Projekt optimalizace výrobního procesu u vybrané firmy

Bc. Alice Zbořilová, DiS.

Diplomová práce
2024

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav podnikové ekonomiky

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. Alice Zbořilová, DiS.**
Osobní číslo:	**M210026**
Studijní program:	**N0413A050023 Ekonomika podniku a podnikání**
Specializace:	**Podnikání a ekonomika podniku**
Forma studia:	**Kombinovaná**
Téma práce:	**Projekt optimalizace výrobního procesu u vybrané firmy**

Zásady pro vypracování

Úvod
Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.
I. Teoretická část

- Vytvořte literární rešerši zaměřenou na řízení výrobních procesů, včetně popisu KPIs a výkonnosti firem.

II. Praktická část

- Představte firmu, její procesy, typy výrob, používané materiály, zařízení a technologii svařovaní.
- Analyzujte stávající výrobní procesy s akcentem na proces svařování, používané KPIs a současné ekonomické výsledky.
- Na základě zjištěných nedostatků navrhněte změny, které souvisí s novými materiály, KPIs a proveďte ekonomické zhodnocení návrhu.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-1-5393-2294-8.
LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby.* Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5.
NĚMEC, Milan; SUCHÁNEK Jan a ŠANOVEC Jan. *Základy strojírenské technologie* I. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 9788001060568.
POPESKO, Boris a PAPADAKI, Šárka. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení.* 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2016,. ISBN 978-80-247-5773-5.
TASCHNER, Andreas a CHARIFZADEH, Michael.*Management and cost accounting: tools and concepts in an Central European context.* Weinheim: Wiley-VCH, 2016. ISBN 9783527508228.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Briš, CSc.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Petr Novák, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA

BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 26. 4. 2024

Jméno a příjmení: Bc. Alice Zbořilová, DiS

…….
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na vytvoření projektu pro zlepšení procesu ve firmě ABC s.r.o. Práce analyzuje samotný proces výroby CMA a data z interních systému výroby, kvality a controlligu. Na základě analyzovaných dat jsou vyčísleny náklady spojené s procesem a vytvořen projekt na odstranění zjištěných nedostatků. Projekt spočíval ve výměně stávajícího svařovacího drátu za nový typ s jinými vlastnostmi. Díky změnám došlo k odstranění největších časových ztrát, zvýšení celkové efektivnosti montážní linky a zvýšení provozního zisku.

Klíčová slova: projekt, proces, analýza nákladů, KPI, ukazatel MTBF, ukazatel MTTR, provozní zisk procesu, SMART metoda, SWOT analýza.

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the creation of a project for process improvement in the company ABC s.r.o. The diploma thesis analyzes the CMA production process, data from internal system, maitenance departmemt, quality and controllig department. The costs associated with the process are calculated. From the analyzed data is created project to eliminate the identified eficiencies. The project consisted in replacing the existing welding wire with a new type with different properties. Thanks to the changes, the biggest time losses were eliminated, the overall efficiency of the assembly line increased and the operating profit increased.

Keywords: project, process, cost analysis, KPI, MTBF indicator, MTTR indicator, process operating profit, SMART method, SWOT analysis.

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Ing. Petru Brišovi CSc., za jeho odborné vedení, přínosné připomínky a podněty, které přispěly ke kvalitě této diplomové práce. Také velice děkuji manažerovi technické údržby panu Václavu Martiňákovi, který mi věnoval obrovskou soustu času při řešení technických otázek a otázek týkající se provozu linky. Poděkování patří také mým kolegům a kolegům z jiných oddělení za spolupráci, poskytnutá data a informace.

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

OBSAH

ÚVOD **9**
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE **10**
I TEORETICKÁ ČÁST **11**
1 VÝROBNÍ PROCES **12**
1.1 Typy výrobních procesu 12
1.2 Charakteristika procesně řízené firmy 13
1.3 Podnikové procesy 13
1.4 Kvalita procesů 15
1.5 Metody a nástroje pro zlepšování kvality procesů 15
2 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ **16**
2.1 Projekt 17
2.2 Základní role v projektu 17
2.3 Definování cílů podle metodiky SMART 20
2.4 SWOT Analýza 20
2.5 Riziková Analýza 21
2.6 Logický Rámec 22
3 LEAN MANAGEMENT **24**
3.1 Definice Lean managementu 24
3.2 TPM (Total Productive Maintenance) 24
4 KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI (KPI) **26**
4.1 Ukazatelé MTBF a MTTR 26
5 KALKULACE NÁKLADŮ **28**
5.1 Základní členění nákladů 28
5.2 Struktura nákladů 29
5.3 Kalkulace nákladů v hromadné výrobě 30
6 METODA SVAŘOVÁNÍ **31**
6.1 Definice svařovací metody MIG - MAG 31
6.2 Svářecí zařízení pro metodu MIG - MAG 32
6.3 Kvalita svarů 32
II PRAKTICKÁ ČÁST **33**
7 POPIS VYBRANÉ SPOLEČNOSTI **34**
7.1 Procesy firmy 35
7.2 Popis optimalizovaného procesu CMA 36

