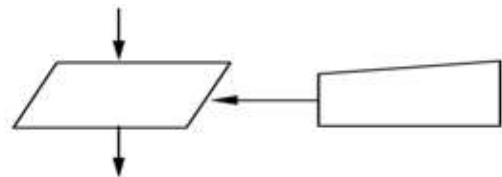
- **Příprava** – symbol představuje úpravu nebo modifikaci činnosti, která mění vlastní postup následné činnosti a vyjmenovává hodnoty, kterých nabývá proměnná cyklu.



- **Data vstupu a výstupu** – symbol reprezentuje operaci vstupu a výstupu s daty (zpracování dat do požadované formy výstupu).



- **Ruční zápis** – symbol představuje nosiče a zařízení pro ruční vstup informací. Tento symbol má pouze jeden výstup.



- **Paměť s přímým přístupem** – tento symbol představuje nosič s přímým přístupem dat (ikvalita, 2020).



- **Dokument** – tento symbol představuje zařízení pro tištěný výstup, např. tiskárna. Symbol má pouze jeden výstup.



- **Mezní značka** – tento symbol představuje vstup z vnějšího prostředí do procesu nebo výstup z procesu (ikvalita, 2020).



3.5.3 Procesní analýza

Procesní analýza slouží k identifikaci plýtvání, která cílí hlavně na zbytečnou manipulaci a používá se jako podklad pro optimalizaci výrobních toků a navazuje na konstrukci procesních map.

Podle Dlabače (2015) se jedná o metodu založenou na analýze činností v procesu, popisuje účinnost a úroveň výkonnosti operací obsahující větší podíl pohybu, překážek a čekání. Výsledkem procesní analýzy je procesní diagram, obsahující grafické symboly představující jednotlivé aktivity a činnosti, jako: operace, čekání, kontrola, skladování nebo transport.

	operace	Změna tvaru nebo charakteristik materiálu, polotovaru, produktu.
	transport	Změna umístění materiálu, polotovaru nebo produktu.
	skladování	Plánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	čekání	Neplánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	kontrola množství	
	kontrola kvality	

Obrázek 19: Symboly procesní analýzy (API, 2020)

ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE

V teoretické části práce „Zefektivnění výrobní linky po aplikaci metod štíhlé výroby ve vybraném podniku“ byla uvedena teoretická východiska problematiky průmyslového inženýrství jak v kontextu produktu a procesu výroby, tak v kontextu celkové organizace podniku a jednotlivých účastníků procesu. V neposlední řadě byl kladen důraz také na vznik, vývoj a směřování principů průmyslového inženýrství a jeho uplatnění ve světě.

Byly popsány důležité součásti štíhlého podniku, jako jsou nástroje průmyslového inženýrství - metoda 5S, totálně produktivní údržba TPM, celková efektivita zařízení CEZ, procesní analýza nebo analytické metody SMED a FMEA.

V kapitole „produktivita“ byla zaměřena pozornost na měření produktivity podniku v návaznosti na metodách napomáhající organizacím produktivitu nejen udržet, ale i zvyšovat. V neposlední řadě také na jednotlivé principy štíhlého podniku, štíhlé výroby, jejím prvkům a použitým nástrojům, které budou přínosem k řešení projektové části. Mezi ně patří standardizace a vizualizace pracoviště, týmová práce, analýza prostojů a ztrát apod.

V praktické části práce se pokusíme uvedené nástroje aplikovat na vybranou výrobní linku s cílem zefektivnit produktivní toky a celkový proces logistiky výroby.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝROBNÍ PODNIK

Ocelářský výrobní podnik ve Starém Městě u Uherského Hradiště je provozem přední ocelářské holdingové společnosti Moravia Steel a. s. s dlouholetou tradicí výroby hutních a ocelářských výrobků. Výrobní podnik byl začleněn do holdingu v roce 2011. Do té doby působil podnik na ocelářském trhu samostatně pod soukromým majitelem.

Výrobní náplň provozu ve Starém Městě je tažená ocel kruhového, šestihhranného a čtyřhranného profilu různých velikostí. V současné době podnik zaměstnává 260 zaměstnanců.

4.1 Historie firmy

Provoz ocelářské firmy na výrobu tažených ocelových polotovarů vznikl v roce 1995. Původním výrobním programem firmy byla výroba osiček a plastových koleček do odpadních kontejnerů. Přibližně od roku 1999 se portfolio výrobků rozšířilo o taženou ocel kruhovou, čtyřhrannou a šestihhrannou v rozměrech 4–22 mm instalací kombinovaných tažných strojů od firmy Schumag I a II. Tyto stroje výrazně rozšířily možnosti jak výrobní tak produktové kapacity a tím i zvyšování počtu zakázek, a v neposlední řadě i počty nových zákazníků.

V roce 2002 firma zakoupila tažný stroj OCN-35 a rozšířila portfolio svých výrobků o rozměry 28–65 mm. Se vzrůstajícím tlakem na požadavky zákazníků se firma rozhodla investovat do nových technologií, a v roce 2004 a 2008 zakoupila nové kombinované tažné stolice Schumag III a IV, na které se vyrábí kruhová a šestihhranná ocel v rozmezí 10–42 mm.

V roce 2011 jako novou akvizici firmu získal, a do svého portfolia zařadil nadnárodní ocelářský gigant Moravia steel a. s. Touto fúzí se firma dostala na mezinárodní trhy a dodává své výrobky do 35 zemí světa.

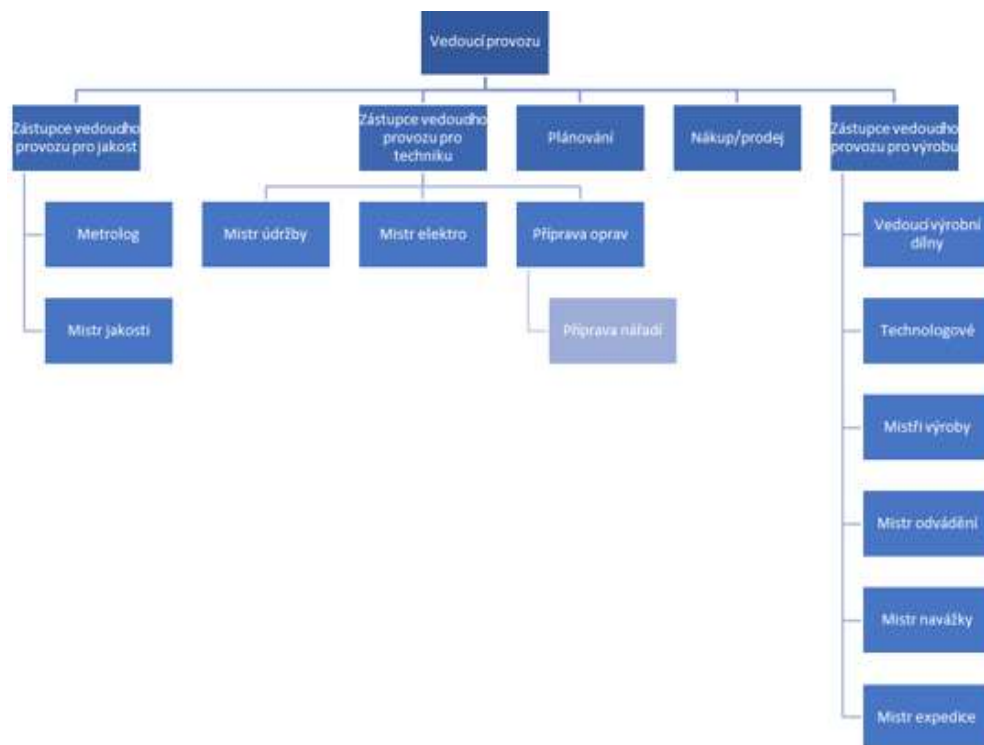
4.1.1 Základní údaje

V současné době provoz firmy vyprodukuje výrobky v objemu cca 90 000 tun ročně. Cílem produkce pro další roky při současné kapacitě výrobních agregátů je vyrobit až 98 000 tun oceli.

Hlavní ukazatele:

- Kapacita výroby: 90 000 t/rok
- Celkový počet zaměstnanců: 260
- Počet pracovních směn ve výrobě: 3 směny
- Výrobní plocha firmy: 9 000 m²
- Celková plocha firmy: 43 000 m²
- Systém kvality: ISO 9001, TÜV NORD/TS 16 949

Provoz firmy je řízen Vedoucím provozu prostřednictvím svých zástupců pro techniku, výrobu a jakost. Další technickohospodářští pracovníci řídí operativně 3 výrobní směny o počtu 170 zaměstnanců. Zbylý počet zaměstnanců jsou plánovači, technologové a organizace nákupu a prodeje.



Obrázek 20: Organizační struktura (vlastní zpracování)

4.1.2 Výrobní program

Výrobní program firmy je tažený polotovary různých rozměrů a délek převážně pro automobilový průmysl. Tažená ocel je vyráběna technologií z tyčí do tyčí a ze svitku do tyčí na kombinovaných tažných strojích německé firmy Schumag a italské OCN. Technologický

proces tažení je definován jako úběr (tváření) materiálu za studena bez vznikající třísky do stejného objemu ale jiného průřezu.



Obrázek 21: Ukázka výrobního programu (interní materiály firmy)

4.2 Výrobní technologie

Hlavní výrobní technologie spočívá v kombinaci tváření (tažení), defektoskopie (vyhodnocování vad povrchu), rovnání, hrotování a balení v jednom toku.

4.2.1 Hlavní výrobní zařízení

Hlavní výrobní zařízení jsou kombinované tažné stroje firmy Schumag a OCN.

Hlavní technologický park:

- Kombinované tažné stroje: 5×
- Tažná stolice OCN: 1×
- Pomocná zařízení: 1×

Pomocná technologická zařízení jsou NDT linky od firmy Foerster. Jedná se o zařízení pro snímání povrchových vad formou nedestruktivního zkoušení metodou vířivých proudů s následnou demagnetizací. Toto zařízení je umístěno v technologickém toku jako poslední.

4.2.2 Proces tažení ze svitků do tyčí

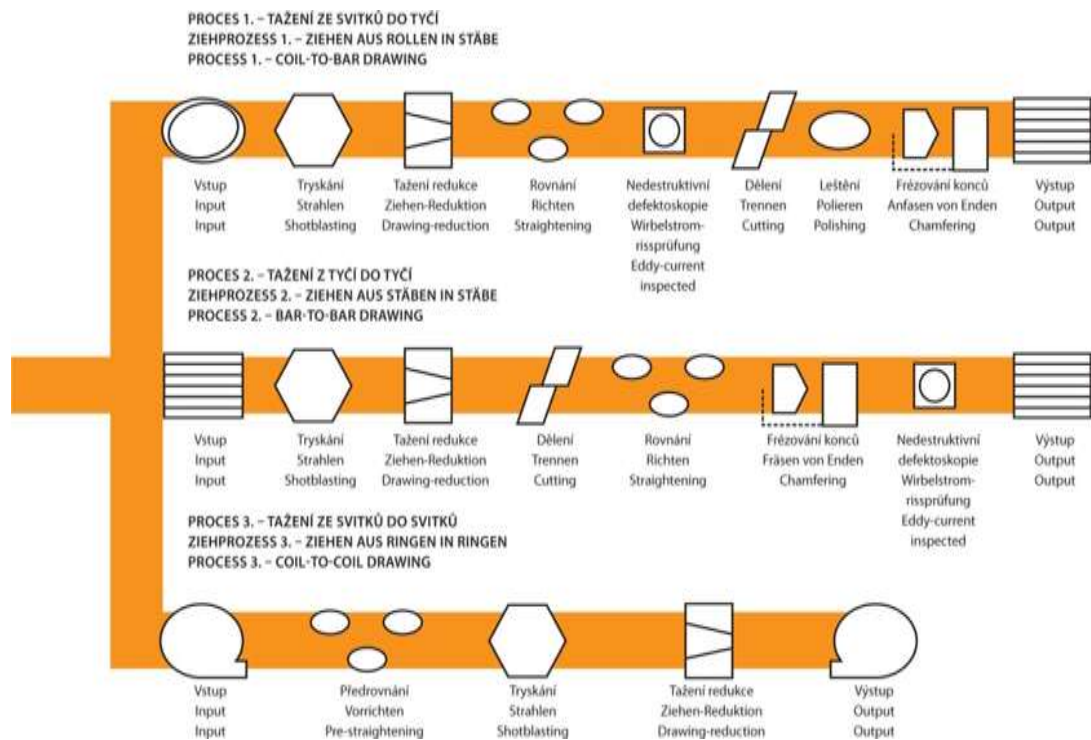
Vstupním materiálem je svitek o váze 2 000 kg. Materiál je nejprve předrovnán na předrovnávacích zařízeních a následně odokujňován tryskacím zařízením. Dále je materiál tažen za studena, dělen na předepsané délky a rovnán v rovnacím stroji. Materiál je dále opracován zarovnáním čela a srážením hrany konců frézovacím zařízením. Celý proces je ukončen nadestruktivním zkoušením NDT technologií. Výstupem je tyč.

4.2.3 Proces tažení z tyčí do tyčí

Technologie je obdobná, pouze vstupním materiálem je tyč.

4.2.4 Proces tažení ze svitku do svitku

Jedná se o technologii, kdy výsledný produkt tažený materiál navinutý do svitku. V tomto případě není v technologickém toku konečné rovnání a NDT zkoušení jako u technologii ze svitku do tyčí.



Obrázek 22: Schéma technologických toků (interní materiály firmy)



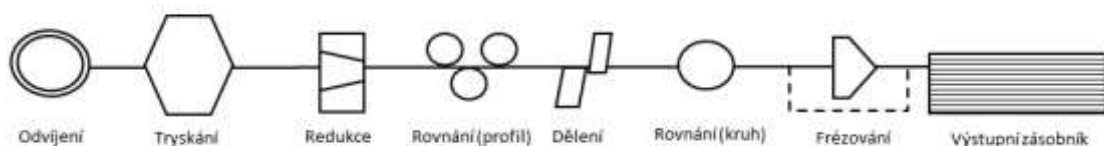
Obrázek 23: Ukázka tažení ze svitku (vlastní zpracování)

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Výrobní podnik, jak bylo zmíněno v podkapitole „Výrobní technologie“, disponuje pěti výrobními linkami na výrobu tažené oceli. Pro projekt optimalizace výrobní linky byla vybrána linka Schumag III na základě analýzy výrobní kapacity, přičemž výroba na této lince nenaplnuje očekávání předpokládaných výrobních výstupů, a také proto, že ztrátovost výroby dosahuje až 40 %. Tato ztrátovost je zapříčiněna velkým výhozem neshodné výroby z nově nainstalovaného technologického uzlu NDT umístěné ve směru toku materiálu jako poslední.

5.1 Výrobní linka Schumag III

Výrobní agregát Schumag III byl uveden do provozu v roce 2004. Skutečná kapacita linky v té době byla cca 2 kt za měsíc (24 kt/rok). Podnik vyráběl v nepřetržitém provozu až do roku 2009, kdy pokles zakázek, a tím i útlum výroby zapříčinila celosvětová ekonomická krize.



Obrázek 24: Procesní schéma linky SCH III (vlastní zpracování)

Technické parametry:

- Tažná rychlost 85 m/min
- Tažná síla 25 t

Materiálové parametry:

- Svitek 2 t
- Mezní rozměr linky u kruhového profilu: $\varnothing 10 - \varnothing 25$ mm
- Mezní rozměr linky u šestihránného profilu: 6HR 15 – 6HR 24

Technologie tažení je ze svitku do tyčí. Kapacita linky u kruhového rozměru bez přestavby je u mezních rozměrů $\varnothing 10$ mm 25 t a u $\varnothing 25$ mm 65 t. U šestihránného profilu je u mezního rozměru 6HR 15 15 t a u 6HR 24 26 t.

5.1.1 Uspořádání a pořádek na pracovišti tažné linky

Podnik se již v minulosti pokoušel zavádět pomocí metody 5S systematickost a pořádek na pracovištích. Nedostatečná provázanost systému, nedostatečná zainteresovanost pracovníků do procesu a nedostatečná návazná kontrola zapříčinila nedodržení některých zavedených opatření, a v konečném důsledku zapříčinila úpadek jednotlivých pracovišť, a v podstatě k návratu do předcházejícího stavu před zavedením 5S.

Pracoviště kombinované tažné linky SCH III je nesystémově uspořádané do nelogických, navzájem nenavazujících prvků. Množství nepotřebných předmětů leží u výrobní linky bez řádného označení, chybí standardizace pracoviště a při potřebě nástrojů pak operátoři zbytečně ztrácejí čas jejich hledáním. Na níže uvedených obrázcích je výčet jen některých nedostatků:



Obrázek 25: Nepořádek na pracovišti SCH III (vlastní zpracování)

Z obrázků je patrná nedostatečná kontrola vedoucího týmu 5S přiděleného pracoviště a nedisciplinovanost pracovníků. Je potřeba znovu vytvořit standardy a uspořádat pracoviště dle metody 5S.

5.1.2 Údržba výrobní linky

Stav a údržba výrobní linky je klíčový parametr pro předcházení poruchovosti a tím k udržení produkčních schopností agregátu. V současné chvíli se provádí následujícím způsobem:

1. **Roční oprava** – linka se odstává 1× do roka po dobu 14 dnů. Linka je rozebrána na nejmenší segmenty a všechny namáhané prvky jsou důkladně zkontrolovány a vyměněny s důrazem na pohyblivé části, jako jsou ložiska a třecí plochy. Jsou vyměněna všechna maziva, ke kterým není při běžné týdenní inspekční prohlídce přístup. Poté je linka očištěna, zkompletována a připravena k dalšímu provozu.
2. **Inspekční prohlídka týdenní** – po dobu této odstávky se provádí 2× týdně po dobu dvou a čtyřech hodinách inspekční prohlídka celé linky s důrazem na informace od operátorů týkající se zjištěných nedostatků v průběhu provozu.

Tyto úkony jsou předem plánovány do měsíčního výkazu plánovaných prohlídek. Neplánována odstávka je pouze z důvodů potřeby strojní údržby v případě poruch, které se vyskytnou v průběhu provozu. Vyskytují se ale případy zanedbání preventivních prohlídek operátory, zapříčiněné nedůsledným vykonáváním povinností, a tím i nedobrovolné odstávky linky důsledkem poruchy nebo havárie.

Z výše uvedených důvodů je potřeba zavést autonomní údržbu linky a metodu TPM. Podmínkou úspěšné implementace je vytvoření týmu spolupracujících operátorů linky a údržbářů.

5.1.3 Plánování výroby

Výroba na lince SCH III se plánuje s ohledem na požadavky zákazníků. Rámcové období plánování výroby je stanoveno k 15. dni v měsíci a ke konci daného měsíce. V tomto období se plánují vyrábět zakázky dle jednotlivých možností výrobních linek. Výrobní vstupy se plánují 3 měsíce před výrobou v kampaních u dodavatele. Stává se, že se nepodaří zajistit potřebné množství vstupů pro výrobu na danou zakázku z důvodu skluzů u dodavatele (kampaň nemá potřebné množství daného vstupu), nevhodné načasování nebo zvýšené množství odběru výrobků od zákazníků. Pro takové případy se vstupy v předzásobě objednávají a uskladňují v dostatečném množství ve skladu vstupního materiálu v areálu podniku, aby byly operativně použity pro potřeby výroby. V takovém případě dochází k vynuceným úpravám výrobního plánu dle skutečných zásob vstupních polotovarů. Negativa tohoto řízení a plánování výroby jsou následující:

- Nutnost operativního řízení výrobního procesu na všech úrovních řízení.
- Časté přetypování a přestavování výrobních linek.

- Plýtvání výrobními kapacitami z důvodu hromadění přestaveb a odstávek strojů v důsledku seřizování.

V následující tabulce 1 jsou uvedeny jednotlivé přestavby na lince SCH III.

Tabulka 1: Přestavby na SCH III (interní materiály firmy)

Přestavby a prostoje SCH III					
Výrobní linka	Operace			Čas (min)	
		velká přestavba	přestavba z 6HR profilu na profil kruhový		180
	střední přestavba	přestavba o 4 mm u šestihranu		90	
		přestavba o 3 mm u kruhu		90	
	malá přestavba	přestavba o 0,5 mm u kruhu		30	
		změna délek, nastavení frézy		15	
		výměna průvzlaku		15	
	střední přestavba	u změny kruhového rozměru	22	Průměr ≥ 1 mm	60
			25		60
			28		60
			31		60
			34		60
			38		60

Ze stávajícího stavu vyplývá potřeba změny v systému plánování, a v návaznosti také analyzovat možnosti úspory času při přestavbách při aplikaci metody SMED.

5.1.4 Procesní analýza výrobní linky

Pro identifikaci procesu tažení oceli a jednotlivých činností operátorů tažné linky jsem vytvořil procesní analýzu současného stavu. Jedná se o pojmenování jednotlivých činností v návaznosti na čas a vzdálenost mezi jednotlivými uzly výrobní linky v celkovém

technologickém toku. Jsou zde uvedeny přehledně jednotlivé operace, mezioperační vzdálenosti a počet pracovníků, kteří jsou potřeba k výrobě daného výrobku. Pomocí této analýzy určíme úzké místo celého výrobního procesu a zároveň nám tato analýza poskytne prvotní informace o plýtvání ve formě čekání nebo zbytečného transportu, které můžeme dále analyzovat pomocí metody SMED.

Celá linka SCH III se skládá z těchto technologických uzlů a činností:

1. Dvournové odvíjedlo

Činnosti:

- Nasazení svitku na trn odvíjedla.
- Odvinutí začátku svitku.
- Protažení materiálu tryskacím zařízením DS 200.

2. Tryskací stroj

Činnosti:

Nastavení parametrů tryskacího stroje:

- Nastavení směrových desek podle rozměru vstupního materiálu.
- Výměna vpustek v tryskacím stroji podle rozměru vstupního materiálu.

3. Tažný stroj

Činnosti:

Navádění materiálu do průvlastku:

- Zavedení hrotovaného materiálu do průvlastku.
- Odstřížení konce materiálu.
- Protažení materiálu přes tažné vozíky.
- Protažení materiálu přes horizontální a vertikální předrovnačku a seřízení (vertikální a horizontální předrovnačka plní svoji funkci zejména při tažení šestihranných a čtvercových profilů)

Nástroje pro tažení:

- Průvlastek – podle rozměru taženého materiálu.

4. Dvouválcová rovnačka

Činnosti:

Navádění materiálu přes dvouválcovou rovnačku a frézování konců tyčí:

- Rovnání tyčí ve dvouválcové rovnačce.
- Frézování konců tyčí.
- Výstupní zásobník.

5. Fréza

Činnosti:

Nastavení parametrů stroje:

- Výměna břitových destiček.
- Nastavení parametrů frézování.

6. NDT

Činnosti:

Nastavení defektoskopické linky:

- Kontrola a zkoušení.
- Nastavení parametrů nedestruktivního zkoušení.

V tabulce č. 2 je v 21 operacích přehledně popsán celý proces výroby. Jednotlivé operace na sebe navazují a žádná se neopakuje.

Tabulka 2: Procesní analýza linky SCH III (vlastní zpracování)

Číslo činnosti	Činnosti (uzly)	Operace	Transport	Kontrola kvality	Čekání	Skladování	Vzdálenosti (metry)	Časy (minuty)	Počet pracovníků
1	Nasazení svitku na trn	○					1,26	3:42	1
2	Odvinutí začátku svitku	○						4:03	1
3	Nastavení směrových desek tryskacího zařízení	○						3:31	1
4	Výměna vpustek	○						33:32	1
5	Protažení materiálu tryskacím zařízením	○					8,2	3:45	1
6	Hrotování konce svitku	○						4:12	0
7	Zavedení materiálu do průvlaku	○					1,2	3:25	1
8	Odstřížení konce materiálu	○						0:33	1
9	Nastavení rozteče tažných čelistí na daný rozměr	○						4:25	1
10	Protažení materiálu přes tažné vozíky	○					2,5	1:42	1
11	Protažení materiálu přes vertikální a horizontální rovnačky	○					3,2	0:53	1
12	Zavedení materiálu do dvouválcové rovnačky	○					8,2	0:26	1
13	Rovnění materiálu ve dvouválcové rovnačce	○					2,15	0:14	1
14	Čekání				D			4:56	0
15	Hrotování	○					0,80	3:12	1
16	Čekání				D			2:12	0
17	Vyvážení balíku	○						2:25	2
18	Výstupní kontrola			◇			4,23	0:55	1
19	Balení	○						3:18	2
20	Transport do skladu expedice		⇨				8,45	4:25	1
21	Skladování					▽			
CELKEM	Četnost	16	1	1	2	1	40,19	1:22:26	19
	Součet								

V tabulce procesní analýzy (Tab.2) jsou popsány jednotlivé operace, které jsou nezbytné pro chod linky a mají vliv na daný proces. Ve sloupci „Vzdálenosti“ jsou uvedeny jednotlivé

vzdálenosti od jednotlivých uzlů linky. Výsledná hodnota 40,19 m je celková vzdálenost výrobního procesu od vstupního uzlu ke skladu hotových výrobků. Na daný proces se podílí 19 zaměstnanců. Celkový čas 1:22:26 je čas přetypování linky na jiný rozměr a najetí nového kusu výrobku. Důležitým faktorem úspory času jsou právě přestavby, a proto se na ně v metodě SMED zaměříme.

5.1.5 Analýza schopností a dovedností operátorů

Firma se neustále potýká s nedostatkem kvalifikovaných zaměstnanců. Velká fluktuace v oboru a prakticky neexistující kvalitní odborné učiliště technického směru v kraji zapříčiňují nedostatek schopných pracovníků. Bohužel, firma je odkázaná na nabídku zaměstnanců vyučených v různých oborech výroby, nejen strojírenských. Není výjimkou, že ve firmě pracují číšníci, kuchaři nebo cukráři. Firma je nucena tyto zaměstnance zaučit sama v součinnosti s mistry výroby. Ti nesou hlavní břímě zodpovědnosti za zaškolení a zaučení na pracovní pozice. Tento proces je drahý a mimořádně náročný na čas. Náročnost výroby na kvalitu a kvantitu je enormní, proto se na nejvýkonnější linky zařazují nejperspektivnější a nejzkušenější zaměstnanci.

Hlavní ukazatele schopností a dovedností operátorů:

- Znalost ovládání chodu výrobní linky.
- Znalost výrobní dokumentace výrobku.
- Znalost základního technologického postupu v procesu výroby.
- Realizace výroby dle parametrů výrobní dokumentace.
- Měření výrobních parametrů a samokontrola vyráběného výrobku.
- Znalost údržby výrobní linky.

V návaznosti na aplikaci metody 5S a SMED bude nutné se zaměřit na proškolení operátorů a stávající stav změnit.

5.1.6 Analýza CEZ

Efektivita výrobního zařízení spočívá v porovnání výkonových norem a skutečného vyrobeného množství (tzv. hrubé výroby), obsahujícího také neshodné výrobky, zjištěné kontrolou za daný časový úsek. Vyhodnocení efektivity zařízení je tím skreslené, protože se poměrují nepřesná čísla hrubé výroby s normou a časovým využitím. Výsledky nemůžou být relevantním ukazatelem skutečné efektivity zařízení.

Tabulka 3: Analýza CEZ (interní materiály firmy)

MĚSÍČNÍ TABULKA CEZ						
	Součet směn					
	SCH III			PROVOZ TAŽÍRNÝ		
	Počet	Doba	Podíl	Počet	Doba	Podíl
<i>Možná doba chodu [h:m]</i>		720:00:00	100 %		720:00:00	100 %
<i>Plánované prostoje [h:m]</i>	96	417:24:00	58 %	305	235:05:00	32,60 %
<i>Plánovaný čas výroby [h:m]</i>		302:35:00	100 %		342:26:00	100 %
<i>Prostoje [h:m]</i>	1 707	113:44:00	37,60 %	1 803	287:21:00	71,10 %
<i>Dostupnost [h:m]</i>	1 707	188:51:00	62,40 %	1 803	305:34:00	73,70 %
<i>Vyrobena [Ks]</i>						
<i>Výkonnost</i>			100 %			100 %
CEZ		188:51:00	62,40 %			75,70 %

Možná doba chodu = Celková doba chodu za výběr (den, měsíc, rok)
Plánované prostoje = Prostoje typu 5)Plánované opravy a prostoje a 9)Sváteční volno
Plánovaný čas výroby = Možná doba chodu – Plánované prostoje
Prostoje = Všechny ostatní prostoje: 0), 1), 2), 3), 4), 6), 7), 8), Nedefinované, Nepravidelnost
Dostupnost = Plánovaný čas výroby – Prostoje (Normální využití stroje)
Výkonnost = 100%
*CEZ = Dostupnost * Výkonnost/100*

Podle tabulky 3 se provoz tažírny zaměřuje pouze na časové využití výrobních zařízení a opomíjí kvalitu výroby. Bude tedy nezbytné sledovat klíčové parametry výroby a zavést automatický sběr dat pro výpočtu CEZ.

5.1.7 Analýza chybovosti a časových prodlev

Součástí plánování výroby je přidělování daného vstupního materiálu na určenou zakázku a usměrňovaného navážkou na předem určenou výrobní linku. Navážení vstupního materiálu probíhá na ranní směně pro všechny směny. Během sledovaného období se stalo, že vstupní materiál vykazoval povrchové vady, nebo neobsahoval (uvolnil se během manipulace nebo převážení) původní výrobní štítky s identifikátory ID čísla svitku, jakosti, tavby a rozměru. Osádka musela odstavit výrobní linku a vyměnit svitek za jiný (pokud byl určen na danou zakázku), nebo vyrozumět mistra výroby a navážky aby sjednal nápravu. Stávalo se, že nemohl být použit jiný svitek (ať už z důvodu jiné tavby nebo jakosti, či chybějícího výrobního štítku bez identifikátorů) a operátoři si museli vyhledat ve skladu vstupního materiálu jiný, náhradní materiál. To se stávalo hlavně na odpoledních a nočních směnách, kdy nebyla přítomna navážka. Prodlevy ve výrobě už nešly nahradit.

V tabulce 4 je uveden příklad časové ztráty odstávky výroby:

Tabulka 4: Přehled navážky a výroby (vlastní zpracování)

Směna	Plán/t	Navezeno/t	Vyrobeno/t	Odstaveno/t
A – ranní	125	130	56,043	0
B – odpolední	0	0	35,283	8
C – noční	0	0	28,012	12
A – ranní	45	2	-	-

Při výrobě na odpolední a noční směně došlo k odstavení materiálu z důvodu povrchových vad, a zastavení výroby v objemu 20 t. Z tabulky vyplývá nedostatečné pokrytí následující ranní směny vstupním materiálem pouze v objemu 2 t. Chybělo tedy 10 t a muselo se čekat cca 20 minut na navezení dalšího materiálu. Při výrobě materiálu průměru 16 mm, a normohodině 1 t/ 12 min. se ztráta pohybovala cca 2 t, což znamená při ceně tažené oceli 21 090 za tunu cca 40 000 Kč.

Vzhledem k tomu, že to bylo na konec noční a začátku ranní směny, kde je přítomna i navážka, ztráta nebyla tak velká. Na noční směně by byla ztráta mnohem citelnější.

5.2 Shrnutí analýzy současného stavu

Analýzou současného stavu bylo zjištěno, že procesy, které vstupují a výrazně ovlivňují celkový chod linky SCHA III se podílejí na celkové efektivitě a využitelnosti výrobní kapacity. Byly zjištěny nedostatky jak v procesu vstupů, tak v procesu výroby a obsluhy zařízení, které výrazně ovlivňují jak výrobu samotnou, tak její obsluhu a údržbu. Všechny tyto aspekty mají vliv jak na kvalitu výrobků, tak na celkovou efektivnost výroby.

Pro zlepšení současného stavu byly vybrány následující úkoly:

- Reorganizovat pracoviště linky s důrazem na pořádek a systematičnost dle metodiky 5S, vytvořit nové standardy pracoviště, audit celého pracoviště.
- V součinnosti se strojní údržbou vytvořit mazací plány dle metodiky TPM – krok 3.
- Aplikovat metodu SMED na výrobní proces, výsledky aplikovat na proces přestaveb a seřizování.
- Proškolit operátory s dopadem na změny vyplývající s výsledků aplikací metod SMED, 5S a TPM.

- Optimalizovat plánování výroby v součinnosti s pohyby vstupů do výroby.
- Sběr dat IS VIS za účelem zavedení relevantních výpočtů CEZ pro výrobní linku.
- Využít veškeré poznatky získané z projektu zefektivnění výrobní linky za účelem trvalé udržitelnosti a zlepšování aplikovaných změn.

6 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ SCH III

Výběr výrobní linky Schumag III byl proveden na základě zvýšené produkce pro automobilový průmysl a implementace nové defektoskopické linky NDT 3 do výrobního procesu. Neméně důležitým faktorem je enormní nárůst objemu výroby na této lince nejen pro automobilový průmysl, ale především pro různé subdodavatele a zákazníky celého segmentu automotive. S tím samozřejmě souvisí i požadavky na zvýšení jakosti a celkové efektivnosti výroby.

6.1 Výrobní a finanční ukazatele výrobní linky

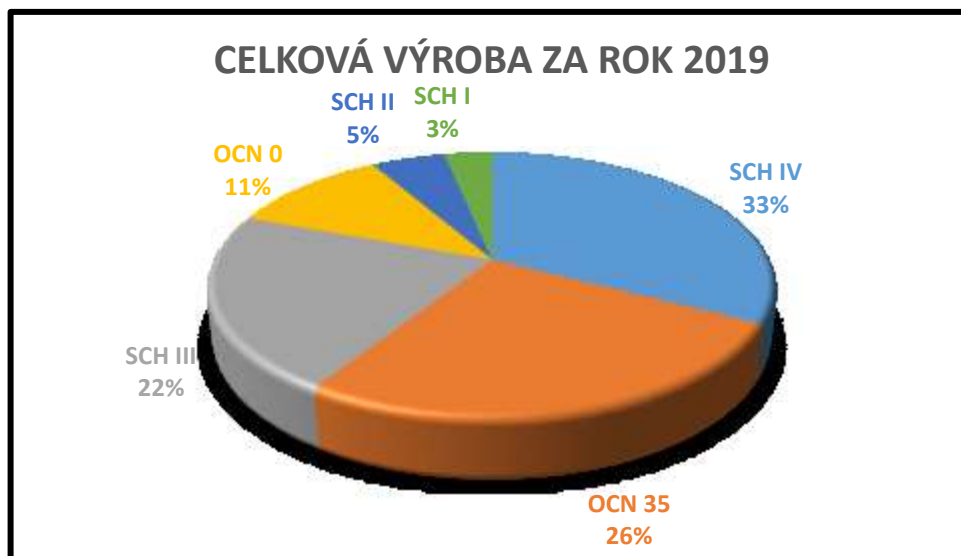
Objem výroby linky se pohybuje cca 25 kt za rok. S toho je pro automobilový průmysl cca 83% objemu výroby. Dalším důvodem pro výběr linky byl její finanční ukazatel pro rok 2019, kdy se výrazným způsobem podílel na celkovém hospodářském výsledku celé společnosti.

V tabulce 5 je uveden vývoj finančních ukazatelů celého výrobního portfolia společnosti ve zkrácené verzi za rok 2019:

Tabulka 5: Přehled finančních ukazatelů firmy za rok 2019 (vlastní zpracování)

P. Č.	Výrobní zařízení	Leden	Únor	Listopad	Prosinec	Celkem leden-prosinec 2019 v tunách	Finanční plán 2019 v tunách
1.	OCN-35	2 411	2 304	2 308	2 387	24 962	21 945
2.	SCH I	298	274	322	297	3 120	3 035
3.	SCH II	609	536	694	509	4 764	4 885
4.	SCH III	2 014	1 756	2 309	1 690	20 432	21 357
5.	SCH IV	3 023	2 867	3 190	2 308	30 827	29 248
6.	OCN-0	1 350	1 008	1 344	1 090	10 420	9 942
	Celkem	9 705	8 745	10 167	8 281	94 525	90 412

Z tabulky 5 vyplývá, že většina sledovaných ukazatelů linek překročila svou výrobou stanovený finanční plán. Pouze linka SCH I a SCH III nesplnily stanovený plán, přesto se celkový finanční plán podařilo překročit, a to v míře cca 4 kt. Z analýzy jednoznačně vyplývá potřeba zvýšit výrobní kapacitu linky SCH III z důvodu zvýšení množství zakázek.



Obrázek 26: Graf celkové výroby v procentech za rok 2019 (vlastní zpracování)

Pomocí analýzy ABC zjistíme procentuální zastoupení a vytiženost linek na celkové výrobě:

Tabulka 6: Zastoupení jednotlivých linek na hospodářském výsledku (vlastní zpracování)

Výrobní zařízení	Výroba v tunách	Kumulace v tunách	%	Pořadí participace na hospodářském výsledku
SCH IV	30 827	30 827	32,612536	A
OCN 35	24 962	55 789	59,020364	A
SCH III	20 432	76 221	80,635810	B
OCN 0	10 420	86 641	91,659349	C
SCH II	4 764	91 405	96,699285	C
SCH I	3 120	94 525	100	C
Celkem	94 525	94 525	100	

Z tabulky 6 vyplývá, že největší vliv na hospodářský výsledek mají klíčové linky v kategorii A a B. Dále je patrná nutnost posílení kapacity linky SCH III, tak aby se přiblížila kategorii A.

Dalším faktorem pro projekt zefektivnění linky SCH III je i fakt, že některé rozměry tyčí, vyráběné na lince SCH IV jsou vyrobitelné i na lince SCH III. Tím by se uvolnila přetížená kapacita výroby některých rozměrů na lince SCH IV.

Nerovnoměrnost vytíženosti jednotlivých linek je uvedeno v tabulce 7:

Tabulka 7: Přehled vytíženosti jednotlivých výrobních linek (vlastní zpracování)

Výrobní zařízení	Střední rozměr tyčí v mm	Směnnost za měsíc	Plánované časové využití kapacity	Skutečné využití kapacity za rok 2019	Potenciální využití kapacity linky podle objemu výroby	Skutečné pokrytí potřeb zákazníků
OCN 35	45	3	75 %	81 %	99,50 %	100 %
SCH I	8	2,5	69,70 %	72 %	99 %	100 %
SCH II	10	2,5	69,70 %	60 %	93 %	100 %
SCH III	22	3	100 %	99 %	104 %	92 %
SCH IV	34	3	100 %	98 %	101 %	100 %
OCN 0	12	3	100 %	103 %	102 %	100 %

Z uvedených hodnot vyplývá, že většina linek v souvislosti s pokrytím směnnosti využívá svoji kapacitu v plné míře. Linky SCH IV a OCN 0 jsou kapacitně přetížené. Důvodem je skladba zakázkové náplně a tlak na množství výrobků. Linka OCN 0 je primárně určena pro potřeby zákazníků automobilového průmyslu, protože disponuje sofistikovanými zařízeními pro přísnou kontrolu výrobků, a zákazníci si přednostně přejí své výrobky vyrábět právě na ní. Tyhle okolnosti vedly k zavedení podobných technologií také na linku SCH III, aby uvolnila kapacity z linky SCH IV a částečně i z linky OCN 0. Z tabulky je také zřejmé nedostatečné pokrytí potřeb zákazníků výrobky z linky SCH III, a také přetíženost linek SCH IV a OCN 0 z důvodu nahrazování výrobní kapacity SCH III.

Jednoduchou bodovací metodou převedeme analýzu výkonosti jednotlivých linek do tabulky 8, a určíme pořadí podle přetíženosti:

Tabulka 8: Určení pořadí linek podle analýzy výkonosti (vlastní zpracování)

Výrobní zařízení	Objem výroby	Kapacitní využití stroje	Podle potenciálního objemu výroby	Nutnost zvýšení kapacity stroje	Průměr	Pořadí linek pro zvyšování kapacity
OCN 35	2	4	4	4	3,5	4
SCH I	6	5	5	6	5,5	5
SCH II	5	6	6	5	5,5	5
SCH III	3	2	1	1	1,75	1
SCH IV	1	3	3	2	2,25	2
OCN 0	4	1	2	3	2,5	3

Na základě analýzy výkonnosti z tabulky 6. vyplývá, že sledovaná linka dosáhla nejmenšího průměru 1,75 a přiřazením č. 1 potvrdila nutnost plánovaných opatření.

6.2 Projekt zefektivnění výrobní linky

Před samotnou realizací bylo nezbytné získat podporu vedení společnosti pro záměry a cíle projektu. Důležitým faktorem byla celková připravenost celého systému opatření, které jsou nezbytné pro úspěšnou realizaci, a v neposlední řadě také i očekávaná přidaná hodnota z úspěšné realizace změn.

6.2.1 Název projektu

Zefektivnění výrobní linky Schumag III.

6.2.2 Cíl projektu

Pomocí aplikace metod 5S, TPM a SMED vytvořit podmínky pro zefektivnění výrobního zařízení a zvýšení kapacity linky. V rámci metody SMED zkrátit čas přetypování a vytvořit jízdní řád pro úpravu docílených časových úspor. V rámci metody 5S vytvořit nový layout pracoviště a přeorganizovat stávající uspořádání tak, aby operátoři byly schopni efektivněji manipulovat pracovními pomůckami. V součinnosti s pracovníky údržby zavést autonomní údržbu na celém výrobním zařízení a vytvořit standardy pro údržbu linky. V případě úspěšného ukončení projektu ve spolupráci s vedením provozu, implementovat poznatky do praxe na dalších výrobních zařízeních.

6.2.3 Projektový tým

Celý projekt v takovém rozsahu by nebyl řešitelný, pokud by nebyli jmenováni členové řešitelského týmu tak, aby byl zastoupen každý úsek, jehož se projekt týká.

Zainteresovaní zástupci týmu jsou:

- Vedoucí týmu:
 - řešitel projektu
- Vedení podniku:
 - vedoucí provozu
 - vedoucí výrobního úseku
 - vedoucí technického úseku

- hlavní technolog
- IT správce sítě
- koordinátor zavádění 5S, TPM
- Mistr výrobní dílny
- Mistr strojní údržby
- Auditor zavádění metod 5S, TPM

6.2.4 Logický rámec projektu

Důležitou součástí projektu je vytvoření logického rámce, kde v přehledné tabulce uvádím cíle projektu, jednotlivé měřitelné ukazatele, zdroje dat a jednotlivá rizika.

Tabulka 9: Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

Zefektivnění výrobní linky SCH II Nadřazený projekt: Zvýšení podílu na trhu s ocelovými výrobky Celkové odhadované náklady: 1,206 mil. Kč Ukončení projektu: 12/2020			
Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací	Předpoklady/Rizika
Zvýšení obrátu podniku	Účetní uzávěrka za rok. 2021	Finanční ukazatele	
Zvýšení využitelnosti stávajícího výrobního zařízení	Analýza CEZ-denní, měsíční, roční Sběr dat z VIS-denní, měsíční, roční	Vnitropodnikový informační výrobní systém – VIS	Loajalita zákazníků a stabilita trhu
1. Změna využívání stávajícího výrobního zařízení 2. Změna přestaveb a seřizování 3. Změna uspořádání pracoviště 4. Proškolení stávajících zaměstnanců	Po aplikaci metody SMED – analýza naměřených hodnot Po zavedení metody 5S/TPM – vypracovaný audit pracoviště	Měřič času Videokamera Fotopřístroj Kalkulačka Audit Výrobní Informační systém	Odborná způsobilost zaměstnanců Zastupitelnost zaměstnanců Nedostatek informací Nezájem ze strany provozu Neochota pracovníků Neochota spolupráce napříč úseky Špatné postupy při zavádění metod 5S,TPM a SMED Nedostatek času Nesprávné vyhodnocení dat Nedostatečná standardizace Zajištění finančních zdrojů Aktivní zapojení vlastních zaměstnanců Výběr kvalitních dodavatelů materiálu Výběr schopných nových zaměstnanců

Úkol	Prostředky/zdroje/vstupy	Harmonogram	Odpovědnost
1. Ustanovení týmu 2. Analýza současného stavu 3. Zahájení 5S, školení, audit, 1. krok 4. SMED-zahájení, videozáznam 5. SMED-analýzy, nápravná opatření 6. Dokončení 5S 7. Zahájení TPM, abnormality, autonomní údržba 8. Zavedení 3. kroku TPM 9. Zahájení sběru dat pro ELVIS 10. Zahájení sledování CEZ 11. Vyhodnocení získaných dat 12. Zhodnocení náběhu opatření z projektu	Technické zdroje Finanční zdroje Surovinové a energetické zdroje Dopravní infrastruktura Podnikové informační a komunikační prostředky Autorizovaná osoba pro zpracování odborných studií a posudků Stávající zaměstnanci podniku Noví zaměstnanci	1. 02–03/2020 2. 03–04/2020 3. 04–04/2020 4. 05–05/2020 5. 06–06/2020 6. 08–09/2020 7. 09–09/2020 8. 10–10/2020 9. 11–12/2020 10. 01–02/2021 12. 03–03/2021	1. Vedoucí provozu, řešitel projektu 2. Řešitel projektu, technolog 3. Auditor, řešitel projektu, koordinátor 5S/TPM 4. Řešitel projektu 5. Řešitel projektu, technolog 6. Auditor 7. Auditor, řešitel projektu, mistr údržby 8. Koordinátor 5S/TPM 9. Správce IT sítě 10. Řešitel projektu, správce IT 11. Řešitel projektu, správce IT, technolog, vedoucí výrobního úseku, vedoucí úseku plánování 12. Vedoucí provozu, vedoucí výrobního úseku, technolog, řešitel projektu

6.2.5 Zabezpečení projektu

Pro úspěšnou realizaci projektu je klíčové dosažení stanovených výstupů pomocí finančních zdrojů.

Projekt byl vedoucím provozu podpořen rozpočtem:

- Nákup materiálu a pomůcek pro 5S, SMED, TPM 80 000 Kč
(Nákup videokamery, materiál pro zhotovení regálů, výrobní pomůcky atd.)
- Motivace a odměny pro členy týmů 5S, SMED, TPM 120 000 Kč

Klíčové stanovení dílčích výstupů:

- a) Realizace analýz SMED
- b) Zavedení metod 5S, TPM
- c) Analýza CEZ
- d) Ověřitelná data
- e) Dosažení zlepšení procesů

Zdroje byly definovány pro následující oblasti:

- a) Lidé
- b) Informace
- c) Finance
- d) Vybavení
- e) Prostředí

6.2.6 Administrace projektu

Základním cílem administrace projektu je zajistit čerpání poskytnutých finančních zdrojů firmy, hladký průběh jednotlivých aktivit v souladu se stanoveným harmonogramem.

Projektový tým poskytne následující služby:

- Poradenství a konzultace.
- Sběr dat a jejich zpracování pro realizaci projektu.
- Zpracování informací o probíhající realizaci projektu.
- Řešení neočekávaných situací v průběhu realizace projektu.

6.2.7 Analýza rizik projektu

V počáteční fázi projektu se musí definovat rizika, které mohou mít vliv na úspěšné dokončení projektové práce. Jsou to rizika, které mohou výrazně pozměnit projektovou činnost nebo zastavit celý projekt v jakékoli fázi. Tato rizika byla pojmenována a byla jim přiřazena charakteristika, pravděpodobnost výskytu a dopadu a důsledek na projekt.

Hodnoty v tabulce 10 byly vyjádřeny pomocí vztahu:

Výsledná pravděpodobnost = pravděpodobnost rizika x pravděpodobnost dopadu

Tabulka 10: Analýza rizik projektu (vlastní zpracování)

P. Č.	Riziko	Pravděpodobnost rizika	Dopady rizika	Pravděpodobnost dopadu	Výsledná pravděpodobnost
1.	Chybné postupy při zavádění metod	25 %	Nefunkčnost zavedených metod	80 %	20 %
2.	Nedostatek informací	35 %	Nesprávně zavedené metody	100 %	35 %
3	Nedostatečný zájem ze strany provozu	15 %	Nedostatek financí – ukončení projektu	50 %	7,50 %
4	Neochota pracovníků	75 %	Nedodržování standardů.	90 %	67,5 %
5	Neochota spolupráce napříč úseky výroby a údržby	50 %	Malá spolupráce ze strany údržby a obsluhy linky	70 %	35 %
6	Nedostatek času	40 %	Nedodržení termínu	50 %	20 %
7	Nesprávné vyhodnocování dat	25 %	Chybná interpretace výsledků	70 %	17,5 %
8	Nedostatečná standardizace	20 %	Špatné postupy	70 %	14 %
Legenda:		Navrhovaná opatření			
Nízké riziko	1, 3, 6, 7, 8	Rizika jsou přijata v dané míře			
Zvýšené riziko	2, 5,	Důsledný sběr dat, motivace pracovníků, školení, workshop, dohled auditora			
Vysoké riziko	4	Motivace pracovníků, školení, důsledný dohled nad přijatými opatřeními, samoauditování ze strany vedení, audity pracoviště 2× ročně, workshop			

Nejvyšší výsledná pravděpodobnost a vliv na projekt byla vyhodnocena jako rizika spojená s neochotou operátorů spolupracovat s řešitelem projektu. Tato neochota může pramenit z nedůvěry v projekt samotný nebo jejího řešitele a také nedůvěra ve změny, který si projekt vytýčil. Bez ochotných a motivovaných operátorů, kteří jsou klíčovým partnerem projektu je úspěšná implementace změn ohrožena.

Naopak, nejnižší pravděpodobnost byla přiřazena nezájmu vedení provozu, protože podpora projektu byla od počátku výrazná a vedení samo vyvolalo potřebu tento projekt dokončit

6.3 Realizace projektu zefektivnění výrobní linky

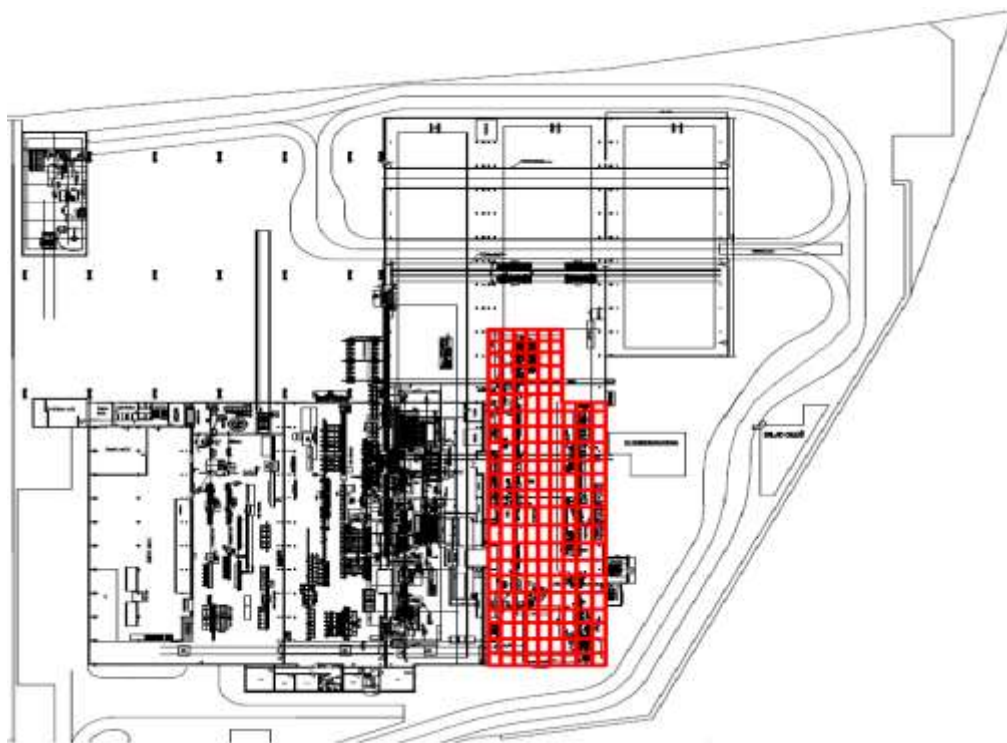
Realizace projektu na lince SCH III započala zavedením metody 5S jako prvního kroku k metodě TPM. Základní parametry pro realizace metody byly určeny pomocí školení metodikem 5S/TPM. Z diskuze vyplynula potřeba realizovat 5S i pro jiné linky na provozu.

6.3.1 Zavedení 5S

Prvním z úkolů realizace 5S je vytvoření Lay-outu pracoviště a sestavením týmu, který bude zajišťovat součinnost zavádění a následnou realizaci všech kroků.

Složení týmu 5S:

- vedoucí týmu – mistr výroby,
- operátoři linky,
- pracovníci údržby – elektro údržba a strojní údržba



Obrázek 27: Lay-out výrobní haly SCH III pro zavedení 5S (Interní materiály firmy)

Před samotným zavedením 5S byl koordinátorem proškolen celý tým. Byla vytvořena fotodokumentace celého pracoviště a tým byl pověřen úklidem celé linky a jejího okolí. Poté koordinátor 5S/TPM provedl vstupní audit 5S který je přiložen jako příloha P1. Výsledkem je podle očekávání nevyhovující pracoviště a tím i nutnost změn v uspořádání a uložení.



Obrázek 28: Před a po realizaci 5S (vlastní zpracování)

Dalším z úkolů pro realizaci 5S byl návrh na vytvoření informační tabule, kde budou umístěny veškeré informace o týmu 5S a realizovaných auditech pracoviště a výrobní linky.



Obrázek 29: Návrh informační tabule (vlastní zpracování)

Dále na informační tabuli budou umístěna vizualizace a fotodokumentace kroků zavedení 5S, lay-out pracoviště a protokoly s výsledky auditů. Důležitým prvkem udržitelnosti metody 5S je komunikace mezi členy týmu. K tomu slouží i prostředky, jako schránka na náměty k projednání a návrhy na zlepšení. Z této komunikace se vytvoří zápis z jednání týmu. Zápis je uveden jako příloha P2.

Dalším krokem zavádění metody 5S je uspořádání a vytvoření standardů pracoviště. Po diskusi v týmu bylo rozhodnuto o umístění jednotlivých nářadí a přípravků tak, aby vyhovovali smyslu 5S a umožňovali co nejkratší cestu od linky ke skříňkám s nářadím.



Obrázek 30: Ukázka uspořádání nářadí (vlastní zpracování)

Realizace standardů 5S byla nejnáročnější z fází zavádění metody, protože vyžadovala velkou představivost a smysl pro pořádek. Ukázku standardizace přikládám jako přílohu P3.

Přes všechny komplikace a problémy, jak se samotnou realizací, tak s operátory linky, kteří si ještě neuvědomili nutnost změny přístupu a myšlení, přistoupilo vedení výrobní dílny ke kontrolnímu auditu 5S na pracovišti výrobní linky SCH III. Realizaci provedl externí auditor společnosti s výsledkem „VELMI DOBRÝ“ a je přiložen jako příloha P4.

6.3.2 TPM

V návaznosti na již zavedenou metodu 5S bylo přistoupeno k realizaci další z metod štíhlé výroby, a to metody TPM. Údržba na lince byla doposud prováděna prostřednictvím operátorů linky podle předem vyhotovených plánů mazán. Tyto plány byly umístěny u linky spolu s technologickými předpisy. Četnost oprav a údržby byla stanovena na 1× týdně vždy v pátek při týdenním úklidu v délce dvou hodin. Velké opravy byly plánovány 1× ročně vždy o celozávodní dovolené tak, aby nenarušily výrobu. Abnormality, pravidelné čištění stroje a celková prevence poruch nebyla zavedena. Veškerá údržba a starost o bezporuchový chod linky byla svěřena hutní údržbě.

Z výše uvedených důvodů vedení společnosti přistoupilo k analýze a vyhodnocení nejčastějších poruch a zbytečných odstávek linky. Na základě skutečností byl svolán řešitelský tým metodikem TPM a rozhodnuto o postupném zavedení TPM na lince.

Provoz:	Tažárna oceli	Evid. č.:
Středisko:	44	
Stroj, zařízení:	SCH III	
Datum:	29. 6. 2020	
Kontrolní list pro analýzu stroje nebo zařízení do TPM		
Hledisko posouzení	Hodnocení	Známka
Může porucha ohrozit zdraví nebo životní prostředí?	1 – bez vlivu, 2 – nepatrný, 3 – střední, 4 – velký, 5 – ohrožení	3
Jaká je potřeba využití kapacity stroje za směnu?	1 – do 50 %, 2 – 51 až 65 %, 3 – 66 až 75 %, 4 – 76 až 85%, 5 – více než 86 %	3
Jaká je možnost převést výrobu na jiný stroj?	1 – duplicitní stroj i technologie, 2 – duplicitní stroj, 3 – částečná duplicita, 4 – mnoho úsilí, 5 – ne	3
Ovlivní prostoj výkon následujících procesů?	1 – bez vlivu, 2 – nepatrně, 3 – středně, 4 – velmi jiné proces, 5 – celý podnik	2
V jakém režimu logistiky stroj pracuje?	1 – 3 dny zásob, 2 – 2dny zásob, 3 – 1 den zásob, 4 – 1 směna zásob, 5 – JIT	3
Ovlivňuje stroj kvalitu výroby?	1 – bez vlivu, 2 – mírně, 3 – středně, 4 – zásadně, 5 – kriticky	5
Jak dostupné jsou zdroje pro uvedení stroje zpět do provozuschopného stavu?	1 – operátor, 2 – poruchovka, 3 – provozní údržba, 4 – centrální údržba, 5 – servis externě	3
Počítá se se strojem pro další projekty a výrobu?	1 – stroj určen k vyřazení, 2 – dožívající stroj, 3 – stroj před GO, 4 – není rozhodnuto o dalším vývoji, 5 – nový stroj	4
Jaký je průměrný čas na opravu a uvedení do provozu?	1 – do 0,5 h, 2 – do 1 h, 3 – do 1,5 h, 4 – do 2,5 h, 5 – nad 2,5h	3
Celkem	9 – 22 není důležitý, 23 – 32 zvážit zavedení TPM, 33 – 45 – zavést TPM	29
Výsledek	zvážit zavedení TPM	
Stanovisko řídicího týmu provozu: ANO		
Metodik TPM :	Vedoucí provozu:	

Obrázek 31: Protokol interního auditu TPM – SCH III (interní materiály firmy)

Na základě výsledků auditu na lince SCHA III bylo přistoupeno k realizaci TPM a zahájeny práce na standardizaci čištění a přípravu k revizi mazacích plánů.

Základním prvkem metody TPM je autonomní údržba linky. V rámci této metody se operátoři podílejí na aktivním vyhledávání abnormalit a nedostatků odhalených při čištění nebo úklidu linky anebo již při samotném provozu linky. Tím výrazně snižují poruchovost zařízení a zvyšují výkonost a provozuschopnost celé linky.

Jak už bylo zmíněno, operátoři po objevení abnormality uvědomí pracovníka údržby a informují ho o nalezení problému. Pokud pracovník nebude schopen svými silami problém odstranit, obsluha umístí štítek na místo výskytu, zaevidují číslo a popíšíou problém do evidence technického stavu zařízení, tzv. ETSZ. Na obrázku 32 je takový štítek s číslem abnormality.

Postup samotného vyhledávání a evidence abnormalit do systému ETSZ je definován ve standardu vyhledávání, evidence a odstraňování abnormalit a uveden jako příloha P5.



Obrázek 32: Zavěšený štítek abnormality (vlastní zpracování)

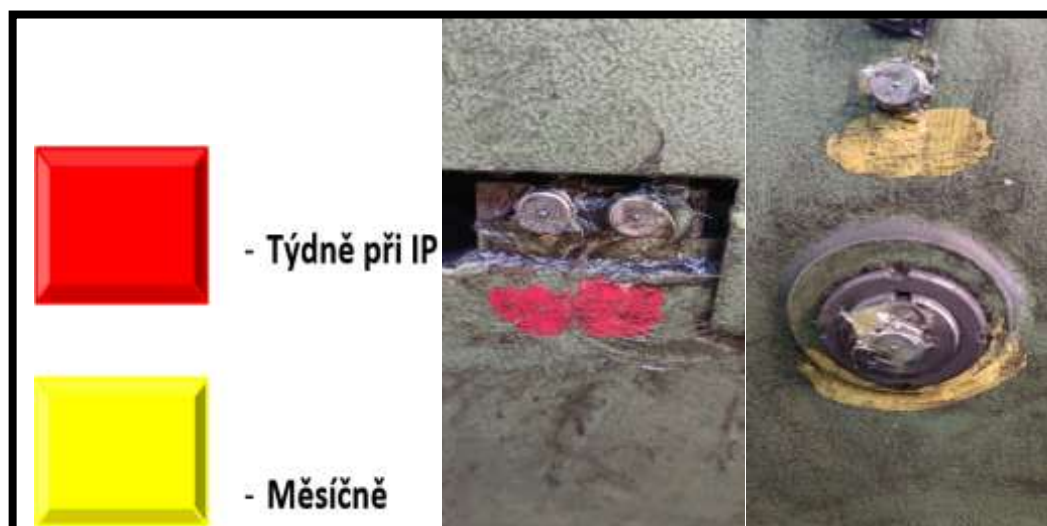
V systému ETSZ se evidují veškeré abnormality zadané do systému kdekoli na provozu a umožňuje tak okamžitou odezvu na výskyt problému. Ukázka aplikace ETSZ je přiložena jako příloha P6.

Dalším smyslem TPM je důraz na mazání a údržbu celé linky. Pro potřeby množství a intervalů mazání byly sestaveny tzv. mazací plány. Ty představují četnost, druh a množství mazacích tuků dopravovaných do mazacích míst na lince.

Tabulka 11: Ukázka mazacích plánů výrobní linky (vlastní zpracování)

SCH III – TPM – Mazací plány							
01. Odvíjení svitků (2 trnové odvíjedlo s odvíjecím stojanem)							
Poř. číslo	Co: (část zařízení)	čím: (mazadlo)			interval	kdo:	počet mazacích míst
		tuk	olej				
			druh	množství			
1.	Ložisko otáčení trnu	plast. mazivo			1× týdně při PP	obsluha	1+1
2.	Čepy sklápění trnu	plast. mazivo			1× týdně při PP	obsluha	2+2
3.	2× převodovka s motorem pohonu otáčení svitků		Mobil Glygoyle 30	cca 1 l		obsluha + údržba	
4.	Spojka mezi motorem a převodovkou pohonu otáčení	plast. mazivo			1× měsíčně při PP	obsluha	
5.	Vidlice uchycení pístní tyče hydraulického sklápění trnů	plast. mazivo			kontrola 1× měsíčně při PP	obsluha	1+1 při odklopeném trnu

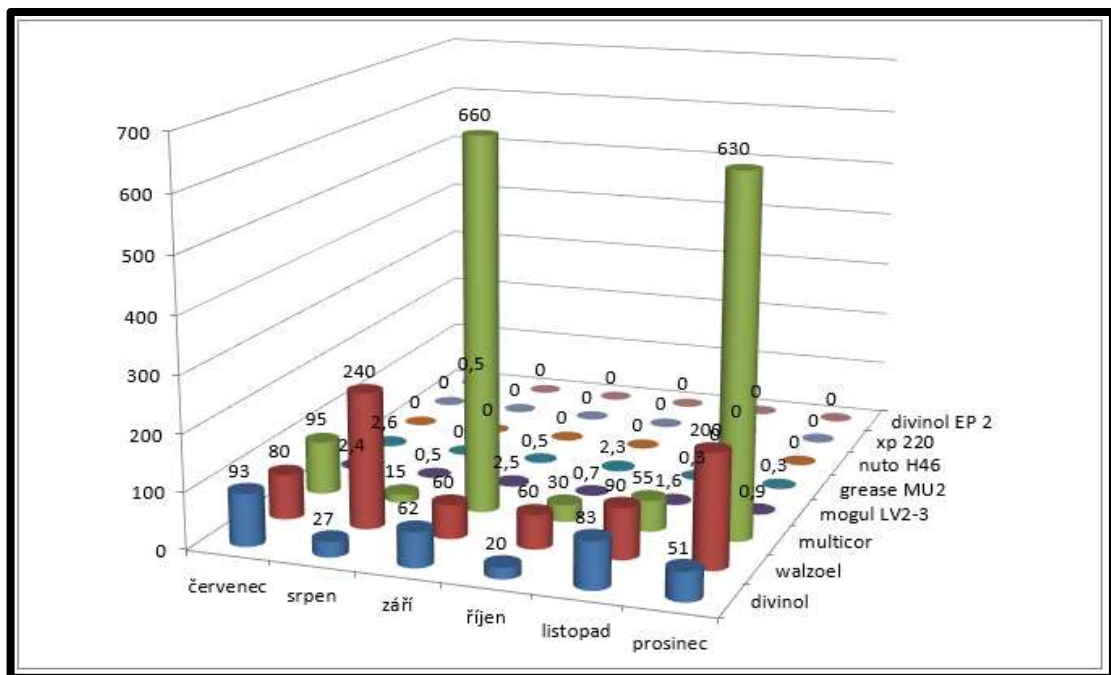
Důležitou součástí TPM je vizualizace mazacích míst, tak aby operátoři vždy věděli co, čím a jak mazat. S tím souvisí i barevné označení jednotlivých mazacích míst, které označuje jednotlivé intervaly mazání. Standard mazání je přiložen jako příloha P7.



Obrázek 33: Barevné značení mazacích míst (vlastní zpracování)

Ukázalo se, že vhodně umístěná standardizace v místě mazacího místa velmi usnadňuje údržbu stroje. Operátoři už nemusejí vyhledávat informace v seznamech mazacích míst a mazacích tuků, vše mají názorně umístěné přímo na lince.

V průběhu standardizace mazacích míst se přistoupilo také k evidenci spotřeby olejů a maziv, která se dosud evidovala jako celková nákladová položka, a neseparovala se na konkrétní spotřebu jednotlivých druhů tuků a provozních kapalin. Pomocí elektronické evidence má mistr výroby přehled o celkové spotřebě a může tyto informace využívat k analýzám použitého maziva s důrazem na jeho hospodárné využívání.



Obrázek 34: Ukázka evidence olejů a maziv za 2. pololetí 2020 (vlastní zpracování)

Metody 5S a TPM prokazatelně napomáhají k zefektivnění výrobního zařízení. Tyto metody jsou však zaměstnanci přijímány s nedůvěrou a odmítáním, protože jsou na ně kladeny povinnosti, které nemuseli doposud vykonávat. Pomocí školením je třeba zaměstnance motivovat o nezbytnosti prováděných změn a kontrolovat dodržování zavedených principů. Po zavedení metody je nezbytné vykonat audit pracoviště a zjistit úroveň zavedených změn. Výsledek auditu je přiložen jako příloha P8.

6.3.3 SMED

Dlouhodobým problémem výrobní linky jsou neefektivní přestavby a přetypování výroby. Po realizaci metody 5S v polovině roku 2020 se tedy rozhodlo k uplatnění metody SMED na některou z přestaveb linky. Důraz se kladl převážně na některou z 60 minutových přestaveb, které jsou vykonávány nejčastěji, a při nichž se přetypovává celá linka.

Při přestavbě se vykonávají tyto činnosti:

- Přestavba zavádění – výměna rovinacích kladek, nastavení tryskacího zařízení.
- Přestavba tažné stolice – výměna průvlaku, výměna tažných čelistí, nastavení horizontální a vertikální rovnačky, výměna střížných nožů, přestavení trubkovnice.
- Přestavba rovnačky – výměna vpustek a vodících lišt, nastavení úhlů válců, nastavení průměru rovnání, nastavení vodiček, výměna a seřízení výběhových kladek.
- Přestavba fréz – výměna frézovacích hlav, výměna a nastavení frézovacích nožů, nastavení frézovacích parametrů.

Přestavba zavádění nebývá časově náročná jako přestavba tažné stolice nebo rovnačky s frézami, proto operátoři zavádění po ukončení své části přestavby vypomáhají tažci. Přestavba rovnačky a fréz bývá časově nejnáročnější. Obsahuje velké množství činností s důrazem na odbornost a přesnost.

Postup činností při analýze SMED:

- pořízení videozáznamu celé přestavby,
- sestavení videosekvencí do logické posloupnosti průběhu přestavby,
- analyzování všech neproduktivních činností a zbytečných pohybů,
- vypracování tzv. jízdního řádu (nové činnosti nahrazující ty eliminované, neproduktivní),
- seznámení obsluhy linky s jízdním řádem (diskuse a školení)

Pro analýzu SMED byl sestaven řešitelský tým, který se skládal z hlavního technologa, mistra výroby a seřizovače. Analýzou byly rozčleněny jednotlivé činnosti do kategorií na interní, externí možná externí a možná eliminace.

V následující tabulce níže jsou výsledné časy jednotlivých činností při přestavbě rovnačky a fréz.

Tabulka 12: Výsledky časového snímku přestavby – rovnač, frézař (vlastní zpracování)

OD	DO	DOBA TRVÁNÍ	POPIS ČINNOSTÍ	KATEGORIE	INTERNÍ	EXTERNÍ	MOŽNÁ EXTERNÍ	MOŽNÁ ELIMINACE
0:00:00	0:00:55	0:00:55	nastavení parametrů rovnačky	Interní	0:00:55			
0:00:55	0:03:59	0:03:04	otevření rovnacích válců	Interní	0:03:04			
0:03:59	0:04:16	0:00:17	přemístění k ovládacímu pultu a otevření dvířek rovnačky	Externí		0:00:17		
0:04:16	0:04:28	0:00:12	otevření rovnačky a vysunutí držáku pravítek	Interní	0:00:12			
0:04:28	0:04:43	0:00:15	chůze	Interní	0:00:15			
0:04:43	0:04:55	0:00:12	otevření dvířek rovnačky a vysunutí držáku pravítek	Interní	0:00:12			
0:04:55	0:04:59	0:00:04	vyjmutí pravítka z držáku	Interní	0:00:04			
0:04:59	0:05:12	0:00:13	chůze	Interní	0:00:13			
0:05:12	0:05:20	0:00:08	uvolnění hydraulického držáku pravítek	Interní	0:00:08			
0:05:20	0:05:26	0:00:06	vyjmutí pravítka z držáku	Interní	0:00:06			
0:05:26	0:05:31	0:00:07	nasazení nového pravítka do držáku	Interní	0:00:07			
0:05:31	0:05:39	0:00:08	chůze	Interní	0:00:08			
0:05:39	0:05:51	0:00:12	chůze s etalonem	Externí		0:00:12		
0:05:51	0:06:22	0:00:31	nasazení etalonu do držáku a nastavení pravítka	Interní	0:00:31			
0:06:22	0:06:54	0:00:32	nastavení pravítka na druhé straně rovnačky	Interní	0:00:32			
0:06:54	0:07:10	0:00:16	zasunutí pravítka do držáku	Interní	0:00:16			
0:07:10	0:07:25	0:00:15	chůze s pravítkem	Interní	0:00:15			
0:07:25	0:07:42	0:00:17	zasunutí pravítka do držáku	Interní	0:00:17			
0:07:42	0:08:28	0:00:46	seřízení pravítka na požadovaný rozměr	Interní	0:00:46			
0:08:28	0:08:36	0:00:08	zavření a zajištění rovnačky	Interní	0:00:08			
0:08:36	0:08:51	0:00:15	chůze	Interní	0:00:15			
0:08:51	0:09:00	0:00:09	vysunutí pravítka z držáku	Interní	0:00:09			
0:09:00	0:09:20	0:00:20	sejmutí etalonu z držáku	Interní	0:00:20			
0:09:20	0:09:31	0:00:11	chůze s etalonem	Externí		0:00:11		
0:09:31	0:09:42	0:00:11	čištění a uložení etalonu	Interní	0:00:11			
0:09:42	0:09:53	0:00:11	chůze	Interní	0:00:11			
0:09:53	0:10:01	0:00:08	zasunutí a zajištění držáku pravítek	Interní	0:00:08			
0:10:01	0:10:12	0:00:11	chůze pro posuvné měřidlo	Možná eliminace				0:00:11
0:10:12	0:10:27	0:00:15	kontrola nastavení pravítek	Interní	0:00:15			
0:10:27	0:10:31	0:00:04	chůze s posuvným měřidlem	Možná eliminace				0:00:04
0:10:31	0:10:44	0:00:13	chůze	Interní	0:00:13			
0:10:44	0:10:24	0:00:09	zavření a čištění krytu rovnačky	Interní	0:00:09			
0:10:24	0:10:31	0:00:07	otevření krytu rovnačky	Možná eliminace				0:00:07
0:10:31	0:10:39	0:00:08	chůze pro posuvné měřidlo	Možná eliminace				0:00:08
0:10:39	0:11:04	0:00:25	výměna vpustky uvnitř rovnačky	Interní	0:00:25			
0:11:04	0:11:10	0:00:06	zavření dvířek rovnačky	Interní	0:00:06			
0:11:10	0:11:15	0:00:05	chůze s posuvným měřidlem	Možná eliminace				0:00:05
0:11:15	0:11:24	0:00:09	chůze k podávacím válečkům	Interní	0:00:09			
0:11:24	0:11:45	0:00:21	nastavení podávacích válečků	Interní	0:00:21			
0:11:45	0:11:55	0:00:10	chůze pro čisticí textil	Možná eliminace				0:00:10
0:11:55	0:12:13	0:00:18	čištění rovnačky od úkapů oleje	Interní	0:00:18			
0:12:13	0:12:20	0:00:07	kontrola nastavení stupnice podávacích válečků	Interní	0:00:07			

0:12:20	0:12:35	0:00:15	kontrola nastavení podávacích válečků	Interní	0:00:15			
0:12:35	0:12:49	0:00:14	chůze pro nářadí	Možná eliminace				0:00:14
0:12:49	0:14:00	0:01:11	nastavení spodního válce podávacích válečků	Interní	0:01:11			
0:14:00	0:14:13	0:00:13	chůze s klíčem	Interní	0:00:13			
0:14:13	0:14:22	0:00:09	chůze k vpustce za rovnačkou	Interní	0:00:09			
0:14:22	0:14:29	0:00:07	odkrytování vpustky za rovnačkou	Interní	0:00:07			
0:14:29	0:14:39	0:00:10	povolení vpustky za rovnačkou	Interní	0:00:10			
0:14:39	0:14:40	0:00:11	vyjmutí vpustky	Interní	0:00:11			
0:14:40	0:14:50	0:00:10	chůze pro posuvné měřidlo	Možná eliminace				0:00:10
0:14:50	0:15:03	0:00:13	kontrola rozměru vpustky	Interní	0:00:13			
0:15:03	0:15:30	0:00:27	nasazení a zajištění vpustky	Interní	0:00:27			
0:15:30	0:15:42	0:00:12	zakrytování vpustky	Interní	0:00:12			
0:15:42	0:15:53	0:00:11	chůze s posuvným měřidlem a klíčem	Možná eliminace				0:00:11
0:15:53	0:16:01	0:00:08	chůze pro náběhovou lištu	Interní	0:00:08			
0:16:01	0:16:14	0:00:15	chůze s náběhovou lištou k rovnačce	Interní	0:00:15			
0:16:14	0:16:30	0:00:16	povolení krytu výběhového koryta	Interní	0:00:16			
0:16:30	0:17:36	0:01:06	povolení náběhové lišty	Možná eliminace				0:01:06
0:17:36	0:17:45	0:00:09	vyjmutí náběhové lišty	Interní	0:00:09			
0:17:45	0:17:59	0:00:14	chůze s náběhovou lištou	Možná externí			0:00:14	
0:17:59	0:18:20	0:00:21	čištění náběhové lišty	Možná externí			0:00:21	
0:18:20	0:18:27	0:00:07	uložení náběhové lišty do regálu	Možná externí			0:00:07	
0:18:27	0:18:33	0:00:06	chůze	Možná externí			0:00:06	
0:18:33	0:18:40	0:00:07	uložení náběhové lišty	Možná eliminace				0:00:07
0:18:40	0:20:12	0:02:12	zajištění náběhové lišty	Možná eliminace				0:02:12
0:20:12	0:20:30	0:00:18	zajištění výběhového koryta	Interní	0:00:18			
0:20:30	0:20:41	0:00:11	chůze k ovládacímu pultu	Interní	0:00:11			
0:20:41	0:24:55	0:04:14	nastavení rovnačky na požadovaný rozměr	Interní	0:04:14			
0:24:55	0:25:18	0:00:23	chůze a kontrola hodnot nastavení v tabulce	Možná eliminace				0:00:23
0:25:18	0:26:31	0:01:13	nastavení frézovacích hlav	Možná eliminace				0:01:13
0:26:31	0:26:50	0:00:19	chůze pro nářadí	Možná eliminace				0:00:19
0:26:50	0:27:05	0:00:15	Komunikace mezi operátory	Možná eliminace				0:00:15
0:27:05	0:27:13	0:00:08	chůze s nářadím	Možná eliminace				0:00:08
0:27:13	0:28:45	0:01:32	nastavení frézovacích hlav	Možná externí			0:01:32	
0:28:45	0:28:55	0:00:10	chůze s nářadím	Možná eliminace				0:00:10
0:28:55	0:38:45	0:09:50	nastavení frézovacích hlav	Možná externí			0:09:50	
0:38:45	0:38:52	0:00:17	chůze s frézovací hlavou	Interní	0:00:17			
0:38:52	0:39:22	0:00:30	uložení frézovací hlavy do upínacího zařízení frézy	Interní	0:00:30			
0:39:22	0:41:41	0:02:19	upínání frézovací hlavy	Interní	0:02:19			
0:41:41	0:41:51	0:00:10	chůze	Interní	0:00:10			
0:41:51	0:42:09	0:00:18	komunikace	Možná eliminace				0:00:18
0:40:09	0:40:50	0:00:41	úklid nářadí	Možná externí			0:00:41	
0:40:50	0:41:02	0:00:12	chůze s nářadím	Interní	0:00:12			
0:41:02	0:41:51	0:00:49	čekání na najetí prvního kusu	Interní	0:00:49			
0:41:51	0:42:10	0:00:19	vyrobení prvního kusu	Interní	0:00:19			
0:42:10	0:42:21	0:00:11	chůze pro mikrometr	Interní	0:00:11			
0:42:21	0:42:33	0:00:12	měření prvního kusu	Interní	0:00:12			

0:42:33	0:42:59	0:00:26	seřízení parametrů rovnačky	Interní	0:00:26			
0:42:59	0:43:05	0:00:06	měření délky prvního kusu	Interní	0:00:06			
0:43:05	0:43:20	0:00:15	chůze a komunikace mezi operátory	Možná eliminace				0:00:15
0:43:20	0:43:45	0:00:25	vyrobení druhého kusu	Interní	0:00:25			
0:43:45	0:44:01	0:00:16	přeměření druhého kusu	Interní	0:00:16			
0:44:01	0:44:11	0:00:10	chůze s mikrometrem	Interní	0:00:10			
0:44:11	0:44:33	0:00:22	odnesení neshodné tyče	Možná externí			0:00:22	
0:44:33	0:44:44	0:00:11	chůze	Interní	0:00:11			
0:44:44	0:47:22	0:02:38	nastavení pohyblivé frézy	Interní	0:02:38			
0:47:22	0:47:31	0:00:09	chůze	Interní	0:00:09			
0:47:31	0:48:42	0:01:11	nastavení pevné frézy	Interní	0:01:11			
CELKEM V MINUTÁCH					0:31:16	0:00:40	0:13:13	0:07:16

Z tabulky 12 vyplývá, že hodnota neproduktivních činností je 7, 16 minut. Většinou se jedná o zbytečné pohyby, jako jsou chůze pro předměty nebo přípravky, které mohou být předem nachystány a být v dosahu stroje, ukládání náradí do regálů ještě před spuštěním stroje, nebo komunikace s kolegy.

V tabulce 13 jsou pro přehled všechny činnosti rozděleny takto:

Tabulka 13: Výsledek činností po analýze SMED (vlastní zpracování)

Kategorie činností	Doba trvání
Interní	0:31:16
Externí	0:00:40
Možná externí	0:13:13
Možná eliminace	0:07:16

V další fázi se vytvoří tzv. jízdní řád, který určí možné úpravy v celém procesu přestavby ale už bez zbytečných činností. Ušetřený čas při přestavbě rovnačky a fréz rovnač může využít k pomoci tažci, protože tažná část linky se může z bezpečnostního důvodu přetypovat, až když je rovnačka hotová a spuštěná.

Tabulka 14: Jízdní řád – rovnač, frézař (vlastní zpracování)

OD	DO	Doba trvání	Popis činnosti	Kategorie
0:00:00	0:00:00	0:00:00	chůze s etalonem	Externí
0:00:00	0:00:00	0:00:00	chůze s etalonem	Externí
0:00:00	0:00:00	0:00:00	čištění a uložení etalonu	Externí
0:00:00	0:00:43	0:00:43	nastavení parametrů výrobní zakázky	Interní
0:00:43	0:02:44	0:02:44	otevření válců rovnačky	Interní
0:02:44	0:03:02	0:00:18	přemístění k ovládacímu pultu a otevření dvířek rovnačky	Interní
0:03:02	0:03:10	0:00:08	odmontování pojistného šroubu a vysunutí držáku pravítek	Interní
0:03:10	0:03:22	0:00:12	chůze	Interní
0:03:22	0:03:35	0:00:13	otevření dvířek rovnačky a vysunutí držáku pravítek	Interní
0:03:35	0:03:40	0:00:05	vyjmutí pravítka z hydraulického držáku-přední	Interní
0:03:40	0:03:56	0:00:16	chůze	Interní

0:03:56	0:04:03	0:00:07	uvolnění hydraulických držáků pravítka-zadní	Interní
0:04:03	0:04:15	0:00:11	vyjmutí pravítka z hydraulického držáku-zadní	Interní
0:04:15	0:04:25	0:00:10	nasazení nového pravítka	Interní
0:04:25	0:04:32	0:00:07	chůze	Interní
0:04:32	0:05:12	0:00:40	nasazení etalonu a nastavení vzdálenosti pravítka od středu	Interní
0:05:12	0:05:50	0:00:38	nastavení pravítka-zadní	Interní
0:05:50	0:05:57	0:00:07	zasunutí pravítka-přední	Interní
0:05:57	0:06:50	0:00:53	chůze s pravítkem	Interní
0:06:50	0:07:03	0:00:13	zasunutí pravítka-zadní	Interní
0:07:03	0:07:55	0:00:52	seřízení pravítka	Interní
0:07:55	0:08:08	0:00:13	zavření a zajištění rovnačky	Interní
0:08:08	0:08:20	0:00:12	chůze	Interní
0:08:20	0:08:32	0:00:12	vysunutí pravítka	Interní
0:08:32	0:08:42	0:00:10	sejmutí etalonu z držáku	Interní
0:08:42	0:08:50	0:00:08	chůze	Interní
0:08:50	0:09:05	0:00:15	zasunutí a zajištění držáku pravítek	Interní
0:09:05	0:09:25	0:00:20	kontrola nastavení pravítek	Interní
0:09:25	0:09:35	0:00:10	chůze	Interní
0:09:35	0:09:50	0:00:15	zavření a očištění krytu rovnačky	Interní
0:09:50	0:10:05	0:00:15	kontrola vpustky	Interní
0:10:05	0:10:10	0:00:05	zavření dvířek rovnačky	Interní
0:10:10	0:10:22	0:00:12	chůze k podávacím válečkům	Interní
0:10:22	0:11:50	0:00:27	nastavení podávacích válečků	Interní
0:11:50	0:12:00	0:00:10	čištění podávacích válečků	Interní
0:12:00	0:12:05	0:00:05	kontrola nastavení stupnice podávacích válečků	Interní
0:12:05	0:12:20	0:00:15	kontrola nastavení podávacích válečků	Interní
0:12:20	0:13:30	0:01:10	nastavení spodního válce podávacích válečků	Interní
0:13:30	0:13:38	0:00:08	chůze s náradím	Interní
0:13:38	0:13:48	0:00:10	chůze k vpustce	Interní
0:13:48	0:13:56	0:00:08	odkrytování držáku vpustky a vyťahovacích válečků	Interní
0:13:56	0:14:06	0:00:10	povolení upínky vpustky	Interní
0:14:06	0:14:11	0:00:05	vyjmutí vpustky	Interní
0:14:11	0:14:16	0:00:05	kontrola rozměru vpustky	Interní
0:14:16	0:14:31	0:00:15	nasazení a zajištění upínky vpustky	Interní
0:14:31	0:14:36	0:00:05	zakrytování vpustky a vyťahovacích válečků	Interní
0:14:36	0:14:51	0:00:15	kontrola vpustek	Interní
0:14:51	0:15:01	0:00:10	chůze pro náběhovou lištu	Interní
0:15:01	0:15:11	0:00:10	chůze s náběhovou lištou k rovnačce	Interní
0:15:11	0:15:26	0:00:15	povolení krytu výběhového koryta	Interní
0:15:26	0:15:36	0:00:10	vyjmutí náběhové lišty	Interní
0:15:36	0:15:45	0:00:09	chůze s náběhovou lištou	Možná externí
0:15:45	0:16:00	0:00:15	čištění náběhové lišty	Možná externí
0:16:00	0:17:30	0:01:30	uložení náběhové lišty do regálu	Možná externí
0:17:30	0:17:40	0:00:10	chůze	Možná externí
0:17:40	0:17:50	0:00:10	zajištění výběhového koryta	Interní
0:17:50	0:18:00	0:00:10	chůze k ovládacímu pultu	Interní
0:18:00	0:21:30	0:03:30	nastavení rovnačky na požadovaný parametr	Interní
0:21:30	0:22:20	0:00:50	čekání na najetí materiálu	Interní
0:22:20	0:22:40	0:00:20	vytažení prvního kusu	Interní
0:22:40	0:22:50	0:00:10	chůze pro mikrometr	Interní
0:22:50	0:23:05	0:00:15	měření prvního kusu	Interní
0:23:05	0:23:35	0:00:30	seřízení parametrů rovnačky	Interní
0:23:35	0:23:45	0:00:10	měření délky prvního kusu	Interní
0:23:45	0:24:20	0:00:35	najetí druhého kusu	Interní
0:24:20	0:24:45	0:00:25	přeměření druhého kusu	Interní
0:24:45	0:24:53	0:00:08	chůze	Interní
0:24:53	0:27:53	0:03:00	nastavení pohyblivé frézy	Interní
0:27:53	0:28:43	0:00:50	chůze	Interní
0:28:43	0:30:33	0:01:50	nastavení pevné frézy	Interní
CELKEM V MINUTÁCH		0:30:14		

Pokud přeneseme výsledky analýzy SMED do časového rozvrhu celé přestavby, můžeme získat teoretickou úsporu času až 20 minut.

Na základě analýzy SMED, a po zpracování jízdního řádu do přestavby se čas přetypování upravil následovně, viz tabulka 15:

Tabulka 15: Zvýšení kapacity linky pomocí metody SMED (vlastní zpracování)

Přestavba v minutách	Zkráceno pomocí SMED	Nová norma v minutách	Průměrný počet přestaveb za měsíc	Zvýšení kapacity linky	Celkové zvýšení kapacity linky při průměrném počtu přestaveb za měsíc	Zvýšení směnového výkonu středního průměru tyče 16 mm
60	50	50	35	o 0,847 t	29,645 t	39,559 t

Hodnoty v tabulce vyplývají ze středního průměru tyče **16 mm** při rychlosti linky **85 m/min**, **11,18 min/t** a směnového výkonu **38 712 t**.

K možné časové úspoře bylo nutné provést několik nezbytných kroků, které přímo souvisí s metodou 5S. Bylo nutné zorganizovat činnosti tak, aby co možná nejvíc úkonů souvisejících se přestavbou byly vykonány a připraveny k použití již před samotným zastavením stroje, protože z bezpečnostního hlediska bohužel nemůže operátor vstupovat do prostoru stroje v době jeho chodu.

Tabulka 16: Hlavní úkoly vyplývající z analýzy SMED (vlastní zpracování)

Bod	Úkol	Termín	Odpovědná osoba
1.	Proškolení pracovníků SCH III s novým jízdním řádem přestavby	14. 7. 2020	Mistři výroby
2	Trénink dle nového jízdního řádu	14. 7. 2020	Mistři výroby
3	Natočení s prvky jízdního řádu	01. 03. 2020	Zástupce vedoucího provozu pro jakost
4	Řešení nákupu frézovacích hlav + kalkulace návratnosti	14. 02. 2021	Hlavní technolog
5	Návrh řešení stolku pro nastavení frézovacích hlav i s osvětlením	14. 02. 2021	Mistr výroby
6	Řešení upínání lišt v výběhovém korytě za rovnačkou	14. 02. 2021	Zástupce vedoucího provozu pro techniku
7	Návrh držáku na pravítka a etalon u rovnačky	14. 02. 2021	Zástupce vedoucího provozu pro techniku

Také bylo nutné zvýšit počet přípravků a náradí tak, aby se eliminoval čas strávený chůzí do skladu. To souvisí i s výdejem průvlaků, kdy seřizovač přiveze náradí ze skladu již před začátkem směny a připraví je tažci k lince.

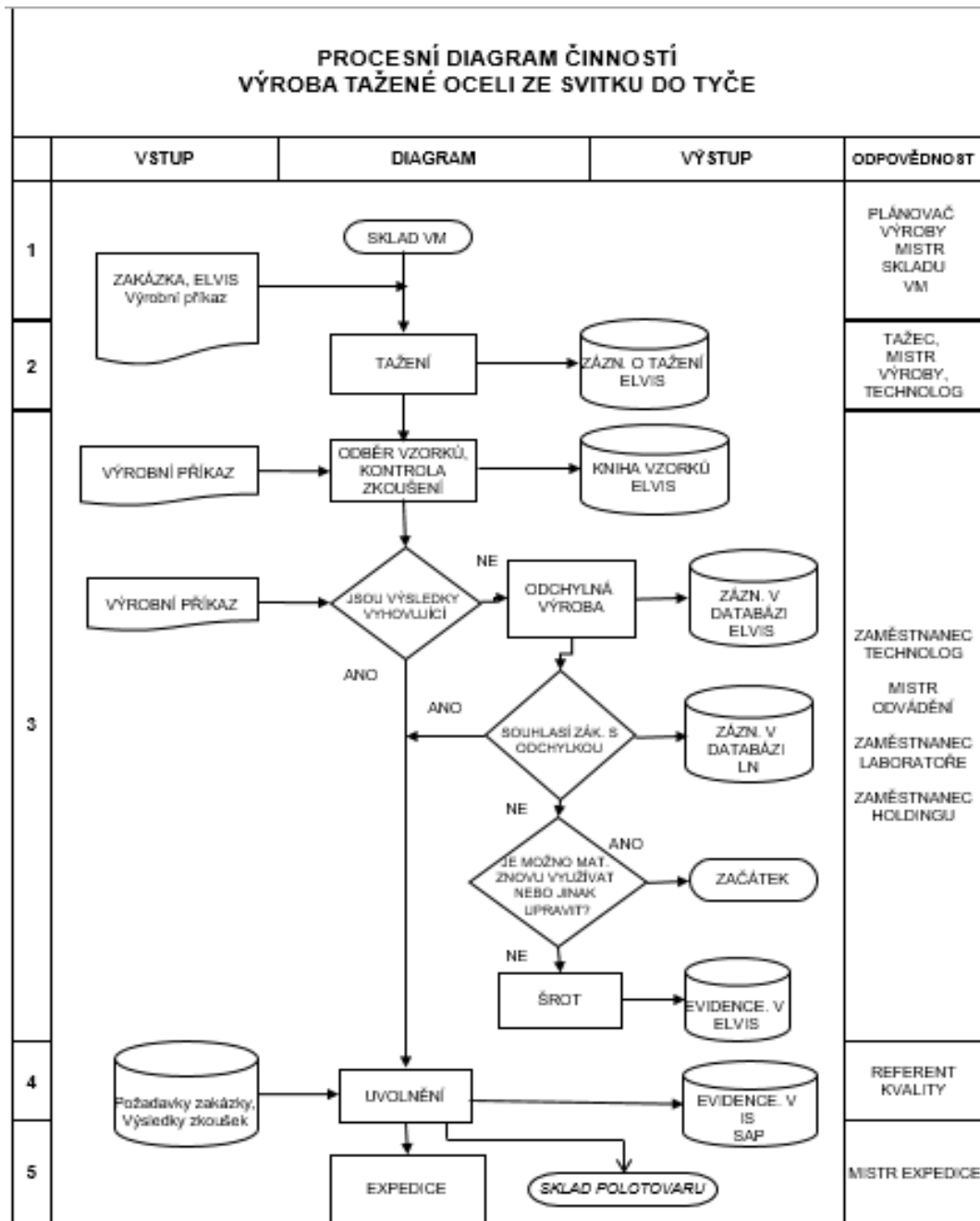
Důkladná analýza přestavby ve spojení s metodou 5S přinesla pozitivní výsledky. Zkrácení času potřebného na provedení a organizaci přestavby, to jsou zásadní změny, které prokazatelně napomohou zvýšit efektivitu a výkon linky.

6.3.4 Analýza rizik FMEA v procesu tažení oceli

Před samotnou analýzou rizik ve výrobním procesu tažení oceli musíme definovat celý proces, který následně popíšeme a rozdělíme na jednotlivé části.

Činnosti v procesu tažení oceli

- **Načtení štítku ze svitku do systému ELVIS – sklad VM:** pomocí čtečky čárového kódu se načtou informace ze štítku umístěném na svitku do informačního systému vstupního materiálu.
- **Načtení štítku ze svitku do systému ELVIS - zakázky:** pomocí čtečky čárového kódu se do informačního systému zakázek načtou informace ze štítku a spárují z danou zakázkou, na kterou je daný svitek určen.
- **Nasunutí svitku na sklopený odvíjecí trn:** pomocí vysokozdvizného vozíku se nasune daný svitek na trn a zavede do výrobní linky.
- **Tažení:** operátor spustí výrobní linku a dojde k záznamu výroby do informačního systému ELVIS. Záznam slouží ke sběru dat pro informační systém zakázek a CEZ.
- **Odběr vzorků pro laboratorní zkoušky:** operátor odebere vzorky výrobku pro trhací a chemické zkoušky. Provede se záznam do databáze ELVIS – vzorky.
- **Kontrola kvality výroby:** operátor tažení a odvádění vyhodnocuje kvalitu výroby.
 - **Uvolnění výroby:** operátor uvolní výrobu, pokud parametry odpovídají výrobní zakázce a provede záznam měření do databáze ELVIS – měření.
 - **Odchylná výroba:** operátor vyhodnotí odchylnou výrobu a zastaví stroj. Operátor odvádění provede záznam do databáze ELVIS – odchylná výroba.
- **Balení a odvádění:** operátor odvádění a balení zabalí výrobek a odvede ho do systému ELVIS – hotové výrobky.
- **Sklad a expedice:** evidence hotových výrobků v systému ELVIS – sklad. Operátoři zaskladňují a vyskladňují výrobky pomocí automatizovaného skladovacího systému.



Obrázek 35: Procesní diagram tažení oceli (vlastní zpracování)

Veškeré činnosti jsou graficky znázorněny a popsány v procesním diagramu, viz obrázek 35. Z něho také vyplývají jednotlivé rozhodovací děje a také jednotlivé zodpovědnosti za jeho podprocesy.

Zlepšovací návrh na lince SCH III

Největší vliv na kvalitu výrobků má nejen samotné strojní opracování, ale dozajista také manipulace a zacházení s výchozím vstupním materiálem. Různé oděrky a rýhy způsobené špatnou manipulací nebo otěrem svitku o různé části linky mají negativní vliv na jakost

povrchu tyčí, které jsou následně sledovány a vyhodnocovány na lince nedestruktivního zkoušení NDT.

Velký výhoz neshodných tyčí z linky NDT mají velký vliv na efektivitu tažné linky a celkově prodražují výrobu o několik procent. Jejich ekonomické využití je mizivé protože tyto výrobky již nelze prodávat jako shodné a jsou určeny pouze k zešrotování.

Při úvaze o zlepšení manipulace se vstupním materiálem se navrhlo řešení, které vycházelo z úpravy odvíjecího trnu, umístění navlékacích ochranných lišt na ližiny vysokozdvizného vozíku a místa uskladnění svitků u vstupního uzlu.



Obrázek 36: Úprava odvíjecího trnu a gumové rohože (vlastní zpracování)

Dalším místem styku materiálu s tělesem stroje je odvíjedlo vstupního uzlu, kdy při odvíjení dochází ke kontaktu vnitřního obvodu svitku s tělesem odvíjedla. Pro účely úpravy odvíjecího trnu se na těleso trnu navařil polokruhový přípravek, který zabraňuje otěru vnitřního obvodu. Další fází realizace zlepšovacího návrhu bylo umístění ochranných gumových rohoží na podlahu kolem vstupního uzlu. Upravený trn a rohože jsou na obrázku 36.








Obrázek 37: Návleky na ližiny VZV (vlastní zpracování)

Posledním zlepšením bylo umístění ochranných návleků na ližiny vysokozdvizného vozíku, který přepravuje svitky na trn odvíjedla (obrázek 37).

Analýza FMEA

V rámci započatých úprav vycházející ze zlepšovacího návrhu se přistoupilo k analýze rizik FMEA. Analýza nám určila jednotlivá rizika celého procesu tažení oceli s dopadem na plánované a již realizované úpravy.

Tabulka 17: Analýza FMEA (vlastní zpracování)

Název: Výroba tažené oceli Účinnost: od 25. 9. 2020																	
Řešitelský tým: Hlavní technolog, zástupce vedoucího provozu pro jakost, mistr výrobní dílny																	
číslo operace /tok procesu	Projev možné vady	Možný následek vady	Závažnost	Příčina	Možná příčina(y) mechanismus(y) vady	Vyskyt	Stávající řízení procesu, prevence	Odhaltitelnost	Stávající řízení procesu, odhalování	MR/P	RPZ	Doporučená opatření	Odpověď a termín splnění	Výsledky po opatření			
														Opatření splněno	Závažnost	Odhaltitelnost	MR
SCH III																	
1	Výdej materiálu ze skladu VM, Vstupní kontrola																
	Mechanické poškození povrchu materiálu	Díry na povrchu tažené tyče	7		Materiál je v kontaktu s betonovou plochou	4	Kontrola VM	Vizuální kontrola	3	84	Instalace gumových pásů a dřevěných podložek pod svitky pro pístní tyče a tlumiče	31.3.2020	Opatření splněno. 31.8.2020	7	2	3	42
2	Odvijení svitku																
	Poškození materiálu při odvijení	Nedotažená místa na tyči	5		Špatně navinutý svitek	2	Kontrola VM	Vizuální kontrola	3	30	Žádné opatření			5			
3	Svařování																
	Studený nebo přesazený svar	Problém y při zpracování	6		Chybné seřízení stroje	6	Větší hmotnost svitků	Vizuální kontrola	3	108	Proškolení seřízení svařečky	31.3.2020	Opatření splněno. 31.8.2020	6	3	3	54
					Nečistoty čelistí	4	Namátková kontrola	Vizuální kontrola	3	72	Žádné opatření			6			
4	Předrovnání																
	Křivý VM	Problém y při zpracování	3		Chybné seřízení stroje	3	Kontrola seřízení	Vizuální kontrola	7	63	Žádné opatření						
5	Tryskání																
	Černý povrch	Možnost koroze v místě vady	6		Technický stav zařízení	6	Preventivní opravy	Prohlídka zařízení	3	108	Kontrola připravenosti oprav Ing. Chaloupecký		Opatření je průběžně plněno	6	4	3	72
					Špatné seřízení stroje	4	Kontrola seřízení	ZTP-01	3	72	Žádné opatření			6			

8	Frézování																
↓	Nedokonalá úprava čela a hran	Problém y při zpracování	4		Špatné seřízení stroje	2	Vizuální kontrola	ZTP	3	24	Žádné opatření		4				
					Otupení nástroje	2	Vizuální kontrola	ZTP	3	24	Žádné opatření		4				
					Zlomení nástroje	3	Vizuální kontrola	ZTP	3	36	Žádné opatření		4				
9	Nedestruktivní kontrola																
↓	Tyč zůstává v NDT	Zastavení stroje	5		Chybné seřízení dopravníku NDT	3	Školení pracovníků	PPo	3	45	Žádné opatření		5				
	Neprovedení zkoušky NDT	Neshodný výrobek	5		Lidský faktor	2	Školení pracovníků	Výrobní příkaz	3	30	Žádné opatření		5				
	Vysoký zbytkový magnetismus	Problém y u zákazníka	7		Chybné seřízení demagnetizační cívky	3		PPo, kontrola zbytkového magnetismu na kontrolním bodě při nakládce	3	63	Žádné opatření		7				
10	Výstupní kontrola																
↓	Poškození povrchu	Nedokonalý vzhled	6		Manipulace s materiálem	5	Školení pracovníků	Ppo	3	90	Žádné opatření		6				
	Deformace materiálu	Problém y při zpracování	4		Manipulace s materiálem	2	Školení pracovníků	Vizuální kontrola Ppo	3	24	Žádné opatření		4				
	Povrchová koroze materiálu	Reklama ce	7		Nekvalitní konzervační prostředek	3	Atesty konzervačních prostředků od výrobce	Vizuální kontrola	3	63	Žádné opatření		7				
	Záměna jakosti	Neshodný výrobek	8	S C	Lidský faktor	5	Školení pracovníků	Zkouška jiskření	3	120	Seznámení pracovníků s reklamací na záměnu. 15.5.2020 odpovídá vedoucí prvozu, mistr NDT	Opatření splněno. 15.05.2020	8	4	3	96	
											Přeškolení pracovníků kontroly na jiskrovou zkoušku	31.5.2020 odpovídá mistr NDT	Opatření splněno do 30.5.2020	8	3	3	72
											Revize Ppo	31.3.2020 odpovídá mistr NDT	Opatření splněno do 5.5.2020	8	3	3	72
	Chyba při vážení	Rozdílné množství od skutečnosti	5		Nestabilita ramene jeřábu	3	Čekání na uklidnění ramene		4	60	Žádné opatření		5				

Téměř jistá	1	automatická - Poka Yoke	výrobní linka navržena tak že nelze vyrobit vadný kus			
Hodnocení pravděpodobnosti výskytu vady Vy						
Hodnocení VDA 4	Hodnocení provozu	Body	Pravděpodobnost výskytu příčiny vady / vady			
Velmi vysoká	Velmi vysoká	10 9	Výskyt příčiny vady/vady je téměř jistý.			
Vysoká	Vysoká	8 7	Odpovídající podobným procesům, u nichž docházelo k častému výskytu příčin vad/vad. Proces není ve statisticky zvládnutém stavu.			
Mírná	Střední	6 5 4	Odpovídající podobným procesům, u nichž občas docházelo k výskytu vad (ne ve významném rozsahu).			
Malá	Nízká	3	U podobných procesů zaznamenány ojedinělé vady.			
	Velmi nízká	2	U téměř identických procesů zaznamenán pouze ojedinělý výskyt vad.			
Velmi malá	Nepatrná	1	Výskyt příčin vad/vad nepravděpodobný. U téměř identických procesů se nikdy tyto příčiny/vady nevyskytly. Proces je statisticky stabilní a způsobilý.			
Hodnocení významu vady Vz						
Hodnocení VDA 4	Hodnocení provozu	Body	Popis vlivu následku vady na konečného uživatele	Popis vlivu následku vady na další zpracování u zákazníka	Popis vlivu následku vady u prvovýroby (VO)	Popis vlivu následky vady na finální zpracování
Velmi vysoký CC znak	Kritický bez varování	10	Následek vady vzniká bez varování, ohrožuje bezpečnost provozu výrobku a/nebo porušení obecně platných předpisů.			
	Kritický s varování	9	Vada vzniká s varováním, ohrožuje bezpečnost provozu výrobku a/nebo porušení obecně platných předpisů.			
Vysoký SC znak	Velmi vážný	8	Ztráta hlavní funkce výrobku, nezpůsobilost provozu.	Vážné narušení následného zpracování nebo vyrobení produktu, nesplňující specifikace zákazníka – stížnost zákazníka – vrácení produktu. Vada bude pravděpodobně zjištěna v průběhu zákaznických zkoušek konečného produktu.		
		Zákazník velmi nespokojen				Nedodržení mechanických hodnot, chemického složení
	Vážný	7	Omezený výkon výrobku, feni omezení důležitých dílích systémů, schopný provozu, snížená úroveň technických parametrů.	Vážné narušení následného zpracování nebo vyrobení produktu, nesplňující specifikace zákazníka - stížnost zákazníka - vrácení produktu. Vada bude pravděpodobně zjištěna v průběhu zákaznických zkoušek konečného produktu.		

				Zákazník velmi nespokojen	Možnost výskytu trhlin a vnitřních vad, vnější vady, nevyhovující mikročistoty. Možnost záměny materiálu	Povrchové a vnitřní vady (šupiny, trhliny, přeložky, rýhy, výronky.), přímot finálního výrobku, záměna materiálu v procesu výroby
Mírný	Střední	6	Výrobek provozuschopný, nefunkční systémy obsluhy a pohodlí. Zákazník pocítí nepohodlí	Stížnosti zákazníka nebo omezení doby skladování. Zákazník může potřebovat provedení úpravy nebo seřízení svého procesu, aby mohl materiál zpracovat. Problém bude pravděpodobně zjištěn při vstupní kontrole nebo před použitím (4), v průběhu zpracování (5), v následných krocích zpracování (6).	Zaválcování cizích částic materiálu (na povrchu)	Nedodržení rozměru polotovaru
	Nízký	5	Výrobek provozuschopný, snížená úroveň technických parametrů systémů obsluhy a pohodlí. Zákazník pocítí určité neuspokojení.			
	Velmi nízký	4	Skřípající a chrastící objekt - nejsou dodrženy požadavky na správné uložení, opracování, povrchové úpravy. Vadu zaznamená většina zákazníků (4), průměrný zákazník (3), pečlivě hledající zákazník (2).			
Malý	Nepatrný	3	Skřípající a chrastící objekt - nejsou dodrženy požadavky na správné uložení, opracování, povrchové úpravy. Vadu zaznamená většina zákazníků (4), průměrný zákazník (3), pečlivě hledající zákazník (2).	Vada způsobuje zákazníkovi pouze mírné obtíže. Zákazník postřehne pouze mírné poškození nebo potíže s produktem nebo se zpracováním produktu.	Povrchové vady opravitelné (studený svar)	Vzhledové vady s vlivem na zákazníka (nemá vliv na plnění specifikací zakázky)
	Zanedbatelný	2			Povrchové vady bez vlivu na další zpracování v TŽ	Vzhledové vady s vlivem na další zpracování
Velmi malý	Žádný	1	Bez důsledku nebo jen velmi malé omezení funkce rozeznatelné odborníkem.	Vada nezpůsobí žádný reálný dopad na zpracování.	Tvarové vady bez vlivu na další zpracování	Vzhledové vady bez vlivu na další zpracování
Legenda k tabulce:						
VDA 4 : norma pro automobilový průmysl – plánování kvality, zajištění kvality před sériovou výrobou						
SC znak : významný znak nebo parametr produktu - rozměr, záměna jakosti, mechanické vlastnosti						
CC znak : kritický znak nebo parametr produktu s vlivem na bezpečnost nebo shodu s předpisy						

Z analýzy FMEA vyplývá, že opatření, která se zavedla v rámci zlepšovacího návrhu měla pozitivní vliv na kvalitu výroby a snížila hodnoty rizikového čísla MR/P. Dalším důsledkem opatření je pozitivní výsledky v oblasti nedestruktivního zkoušení. V analýze výhozu neshodných tyčí se opatření projevila snížením výhozu o cca 15 %. Důležitým předpokladem je dodržovat veškerá opatření související s manipulací vstupního materiálu tak, aby hodnoty výhozů zůstaly co nejnižší.

Výsledky opatření z předešlých kapitol se pokusíme vyhodnotit v kapitole celkové efektivity zařízení.

6.3.5 Celková efektivnost zařízení

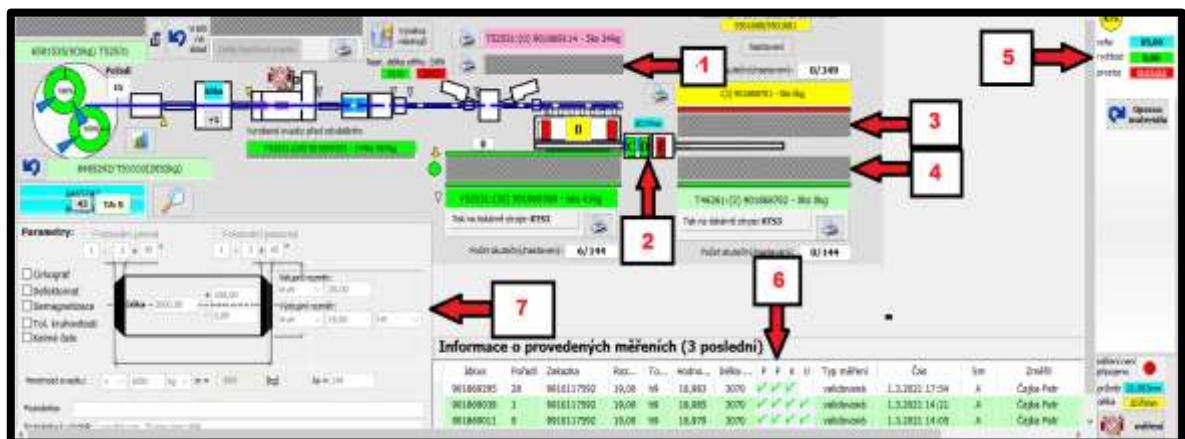
Pro měření celkové efektivnosti zařízení bylo nezbytné dovybavit výrobní linku snímači toku výroby se záznamem do databáze ELVIS. Tento sofistikovaný systém vyvinuli programátoři informačních systémů společnosti za účelem sběru dat pro potřeby CEZ.

VIS ve struktuře IS



Obrázek 38: Hierarchie výrobního informačního systému (interní materiály firmy)

Jedná se o třívrstvou architekturu SQL – Oracle RDB. Sběr dat probíhá na několika úrovních přes čidla pohybu umístěné na všech uzlech výrobní linky. Veškerý sběr se uskutečňuje online se záznamem do ELVIS. Dalším místem sběru dat je přenosné digitální měřidlo průměru tyče Digimatic IP35 s wi-fi připojením do PC a ELVIS od japonské firmy Mitutoyo. Přes toto měřidlo posílá operátor tažení hodnoty změřené tyče do databáze naměřených hodnot.



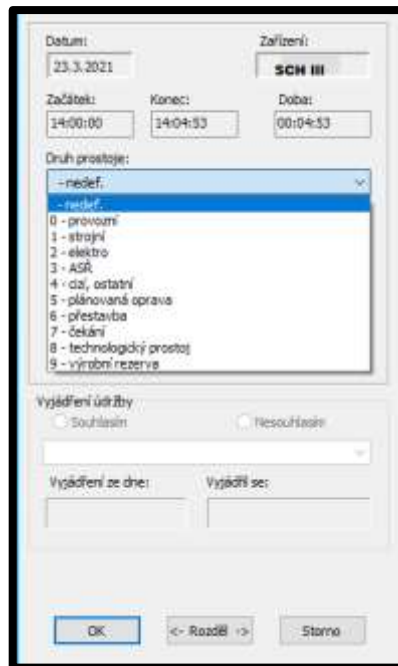
Obrázek 39: Mapa stroje SCH III s místy sledování kvality výroby (vlastní zpracování)

Na obrázku 39 jsou vyznačena místa ukazatele sledování kvality:

- 1 – Neshodná délka tyče
- 2 – Linka nedestruktivního zkoušení NDT
- 3 – Neshodné tyče výhozu NDT

- 4 – Shodné tyče
- 5 – Parametry skutečná rychlost a referenční doporučená rychlost stroje
- 6 – Databáze naměřených parametrů tyče
- 7 – Parametry frézování konce tyče

Pro sledování celkové efektivity zařízení bylo nutné určit neplánované prostoje. Byly vytvořeny číselníky prostojů podle druhu a příčiny. Tyto prostoje se zaznamenávají a ukládají do databáze CEZ vždy po uplynutí 3 minut nečinnosti stroje. Operátor k zaznamenané době přidělí důvod zastavení linky, a pokud se jedná o prostoje způsobené poruchou stroje, uvede i příčinu poruchy. Veškeré záznamy ve VIS jsou evidovány a uchovány pro potřeby ročního vyhodnocení CEZ pro všechny výrobní linky.



Datum: 23.3.2021 Zařízení: SCH III

Začátek: 14:00:00 Konec: 14:04:53 Doba: 00:04:53

Druh prostoje:

- nedef--
- 0 - neúspěš
- 1 - provozní
- 2 - strojní
- 3 - elektro
- 4 - ASŘ
- 5 - díl, ostatní
- 6 - plánovaná oprava
- 7 - přestavba
- 8 - čekání
- 9 - technologický prostoje
- 9 - výrobní rezerva

Vyjádření údržby

Souhlasím Nesouhlasím

Vyjádření ze dne: Vyjádří se:

OK <- Rozděl -> Storno

Obrázek 40: Dialogové okno s číselníky prostojů (vlastní zpracování)

Dalším parametrem kvality je sledování průběhu nedestruktivního zkoušení na lince NDT. Tato linka je umístěna v materiálovém toku, zaznamenává celkovou výrobu, která projde zařízením. Po kontrole vad jsou výrobky separovány na shodné a neshodné. Tento parametr kvality je klíčový pro hodnocení efektivity celé linky.

Parametr dostupnosti

Výpočet dostupnosti je odvozen ze skutečné výroby a počtu směn v daném měsíci v hodinách, který je očištěn od plánovaných inspekčních prohlídek. Plánované inspekční

prohlídky linky jsou uskutečňovány 8–9× za měsíc v závislosti na délce daného měsíce. Ty jsou prováděny 2× do týdne v délce 2–4 hodin.

Z parametru dostupnosti jsou odečteny také povinné přestávky. Hodnoty plánovaných výrobních časů jsou navedeny do informačního systému ELVIS, ze kterého CEZ vychází.

V tabulce níže je uvedena celková bilance CEZ za měsíc únor 2021.

Tabulka 19: Celková bilance CEZ za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování)

Únor 2021	Měsíční tabulka CEZ						
	Součet směn						
	SCH III						
	Počet	Doba	Podíl	Prostoje	Počet	Doba	Podíl
Možná doba chodu [h:m]		672:00:00	100,00 %	Provozní	545	46:10:00	10,04 %
Plánované prostoje [h:m]	92	208:11:00	31,00 %	Strojní	9	6:17:00	137,00 %
Plánovaný čas výroby		463:48:00	100,00 %	Elektro	7	1:43:00	0,37 %
Prostoje [h:m]	2 924	183:36:00	39,60 %	Plánovaná oprava	9	17:02:00	
DOSTUPNOST [h:m]	2 924	280:11:00	60,40 %	Přestavba	258	15:59:00	13,92 %
KVALITA 1 BEZ VÝHOZU NDT	1468,122		78,62 %	Čekání	13	4:01:00	
KVALITA 2 S VÝHOZY NDT	1534,223		82,16 %	Technologický prostoje	94	12:44:00	2,77 %
VÝKONNOST			107,91 %	Výrobní rezerva	83	191:09:00	
CELKOVÉ VYUŽITÍ			41,70 %	Nedefinované	4	8:33:00	1,86 %
				Nepravdivost chodu	1 994	40:06:00	8,72 %
				Celkem	3 016	391:48:00	

V tabulce 19 je hodnota dostupnosti 60,40 %. Z výše hodnoty vyplývá, že tento parametr výrazně ovlivňují hned dva faktory: delší zavádění vstupního materiálu a přetypování výrobní linky. Další parametry CEZ ovlivňuje bilance výhozu NDT. Z něho je zřejmé, že neshodná výroba, v tomto případě v tabulce zastoupená jako kvalita 1 je výrazně nižší než parametr shodné výroby, uvedena jako kvalita 2.

Parametr výkonu

Výpočet výkonu se počítá z normočasů na tunu výrobku podle jednotlivých průměrů a skutečné výroby. Pokud do vzorce z tabulky 19 dosadíme celkovou výrobu v minutách, a z parametru dostupnosti v hodinách 280:11 vypočítáme hodnotu v minutách, dostaneme výpočet výkonnosti:

$$\frac{\text{Celková výroba [min]}}{\text{Dostupnost [min]}} = \frac{18140,967}{16811} = 1,0791 \times 100 = 107,91 \%$$

Z hodnoty 107,91 vyplývá prostor pro úpravu normočasů a zvýšení výrobní kapacity linky. Proto je nutné se zaměřit na výkonové normy a podrobit je analýze.

Tabulka 20: Výpočet normo času z celkové výroby za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování)

Ø	Normočas	Výroba	Dostupnost	6hr	Normočas	Výroba	Dostupnost
mm	min/t	v tunách	v minutách	mm	min/t	v tunách	v minutách
26	6,77040855	15,365	104,027	24	12,5624776	8,256	103,715
25	6,76831465	85,459	578,413	23	12,9187847	0	0
24	7,07186919	25,632	104,37	22	13,8105518	6,856	94,719
23	7,16788018	23,658	169,577	21	14,8283381	0	0
22	7,73679466	19,856	153,621	20,6	15,2943102	12,395	189,572
21	8,25965673	15,389	127,107	20	16,0279677	4,223	0,000
20	8,74752154	180,253	1576,766	19	17,3822357	0	0
19	9,3144283	56,6234	527,414	18	18,9632935	2,023	38,362
18,4	9,69981278	120,365	1167,517	17	20,8260453	8,102	168,732
18	9,97842166	155,236	1549,010	16	23,0430746	4,234	97,564
17	11,0630056	10,245	113,340	15	25,7119426	10,022	257,685
16	12,3992524	112,356	1393,130	14	28,9662606	16,105	466,501
15	13,6289272	124,287	1693,898				
14,39	14,8366076	180,894	2683,853				
14	15,4092276	145,341	2239,592				
13	17,1201693	64,913	1111,321				
12	19,7764487	22,319	441,390				
11	23,3471786	12,563	293,310				
10	27,6900862	25,152	696,461				
Součet		1395,906	16724,117			72,180	1416,850
Celkem výroba/t		1468,122		Celkem výroba/min		18140,967	

Parametr kvality

Z analýzy dat (viz tabulka 18) pro výpočet kvality vyplývá, že hodnoty pro celkovou efektivnost linky vychází ze dvou parametrů – kvality 1 a 2. Jedná se o parametry hrubé výroby (čistá výroba s výhozy NDT) a čisté výroby, tedy bez výhozů NDT. V tabulce 18 je skutečný parametr CEZ označen jako kvalita 1.

Zbývající část neshodné výroby se eviduje jako technologicky nutný odpad, jehož hodnota za únor činila 4,20 % a spotřební číslo 3,14 %. Technologicky nutný odpad je vytvářen prvními náběhovými tyčemi po přestavbách, které nemají daný parametr a na které se daná linka nastavuje. Spotřební číslo obsahuje běžný odpad z výroby, jako odpad z frézování nebo odstříhy začátků sviteků po zavedení do výrobní linky.

Tabulka 21: Celkové výsledky kvality – únor 2021 (vlastní zpracování)

Zpracovaný vstupní materiál [t]	1 867,354
Čistá výroba [t]	1 468,122
Kvalita 1 [podíl na celkové výrobě]	78,62 %
Zpracovaný vstupní materiál [t]	1 867,354
Čistá výroba + výhozy NDT [t]	1 534,223
Kvalita 2 [podíl na celkové výrobě]	82,16 %
Technologicky nutný odpad TNO	4,20 %
Norma TNO	4,50 %
Spotřební číslo	3,14 %
Norma spotřebního čísla	3,50 %
Interní vady [podíl na celkové výrobě]	0,87 %
Interní vady [t]	12,840

Další vlivy na kvalitu výroby mají nesporně i interní vady, jako díry a rýhy zapříčiněné manipulací a samotnou výrobou ve výrobní lince.

Výsledek CEZ pohybující se kolem 40 % je z hlediska způsobu a typu výroby slušný, i když prostojů jsou více než samotný chod linky. Parametr je částečně zkreslen měkkými časovými normami a přestavbami, které snižují plánovanou kapacitu linky.

Pro potřebu zvýšení kapacity linky bylo rozhodnuto snížit parametry normočasů o 4 %. Pokud by aplikace snížení normočasů byla použita na únorovou produkci, bylo by možné vyrobit o 58,46 t více.

Tabulka 22: Výsledky předpokládané produkce za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování)

Ø	Normočá s	Nový normočá s	Výroba	Předpokládaná produkce	6hr	Normočá s	Nový normočá s	Výroba	Předpokládaná produkce
mm	min/t	min/t	v tunách	v tunách	mm	min/t	v tunách	v tunách	v tunách
26	6,77	6,49	15,36	15,97	24	12,56	12,05	8,25	8,58
25	6,76	6,48	85,45	88,86	23	12,91	12,39	0	0
24	7,07	6,78	25,63	26,65	22	13,81	13,25	6,85	7,12
23	7,16	6,87	23,65	24,59	21	14,82	13,92	0	0
22	7,73	7,42	19,85	20,64	20,6	15,29	14,67	12,39	12,88
21	8,25	7,92	15,38	15,99	20	16,02	15,37	4,22	4,38
20	8,74	8,39	180,25	187,46	19	17,38	16,68	0	0
19	9,31	8,93	56,62	58,88	18	18,96	18,20	2,02	2,10
18,4	9,69	9,30	120,36	125,17	17	20,82	19,98	8,10	8,42
18	9,97	9,57	155,23	161,43	16	23,04	22,11	4,23	4,39
17	11,06	10,61	10,24	10,64	15	25,71	24,68	10,02	10,42
16	12,39	11,89	112,35	116,84	14	28,96	27,80	16,10	16,74
15	13,62	13,07	124,28	129,25					
14,39	14,83	14,23	180,89	188,12					
14	15,40	14,78	145,34	151,15					
13	17,12	16,43	64,91	67,50					
12	19,77	18,97	22,31	23,20					
11	23,34	22,40	12,56	13,06					
10	27,69	26,58	25,15	26,15					
Součet			1 395,81	1 451,55				72,18	75,03
Celkem výroba před úpravou/po úpravě normočásů v tunách			1 468,12		1 526,58				

Tyto nové normy jsou v současné době aplikovány v měsíci dubnu a po vyhodnocení budou zavedeny trvale.

6.4 Závěrečné zhodnocení projektu

Projekt zefektivnění výrobní linky pomocí metod štíhlé výroby přinesly jisté výsledky. V průběhu projektu došlo hned ve dvou fázích ke zvýšení nákladů. V počáteční fázi, při zavádění metod 5S a TPM a při realizaci zlepšovacího návrhu úpravy trnu a nákupů ochranných návleků a rohoží. Dalším úskalím projektu byla spolupráce operátorů na implementaci a dodržování zavedených metod. I přes všechny problémy byl projekt vyhodnocen jako úspěšný.

6.4.1 Nefinanční zhodnocení projektu

Díky zavedení metod štíhlé výroby se docílilo zlepšení výrobního procesu, zlepšení pracovního prostředí a komunikaci operátorů s podpůrnými úseky a nastavení podmínek pro další růst vztahů mezi všemi útvary provozu.

Metody zavedené na pracovišti linky SCH III:

- **5S – organizace a standardizace pracoviště:** Uklizené a urovnané pracoviště včetně nástrojů a pomůcek, nové regály a skřínky a další úložné prostory přinesly značný úbytek zbytečných předmětů, který byl donedávna součástí výrobní linky. Operátoři docenily nezbytnost pořádku i včasnou identifikaci nástrojů a přípravků, které se doposud válely na různých místech pracoviště.
- **SMED – zkrácení přestavby:** V zásadě neúspěšnější aplikovaná metoda s okamžitými výsledky, která se výrazně podílela na finančním zhodnocení projektu a odhalila měkké časové normy přestavby.
- **TPM – autonomní údržba:** Aplikace TPM na pracovišti SCH III plynule navázala na metodu 5S a vytvořila nový pohled na výrobní linku. Přes počáteční problémy se metoda ujala a operátoři ve spolupráci s úsekem údržby vyvíjejí snahu o funkčnost a provozuschopnost výrobního zařízení. Po lince jsou umístěny standardy mazání a vizualizována mazací místa. Zde je kladně přijímán fakt, že každý operátor ihned zjistí čím a jak mazat, včetně jednotlivých intervalů. Toto velmi usnadňuje údržbu linky. Jako nejproblematictější fází zavedení TPM jsem vyhodnotil evidenci a vyhledávání abnormalit. Tato praxe se bohužel stále ještě u některých operátorů zdála jako zcela zbytečnou. Oproti metodě 5S jsou přínosy TPM většinou dlouhodobějšího charakteru a na celkové vyhodnocení metody bude ještě dost času.
- **FMEA – analýza rizik ve výrobě tažené oceli:** Při realizaci zlepšovacího návrhu na lince SCH III byla aplikována také analýza FMEA s dobrým výsledkem. V rámci zlepšovacího návrhu byly na podlahu instalovány ochranné rohože a na navážecí vozíky umístěny ochranné návleky. Dále se upravoval odvíjecí trn tažené linky. Tato fáze projektu byla finančně náročnější a její zhodnocení ještě potrvá, nicméně přínosy jsou zaznamenány v nižším výhozu NDT.
- **CEZ – celková efektivnost zařízení:** Parametry CEZ prokázaly měkké výrobní normy. Snížením normočasů na 1 tunu výrobku o 4 % jsme docílili zvýšení výrobní kapacity linky o téměř 59 t. Dalším důležitým faktorem byl rozbor neshodné výroby

a jeho rozčlenění na externí a interní vady, TNO a spotřební číslo, kterým dostává organizace do rukou nástroj ke kontrole a snižování vadných výrobků.

6.4.2 Finanční zhodnocení projektu

Na základě aplikací metod štíhlé výroby se předpokládá dosažení cílů, které byly definovány v první fázi projektu s předpokladem celkového zefektivnění výrobní linky.

Tabulka 23: Celkové náklady na realizaci projektu zefektivnění linky (vlastní zpracování)

Metody a nástroje	Popis	Počet	Cena za jednotku	Celkem
5S/TPM	vizualizace	1	17 433 Kč	17 433 Kč
	pomůcky, přípravky, regály, skříně, držáky	12	8 340 Kč	100 080 Kč
ELVIS/CEZ	PC+skřín	2	31 382 Kč	62 764 Kč
	Wi-fi	1	58 455 Kč	58 455 Kč
	čtečky čarových kódů	2	2 330 Kč	4 660 Kč
	rozvaděče	3	18 390 Kč	55 170 Kč
	ethernet karty s převodníkem TCPIP	2	22 175 Kč	44 350 Kč
	digi mikrometr Mytutoio	2	22 450 Kč	44 900 Kč
	čidla a optozávory	10	14 567 Kč	145 670 Kč
SMED	fotoaparát Nikon C3200	1	12 990 Kč	12 990 Kč
FMEA	instalace přípravků, gumové rohože, ochranné návleky	16	8 356 Kč	133 696 Kč
Motivace a odměny	odměny členům týmu a operátorům	1	100 000 Kč	100 000 Kč
CELKEM				780 168 Kč

Bohužel se nepodařilo dodržet finanční limit pro projekt, který byl stanoven ve výši 200 000 Kč. Hlavní příčinou bylo neúměrné navýšení nákladů na implementaci VIS na linku a také náklady na realizaci zlepšovacího návrhu. I když náklady přesáhly garantovanou výši, implementace metod bude realizována, protože předpokládané zvýšení kapacity linky a návratnost investic je vyčíslena v tabulce 24.

Tabulka 24: Předpokládané roční finanční zhodnocení (vlastní zpracování)

Metoda	Předpokládané roční zvýšení kapacity výrobní linky v tunách	Finanční náročnost investice	Cena za jednotku	Celkem ve výdajích a tržbách
5S/TPM	-	117 433 Kč	25 072 Kč *	- 117 433 Kč
SMED	355,74	12 990 Kč	19 426 Kč **	6 910 605,24 Kč
				-12 990 Kč
ELVIS/CEZ	701, 52	415 969 Kč	19 426 Kč **	-415 969 Kč
				13 627 727,52 Kč
FMEA	-	133 696 Kč	8 356 Kč *	- 133 696 Kč
CELKEM V TRŽBÁCH ZA ROK				20 287 804 Kč
Legenda k tabulce:				
* průměrná cena za jednotku				
** prodejní cena tažené oceli za 1 t na světových trzích ke dni 3. 3. 2021				

Finanční výsledek je velmi zajímavý i s ohledem na roční obrat firmy, který se pohybuje okolo 2,3 mld. Kč. Navýšení tržeb o 4 % se jeví jako zajímavé zhodnocení projektu i k vzhledem k nákladům na zavedení metod, které jsou v tomto případě imaginární.

6.4.3 Vize do budoucna

Na základě přijatých opatření a k vzhledem k úspěšnosti projektu jsem přesvědčen, že vedení podniku zaujme kladné stanovisko a implementaci metod štíhlé výroby doporučí jako účinná a stabilní.

Na vyhodnocení projektu je jistě ještě dost času, nicméně důležité je, aby projekt vytvořil další podmínky pro zavádění podobných postupů ke zvyšování produktivity práce. V neposlední řadě je důležitá trvalá udržitelnost zavedených postupů a vytvářet trvalý tlak k neustálému zdokonalování.

ZÁVĚR

Diplomová práce si kladla za cíl navrhnout zefektivnění výrobního zařízení ve vybraném podniku pomocí metod štíhlé výroby a vycházela z aktuálních potřeb provozu výrobního podniku. Výroba tažené oceli je velmi technologicky nákladný proces, který spotřebovává velké množství drahých vstupů, ať už se jedná o válcovaný vstupní materiál, nebo o finální zpracování ve výrobní lince. Uvědomme si, že tažný stroj je velmi drahá záležitost, která stojí miliony korun. Neustálé zvyšování zpracovacích nákladů, ať už přímo ve mzdách zaměstnanců nebo nepřímo zvyšujícími se náklady na nákup vstupů, jsou pro firmu důležitým faktorem ke zvyšování produktivity výroby. Tyto prostředky musí být využity co nejlépe, aby přinášely odpovídající přidanou hodnotu v podobě zisku.

Hlavním úkolem v procesu výroby bylo nalézt možná plýtvání, zefektivnit provoz výrobní linky, zbavit se nežádoucích prostojů a poruch a nastavit kontrolní mechanismy v podobě parametrů celkové efektivnosti.

V počáteční fázi se diplomová práce zabývala teoretickými východisky řešeného problému formou literární rešerše. Na základě studia dostupné literatury se práce zaměřila také na teoretické poznatky a východiska v oblasti průmyslového inženýrství s důrazem na jednotlivé principy štíhlé výroby. Definovány byly jednotlivé prvky plýtvání, co to je štíhlý podnik a štíhlá výroba, a v neposlední řadě i jednotlivé metody průmyslového inženýrství, které bylo možno využít i v praktické části diplomové práce. Popsané metody jako 5S, TPM, SMED, FMEA a CEZ se ukázaly jako vhodné nástroje ke zvýšení celkové efektivnosti výrobní linky.

V praktické části práce byla stručně popsána výrobní společnost jak z hlediska její produkce, tak z hlediska její historie a vize do budoucna. Analytická část se zaměřila na procesní analýzu současného stavu výrobní linky. Pomocí analýz ABC a bodovací metody byly identifikovány významné prvky nedostatečného využití výrobní linky s následným dopadem do výrobního portfolia. Analytická část pokračovala důkladnou analýzou pracoviště výrobní linky z hlediska čistoty a údržby s návrhem na zlepšení současného stavu.

Počáteční fáze projektové části diplomové práce započala podrobnou analýzou výrobního zařízení, zaměřenou na důkladný rozbor z hlediska kapacitní vytiženosti zakázkové náplně na vybrané lince pro projekt zefektivnění výrobního zařízení. V další fázi byl ustanoven projektový tým a určeny finanční prostředky pro realizaci projektu. Dále byla identifikována

rizika projektu s pravděpodobným významem a dopadem, ohrožující průběh projektové části.

Samotná realizace projektu započala zavedením metody 5S. Byla pořízena fotodokumentace současného stavu výrobní linky a vytvořen layout pracoviště. Po konzultaci s koordinátorem 5S a TPM byly vytvořeny standardy uložení. Veškeré aktivity byly auditovány externím metodikem 5S.

Další fází zavádění metod štíhlé výroby se přistoupilo k zavedení metody TPM. Linka byla vyhodnocena metodikem TPM jako vhodné zařízení pro zavedení metody. Výsledkem práce je on-line evidence abnormalit a olejů. Dalšími kroky bylo vytvoření standardizace čištění a mazání a vytvořeny nové mazací plány. Dále byly vytvořeny podmínky pro autonomní údržbu s přehlednými standardy mazání.

Analýza SMED ukázala potřebu upravit časový rozvrh vybrané přestavby na výrobní lince. Byla pořízena video-dokumentace celé přestavby a analyzovány možné časové ztráty. Rozborem jednotlivých sekvencí byly některé činnosti eliminovány a byl vytvořen nový jízdni řád přestavby. Na základě výsledků analýzy SMED se upravily časové normy a přestavba se zkrátila z 60 na 50 minut.

Při analýze FMEA byl realizován zlepšovací návrh úpravy odvíjecího trnu s instalací ochranných prostředků na podlahu a na navážecí vozíky. Tato realizace byla iniciována potřebou zmenšení dopadu interních vad na výrobní portfolio. Realizací zlepšovacího návrhu se rizika interních vad zmenšila a v analýze FMEA potvrdila.

Zavedením výrobně-informačního systému se vytvořily podmínky pro zavedení posledního, nejdůležitějšího kroku zefektivnění výrobní linky. Systém ELVIS (VIS) také umožnil on-line sběr dat pro vyhodnocení CEZ. Ukázal jednotlivé časové využití linky a spočítal nám celkovou efektivnost zařízení.

V závěru práce pak byly shrnuty poznatky z průběhu projektu, finanční a nefinanční přínosy a celkové výsledky s rozvojem a optimalizací dalších výrobních zařízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARMSTRONG, Michael a Stephen TAYLOR, 2014. *Armstrong's handbook of human resource management practice*, 13th edition. London: Kogan Page., 920 s. ISBN 978-0749498276.

BAUER, Miroslav. 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BOBÁK, Roman. 2011. *Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikařského průmyslu v České republice*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín. ISBN 978-80-02-02354-8.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8940126-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5.

IMAI, Masaaki. 1997. *Gemba kaizen : a commonsense, low-cost approach to management*, 13th edition. New York ; London : McGraw-Hill Page, 354 s. SBN 9780070314467.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KLEINOVÁ, Jana. 2005. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 80-7043-364-7.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

KOVÁČ, Milan, Ján BUDA a Dušan ŠIMŠÍK. 1991. *Projektovanie výrobných systémov: vysokoškolská učebnica pre stroj. fakulty*. Bratislava: Alfa, Edícia strojárskej literatúry (Alfa). ISBN 80-05-00709-4.

LÍBAL, Vladimír, ed. 1974. *Studie a cvičení z organizace a řízení výroby*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, Vysoká škola ekonomická v Praze.

- LIKER, Jeffrey K. 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-139231-9.
- LIKER, Jeffrey K. 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. 2012. *Analýza procesů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7372-865-6.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-0-8.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000. *TPM: Management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- MAŠÍN, Ivan. 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.
- MAYNARD, Harold Bright a Kjell B. ZANDIN. 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. ISBN 00-704-1102-6.
- STÖHR, Tomáš, 2012. TPM (Total Productive Maintenance). Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech: časopis pro úspěšné manažery. Železnice: API, 4(1), ISSN 1803-5183.
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- ŠTŮSEK, Jaromír. 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C.H. Beck, C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-7169-955-1.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, Expert (Grada). ISBN 9788024744865.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech : časopis pro úspěšné manažery. Želevčice: API. ISSN 1803-5183.

VANĚČEK, Drahoš, Ludvík FRIEBEL a Vladimír ŠTÍPEK. 2010. *Operační management.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta. ISBN 978-80-7394-196-3.

Internetové zdroje:

API. 2016. *Začněte s námi: metoda 5S – předpoklad pro další zlepšování* [online]. Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>

API. 2018. *Když OEE mám měřit, tak výsledkům chci věřit* [online]. Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25911n-kdyz-oee-mam-merit-tak-vysledkum-chci-verit>

API. 2020. *Jednotlivé metody a nástroje (I – P)* [online]. Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>

BLOUDEK, Jan. 2013. *Efektivita* [online]. TC Business SS School [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.tcbs.cz/cs/blog/efektivita/>

DLABAČ, Jaroslav. 2015. *Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. Academy of productivity and innovations* [online]. [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>

ENNA CAPITAL PARTNERS. 2020. *Using the steps for 5s red tagging* [online]. [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://enna.com/learning-center/using-the-steps-for-5s-red-tagging/>

FRIEDEL, Libor. 2019. *7 druhů plýtvání – nevyužitá šance jak nemrhat zdroji* [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.liborfriedel.cz/7-druhu-plytvani-ne-vyuzita-sance-jak-nemrhat-zdroji/>

IKVALITA. 2020. *Vývojové diagramy* [online]. [cit. 2020-09-17]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=25>

MANAGEMENTMANIA. 2020. *Procesní analýza (Process analysis)* [online]. [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>

SVĚT PRODUKTIVITY. 2020. *Metodika: Plýtvání* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEZ	Celková efektivita zařízení
ELVIS	Elektronický výrobní informační systém
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PC	Personal computer
SCH III	Kombinovaný tažný stroj
SMED	Single Minute Exchange of Die
TOC	Theory of Constraints
TPM	Totálně produktivní údržba
VIS	Výrobní informační systém
VSM	Value Stream Mapping

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Základní schéma utváření produktu (Tomek a Vávrová, 2014)	13
Obrázek 2: Obecné schéma transformačního procesu (Tomek a Vávrová, 2014)	14
Obrázek 3: Vnitřní a vnější význam cílů řízení výroby (Keřkovský a Valsa, 2012).....	15
Obrázek 4: Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013)...	16
Obrázek 5: Štíhlý a inovativní podnik (Košturiak a Frolík, 2006)	18
Obrázek 6: 8 druhů plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, 2020).....	20
Obrázek 7: Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006)	21
Obrázek 8: Schéma buňkového uspořádání pracoviště (Chromjaková, 2013).....	22
Obrázek 9: Struktura Ishikawa diagramu (Chromjaková, 2013).....	24
Obrázek 10: Cyklus zvyšování produktivity (Bloudek, 2013)	26
Obrázek 11: Ukazatel efektivnosti využití stroje nebo zařízení (API, 2018)	31
Obrázek 12: Metoda 5S (API, 2016)	31
Obrázek 13: Červené karty 5S (Enna capital partners, 2020).....	32
Obrázek 14: Označení minimální a maximální úrovně zásob (API, 2020)	33
Obrázek 15: Totálně produktivní údržba (Bobák, 2011)	35
Obrázek 16: Schéma přetypování (Košturiak a Frolík, 2006)	38
Obrázek 17: Metoda SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)	39
Obrázek 18: Postupový diagram tvorby FMEA (vlastní zpracování)	43
Obrázek 19: Symboly procesní analýzy (API, 2020)	46
Obrázek 20: Organizační struktura (vlastní zpracování)	50
Obrázek 21: Ukázka výrobního programu (interní materiály firmy)	51
Obrázek 22: Schéma technologických toků (interní materiály firmy)	52
Obrázek 23: Ukázka tažení ze svitku (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 24: Procesní schéma linky SCH III (vlastní zpracování)	53
Obrázek 25: Nepořádek na pracovišti SCH III (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 26: Graf celkové výroby v procentech za rok 2019 (vlastní zpracování)	65
Obrázek 27: Lay-out výrobní haly SCH III pro zavedení 5S (Interní materiály firmy).....	72
Obrázek 28: Před a po realizaci 5S (vlastní zpracování)	73
Obrázek 29: Návrh informační tabule (vlastní zpracování).....	73
Obrázek 30: Ukázka uspořádání nářadí (vlastní zpracování)	74
Obrázek 31: Protokol interního auditu TPM – SCH III (interní materiály firmy)	75
Obrázek 32: Zavěšený štítek abnormality (vlastní zpracování).....	76
Obrázek 33: Barevné značení mazacích míst (vlastní zpracování)	77

Obrázek 34: Ukázka evidence olejů a maziv za 2. pololetí 2020 (vlastní zpracování)	78
Obrázek 35: Procesní diagram tažení oceli (vlastní zpracování).....	86
Obrázek 36: Úprava odvíjecího trnu a gumové rohože (vlastní zpracování)	87
Obrázek 37: Návleky na ližiny VZV (vlastní zpracování)	87
Obrázek 38: Hierarchie výrobního informačního systému (interní materiály firmy).....	94
Obrázek 39: Mapa stroje SCH III s místy sledování kvality výroby (vlastní zpracování)..	94
Obrázek 40: Dialogové okno s číselníky prostožů (vlastní zpracování)	95

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přestavby na SCH III (interní materiály firmy).....	56
Tabulka 2: Procesní analýza linky SCH III (vlastní zpracování)	59
Tabulka 3: Analýza CEZ (interní materiály firmy)	61
Tabulka 4: Přehled navážky a výroby (vlastní zpracování).....	62
Tabulka 5: Přehled finančních ukazatelů firmy za rok 2019 (vlastní zpracování)	64
Tabulka 6: Zastoupení jednotlivých linek na hospodářském výsledku (vlastní zpracování)	65
Tabulka 7: Přehled vytíženosti jednotlivých výrobních linek (vlastní zpracování)	66
Tabulka 8: Určení pořadí linek podle analýzy výkonnosti (vlastní zpracování)	66
Tabulka 9: Logický rámec projektu (vlastní zpracování).....	68
Tabulka 10: Analýza rizik projektu (vlastní zpracování)	71
Tabulka 11: Ukázka mazacích plánů výrobní linky (vlastní zpracování)	77
Tabulka 12: Výsledky časového snímku přestavby – rovnač, frézař (vlastní zpracování)..	80
Tabulka 13: Výsledek činností po analýze SMED (vlastní zpracování)	82
Tabulka 14: Jízdní řád – rovnač, frézař (vlastní zpracování)	82
Tabulka 15: Zvýšení kapacity linky pomocí metody SMED (vlastní zpracování).....	84
Tabulka 16: Hlavní úkoly vyplývající z analýzy SMED (vlastní zpracování).....	84
Tabulka 17: Analýza FMEA (vlastní zpracování).....	88
Tabulka 18: Hodnocení rizik (vlastní zpracování)	91
Tabulka 19: Celková bilance CEZ za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování).....	96
Tabulka 20: Výpočet normočasu z celkové výroby za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování)	97
Tabulka 21: Celkové výsledky kvality – únor 2021 (vlastní zpracování)	98
Tabulka 22: Výsledky předpokládané produkce za měsíc únor 2021 (vlastní zpracování)	99
Tabulka 23: Celkové náklady na realizaci projektu zefektivnění linky (vlastní zpracování)	101
Tabulka 24: Předpokládané roční finanční zhodnocení (vlastní zpracování).....	102

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Kontrolní audit 5S – SCH III

Příloha P II: Zápis z jednání týmu 5S – SCH III

Příloha P III: Standard čištění 5S – SCH III

Příloha P IV: Kontrolní audit po zavedení 5S – SCH III

Příloha P V: Standard vyhledávání, evidence a odstraňování abnormalit

Příloha P VI: Aplikace ETSZ

Příloha P VII: Standard mazání TPM

Příloha P VIII: Kontrolní audit TPM – SCH III

PŘÍLOHA P I: KONTROLNÍ AUDIT 5S – SCH III

Kontrolní audit programu 5S - Tažirna oceli, a.s.			
Provoz:	Tažirna oceli	Datum: 17.5.2020	
Pracoviště:	SCH III - kombinovaný tažný stroj		
		Body	Počet
1.	Složení týmu odpovídá zásadám 5S	8	7
2.	Pracovníci znají princip, výsledky a cíl metody 5S	7	3
3.	Vzhled a aktuálnost informační tabule o průběhu 5S	10	1
4.	Na pracovišti nejsou zbytečné věci	10	2
5.	Předměty a nářadí na pracovišti jsou racionálně uloženy	10	3
6.	V uzamčených prostorech nejsou zbytečné věci	9	5
7.	Čistota a uložení nářadí a přípravků ve stolech a skříních	8	3
8.	Pracovníci mají potřebné nářadí a čisticí prostředky	8	8
9.	Čistota pracoviště	7	6
10.	Čistota strojů a zařízení	7	6
11.	Čisticí prostředky jsou racionálně uloženy a vizualizované	7	4
12.	Stroje a zařízení jsou řádně označeny	9	7
13.	Vizualizace uzavřených a uzamčených prostorů	9	4
14.	Uložení pomůcek, nástrojů a materiálu je vizualizováno	9	4
15.	Stanovení minima a maxima náhradních dílů a spotřeby	10	3
16.	Tvorba a srozumitelnost standardů	9	2
17.	Každodenní kontrola dodržování standardů a zásad 5S	10	4
18.	Celkový dojem z pracoviště	9	1
Celkem bodů:		156	73


Hodnocení: <81 bodů- nevyhovující,
81 až 101 bodů - vyhovující, 102 až 120 bodů - dobrý,
121 až 139 bodů - velmi dobrý, >139 bodů - výborný

nevyhovující


Poznámky auditora:

Vstupní audit před zavedením 5S
 Uložit a vizualizovat čisticí prostředky.
 Odstranit nepotřebné věci z pracoviště
 (volně ložené přípravky, zbytky železa, staré rukavice, atd.). Ve skladě je chaos, nejsou označené uzamčené prostory a skříně, co se v nich nachází, nářadí jsou „uložené“ bez systému, nacházejí se tam již nepotřebné předměty nejsou stanovené minima a maxima náhr. dílů.
 Je potřeba provést revizi všech předmětů logisticky uspořádat (sektory) náhradní díly, uložit a vizualizovat uložení, stanovit minima-maxima, evidenci nářadí, atd.

Přítomen:
Jan Zámečník

Podpis: 

Auditor:
Ing. Jan Krzok

Podpis: 

PŘÍLOHA P II: ZÁPIS Z JEDNÁNÍ TÝMU 5S – SCH III

Zápis z jednání týmu 5S provozu Tažirna oceli

Pracoviště SCH III

Datum: 22.5.2020

Program:

1. Program 5S
2. Projednán zápis z posledního auditu ze dne 18.5.2020

Vyhotovením zápisu je pověřen: **Vedoucí týmu**

1. Program 5S

Byl zhodnocen stávající stav 5S, umístění (nářadí, přípravků, čisticích prostředků, atd.), uspořádání pracoviště, vizualizace, kontroly dodržování 5S, auditů, atd., který je vyhovující a nebyly podány žádné návrhy na změnu. Zhodnocení standardů uložení nářadí, náhradních dílů (minima – maxima), čištění pracoviště, čištění strojů, atd).

1. Označit zřetelně skříně s nářadím.
2. Splnění úkolu – podpis pověřené osoby.
3. Označit všechny uzavřené prostory-skříně.
4. Zkontrolovat úklidové prostředky-(dodržování uspořádání dle nafocného standardu)
5. Větší důraz na vyhledávání a zaevidování abnormalit do ETSZ do VISu
6. Pravidelně aktualizovat informační tabuli.

Zodpovídá: **vedoucí týmu.**

Termín: 22.5.2020

Skutečný termín realizace: 30. 6. 2020

2. Různé

Kontrolou dodržování termínu plnění jednotlivých opatření, informováním o průběhu jednotlivých opatření, aktualizací informační tabule, pořízením fotodokumentace, archivací, atd. je pověřen

Další záležitosti:

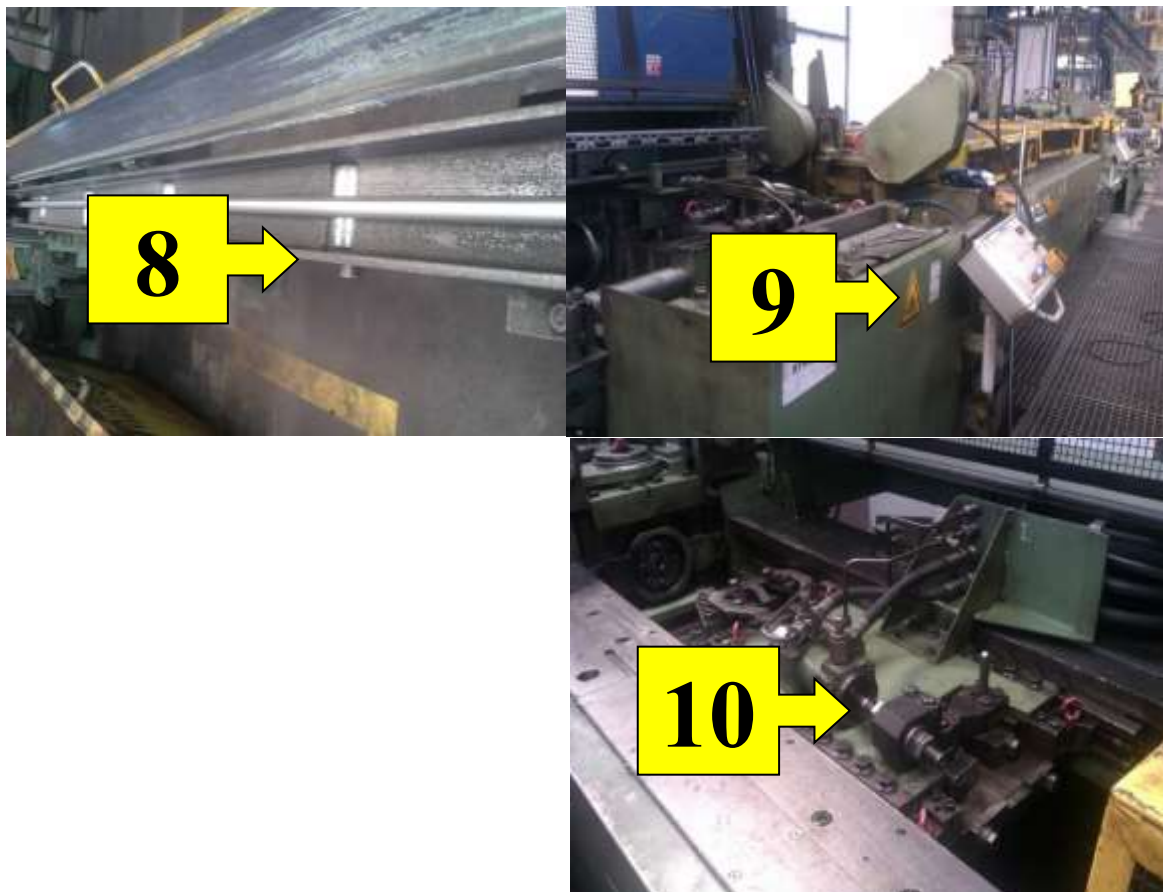
Zapsal: **Vedoucí týmu** Vyvěšeno dne 22.5.2020



PŘÍLOHA P III: STANDARD ČIŠTĚNÍ 5S – SCH III

STANDARD ČIŠTĚNÍ 5S

Pracoviště
SCH III/Tažná
stolice



Č.	Místo	Jaký stav má být dosažen	Pomůcky	Zodpovídá	Čas úklidu	Interval
8.	Koryto	Bez okují, prachu a broků	Smetáček	Tažec	5 minut	Dle potřeby a páteční úklid
9.	Tažná stolice	Bez okují, prachu a mastnoty	Hadr a Odmašťovadlo	Tažec	15 minut	Páteční úklid
10.	Tažné vozíky	Bez okují, prachu a mastnoty	Hadr a Odmašťovadlo	Tažec	25 minut	Každou směnu

Za kontrolu dodržování standardu čištění je odpovědný mistr!

PŘÍLOHA P IV: KONTROLNÍ AUDIT PO ZAVEDENÍ 5S – SCH III

Kontrolní audit programu 5S – Tažirna oceli, a.s.

Provoz:
Tažirna oceli

Pracoviště:
SCH III

Datum:
08.7.2020

		Bodů	Počet
1.	Složení týmu odpovídá zásadám 5S	8	8
2.	Pracovníci znají princip, výsledky a cíl metody 5S	7	4
3.	Vzhled a aktuálnost informační tabule o průběhu 5S	10	7
4.	Na pracovišti nejsou zbytečné věci	10	6
5.	Předměty a nářadí na pracovišti jsou racionálně uloženy	10	8
6.	V uzamčených prostorech nejsou zbytečné věci	9	6
7.	Čistota a uložení nářadí a přípravků ve stolech a skříních	8	8
8.	Pracovníci mají potřebné nářadí a čisticí prostředky	8	8
9.	Čistota pracoviště	7	4
10.	Čistota strojů a zařízení	7	5
11.	Čisticí prostředky jsou racionálně uloženy a vizualizované	7	6
12.	Stroje a zařízení jsou řádně označeny	9	8
13.	Vizualizace uzavřených a uzamčených prostorů	9	8
14.	Uložení pomůcek, nástrojů a materiálu je vizualizováno	9	9
15.	Stanovení minima a maxima náhradních dílů a spotřeby	10	8
16.	Tvorba a srozumitelnost standardů	9	9
17.	Každodenní kontrola dodržování standardů a zásad 5S	10	7
18.	Celkový dojem z pracoviště	9	7
	CELKEM BODŮ	156	126

HODNOCENÍ:

< 81 bodů - nevyhovující,
81 až 101 bodů - vyhovující, 102 až 120 bodů - dobrý,
121 až 139 bodů - velmi dobrý, >139 bodů - výborný

VELMI DOBRÝ

Poznámky auditora:

V zápisech z jednání týmu více rozpracovat program 5S- náměty, úkoly. Odklidit odložené dřevěné špalky a papír vedle modrých skříní. Při úklidu se zaměřovat i na různé kouty mezi skříněmi. Pomocí každodenní kontroly sledovat dodržování standardů uložení pomůcek a nářadí v pracovních skříních. Dbát na úklid a čištění.

Auditor: **Raszka Jiří - VYg**

Zástupce
provozu: **p. Molin**



PŘÍLOHA P V: STANDARD VYHLEDÁVÁNÍ, EVIDENCE A ODSTRAŇOVÁNÍ ABNORMALIT

Standard vyhledávání, evidence a odstraňování abnormalit

SCH III

Evidence a záznamy o způsobu a termínech odstraňování abnormalit se navádí do **V.I.S.u** (výrobního informačního systému) v databázi **ETSZ** (evidence technického stavu zařízení).

Postup:

1. Obsluha (tažec, rovnač, pilař, frézař, navádění) v rámci čištění a obsluhy zařízení vyhledává abnormality.
2. Pokud obsluha objeví a sama abnormalitu odstraní, provede záznam (pokud to situace dovoluje neprodleně) do **ETSZ** popis abnormality a způsob odstranění abnormality.
3. Pokud obsluha abnormalitu objeví a nemůže ji odstranit, označí tuto abnormalitu štítkem s pořadovým číslem, navede (pokud to situace dovoluje neprodleně) popis abnormality do **ETSZ**.
4. Údržba na abnormalitu zareaguje (**ZAHÁJÍ**) do 24h od zaevidování v **ETSZ** (přednost mají poruchy), abnormalitu odstraní, sundá štítek a uloží ho na určené místo, v **ETSZ** popíše způsob odstranění abnormality. Pokud údržba abnormalitu neodstraní, ale pouze zahájí, provede záznam do **poznámek v ETSZ**, případně uvede v poznámce termín, kdy bude odstraněna a zda-li zařízení může i nadále pracovat.
5. Pokud není abnormalita odstraněna ihned, ale pouze zahájená, tak zodpovědná osoba (vedoucí údržby, mistr, vedoucí týmu, ASŘ) navede do poznámek informace v **ETSZ**. Pověřená osoba odstraní abnormalitu v možném termínu, sundá označovací štítek a uloží ho na určené místo, navede způsob odstranění abnormality do **ETSZ** a ukončí ji.

Zodpovědná osoba údržby, náradím, ASŘ, anebo provozní zodpovídá za odstranění abnormality a provedení záznamu předpokládaného termínu odstranění abnormality. Pokud nebudou práce na odstraňování abnormality zahájeny včas a následkem toho nastane porucha zařízení (stroje), tak za tuto poruchu nese plnou odpovědnost zodpovědná osoba.

Zodpovědné osoby:

Strojní údržba : podpis.....

Elektro údržba : podpis.....

Náradí : podpis.....

Kompletní seznam všech zodpovědných osob údržby je k dispozici na disku G: ve složce TPM, anebo u koordinátora TPM.

ASŘ : podpis.....

Vedoucí týmu (mistr) : podpis.....

Schválil:

.....

Vyhotovil:

.....

Ve Starém Městě 15. 4. 2020

Vedoucí provozu Tažimy oceli

PŘÍLOHA P VI: APLIKACE ETSZ

Všechné podzář.

Od: 10.03.2021

Do: 11.03.2021

Zobrazeno 9 činností.

Pouze z "výrob. zář."

A E S

P B

Název činnosti	Zařízení	Zadáno	Zahájení	Ukončení	Omez.	Dovozy	Zadal	Zahájil	Ukončil	Čísť zařízení
P A - Abnormalita ...	VF-KTS 4 (komb. lažný st.,	29.3. 23:49	30.3. 09:22				Čajka Josef	Zachar Tomáš		FS KTS 4
E Renovace	VF-KTS 4 (komb. lažný st.,	31.8. 10:59					Sefrnálek Lukáš			
S Prevence	Vstupní zaváděcí zaříže...	20.8. 13:13	20.8. 13:13				Koudela Josef			
S Oprava	TAŽNÝ STROU - stopní	23.7. 11:36	23.7. 08:00				Vávra Jiří			
S Prevence	ROVNAČKA WRP 60 - s...	12.1. 12:30					Zelinka Vladimír			
S Prevence	ROVNAČKA WRP 60 - s...	10.3. 04:53	9.3. 22:00	10.3. 05:30			Veselý Jan	Veselý Jan	Veselý Jan	
E Prevence	TAŽNÝ STROU - elektro	10.3. 05:30	9.3. 22:00	10.3. 05:32			Otláčka Jiří	Otláčka Jiří	Otláčka Jiří	
S Výroba ND	NAHRADNÍ DÍLY - údržb...	10.3. 05:49	9.3. 22:00	10.3. 04:00			Hanašček Vojtěch	Hanašček Vojtěch	Hanašček Vojtěch	
S Oprava nástrojů...	NÁSTROJIE, NÁRAĐÍ	10.3. 05:51	10.3. 04:00	10.3. 06:00			Hanašček Vojtěch	Hanašček Vojtěch	Hanašček Vojtěch	

ETSZ - Abnormalita

Název činnosti: A - Abnormalita Stav: P - Abnormalita Řeší se

Zařízení: VF-KTS 4 (komb. lažný stroj) Sap typ zakázek: AP01 Čísť zařízení: FS KTS 4

Základní údaje: Poznámky: Pokyny: Soubory: Hodnoty

Vznik abnormality: Kdo zaevidoval: Priděleno: A - ASR Čísť abnormality: 6

29.03.2017 23:49 Čajka Josef

Zahájení abnormality: Kdo zahájil: Datum a čas: 02.05.2017 22:17:35

30.03.2017 09:22 Zachar Tomáš

Ukončení abnormality: Pridělit: Máčal Jaroslav

Projev závady: pohyblivá strana tržny nedodržovaná kolmé čelo

Způsob opravy: Plynové vzpěty doplněny dle poznámky

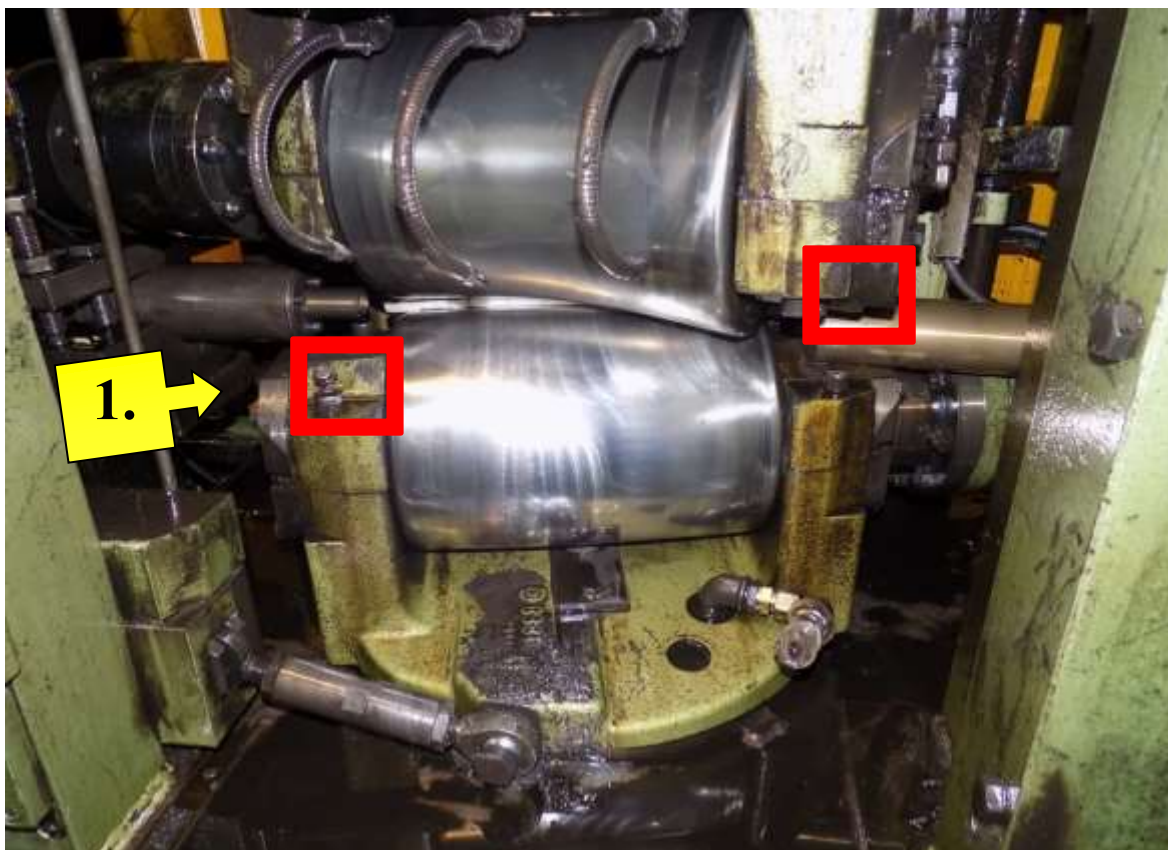
Ok Storno

PŘÍLOHA P VII: STANDARD MAZÁNÍ TPM

STANDARD MAZÁNÍ TPM

Pracoviště
SCH III – rovnačka

Tento standard je pouze pracovní pomůckou, ve vizualizaci není možné zachytit všechna mazací místa a počet maznic. Podrobný mazací plán je k dispozici v technologických postupech!



LEGENDA: □ INTERVAL MAZÁNÍ JEDNOU TÝDNĚ PŘI IP
○ INTERVAL MAZÁNÍ JEDNOU MĚSÍČNĚ PŘI IP

Č.	Místo	Druh maziva	Interval	Kdo	Počet mazacích míst
1.	Rovnačka	Plastické mazivo	Dle barevného rozlišení	Rovnač	2 + 2 i z druhé strany

Za kontrolu dodržování standardu mazání a následné evidence a zápisů do knih mazání je odpovědný vedoucí týmu!

PŘÍLOHA P VIII: KONTROLNÍ AUDIT TPM – SCH III

Kontrolní audit 3.kroku TPM a 5S		Hodnocení	Počet
CELKEM BODŮ		DOBRY	168
METODA 5S			
Celkem body (minimálně 45 bodů)		81	69
1.	Složení týmu odpovídá zásadám 5S	5	5
2.	Pracovníci dokáží prezentovat výsledky 5S	4	3
3.	Standardy jsou jednoznačné a vhodně umístěné	6	5
4.	Způsob kontroly dodržování 5S	6	5
5.	Úroveň čištění pracoviště	7	6
6.	Čistící prostředky jsou uloženy a vizualizované	7	6
7.	Na pracovišti nejsou zbytečné věci	8	7
8.	V uzavřených a uzamčených prostorech nejsou zbytečné věci	8	7
9.	Nářadí a materiál je uložený	7	6
10.	Vizualizace prostorů, materiálu, pomůcek a nástrojů	7	6
11.	Stanovení minima a maxima	7	6
12.	Celkový dojem	9	7
1. KROK TPM			
Celkem body (minimálně 35 bodů)		63	51
13.	Složení týmu odpovídá zásadám TPM	7	7
14.	Pracovníci znají cíl a principy TPM	6	5
15.	Standardy stroje jsou úplné a vhodně umístěné	6	5
16.	Stroje a zařízení jsou řádně označené	6	5
17.	Vyhledávání a evidence abnormalit je průběžné	8	5
18.	Obsluha správně označuje a eviduje abnormality	7	5
19.	Pracovníci odstraňují abnormality dle standardu	7	6
20.	Zahájení odstranění abnormality je v termínu	7	6
21.	Aktuální informace na informační tabuli a v databázi	9	7
2. KROK TPM			
Celkem body (minimálně 18 bodů)		33	20
22.	Provedení analýzy abnormalit	7	5
23.	Řešení výsledku analýzy a problematických míst	7	4
24.	Projednání návrhu a podnětu pracovníků	7	4
25.	Realizace a kontrola přijatých opatření	7	4
26.	Aktuální informování o 2. kroku TPM	5	3
3. KROK TPM			
Celkem body (minimálně 18 bodů)		34	28
27.	Příprava materiálu k projednání 3. kroku TPM	7	6
28.	Přijata opatření (úprava cyklu, mazání obsluhou, atd.)	7	6
29.	Standardizace mazání	7	6
30.	Realizace a kontrola přijatých opatření	7	5
31.	Aktuální informování o průběhu 3. kroku TPM	6	5