7.2.1 Popis hlavní výrobní linky procesu CMA 37
7.2.2 Používané materiály 39
7.3 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MEATENANCE) 41
7.3.1 Autonomní údržba 41
7.3.2 Plánovaná údržba 41
8 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU A SOUČASNÝCH EKONOMICKÝCH VÝSLEDKŮ 43
8.1 PŘÍČINY STOP-LINE ROBOTA 43
8.2 ROZBOR PORUCH 44
8.3 KLÍČOVÝ UKAZATEL MTTR (MEAN TIME TO REPAIR) 45
8.4 KLÍČOVÝ UKAZATEL MTBF (MEAN TIME BETWEEN FAILURES) 46
8.5 KVALITA SVARŮ 47
8.6 KALKULACE NÁKLADŮ PROCESU CMA 49
8.7 SWOT ANALÝZA 50
8.8 NEDOSTATKY ZJIŠTĚNÉ V RÁMCI ANALÝZY 53
9 NÁVRHY A DOPORUČENÍ NA ZLEPŠENÍ 56
9.1 NÁVRHY NA ELIMINACI PORUCH 56
9.2 PROJEKT NA IMPLEMENTACI NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ 57
9.3 CÍL PROJEKTU POPSÁN METODOU SMART 59
9.4 ROLE V PROJEKTU A ZODPOVĚDNOSTI 60
9.5 AKČNÍ PLÁN 61
9.6 RIZIKOVÁ ANALÝZA 62
10 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A PŘÍNOSY PROJEKTU 64
ZÁVĚR 70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 71
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 74
SEZNAM OBRÁZKŮ 75
SEZNAM TABULEK 76
SEZNAM PŘÍLOH 77

ÚVOD

Zlepšování podnikových procesů je v dnešní době významnou součástí rostoucích firem. Přístup neustálého zlepšování dokáže odhalit problematická místa, navrhnout řešení problémů, zvýšit kvalitu samotného výstupu a snížit náklady na proces.

Společnost ABC s.r.o. na procesu CMA řeší vysokou poruchovost výrobní linky z důvodu poruchy zaseklý robot, která tvoří 61% ze šesti nejčastějších poruch, řeší špatné výsledky ukazatelů MTTR a MTBF, špatnou kvalitu svarů na výrobcích a nízký provozní zisk.

Hlavním cílem práce je provést rozbor dat získaných z interního systému společnosti a na jejich základě identifikovat nejčastější neplánované poruchy, zjistit jejich příčinu, navrhnout řešení k jejich snížení a zhodnotit ekonomické přínosy úprav.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci výrobního procesu na lince CMA. Jedná se konkrétně o proces svařování, kde dochází k velkým ztrátám v důsledku poruchovosti výrobní linky, špatné kvality svarů a plýtvání spotřebním materiálem. Cílem diplomové práce je eliminovat tyto ztráty, optimalizovat proces svařování a dosáhnout vyššího provozního zisku procesu CMA.

V teoretické části diplomové práce je vymezena problematika výrobních procesů a projektového řízení, krátce je vysvětlena problematika svařování metod MIG a MAG a jsou popsány klíčové ukazatelé MTTR a MTBF.

Praktická část diplomové práce popisuje procesy firmy, proces CMA a danou svařovací linku. Dále jsou analyzovány problémy a náklady spojené s procesem výroby. Pomocí SWOT analýzy jsou identifikovány příležitosti a hrozby, které sebou proces nese. Diplomová práce předkládá návrhy a doporučení, které eliminují identifikované problémy. Na základě doporučení je vypracován projekt na výměnu svařovacího drátu. Metodou SMART jsou definovaný cíle, kterých chceme změnou dosáhnout. V závěru práce jsou zhodnoceny přínosy, které sebou projekt přinesl.

Metodologie pro vyhodnocování dat zahrnuje kombinaci kvalitativních a kvantitativních metod, testování nového drátu ve svařovacím procesu, monitorování provozních dat a nákladovou analýzu procesu CMA.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

Výrobní proces je součástí fungování každé firmy. Efektivní a optimalizovaný proces umožňuje firmám zvyšovat produktivitu, snižovat náklady a posilovat svoji konkurenceschopnost na trhu. Procesem se rozumí soubor činností na sebe navazujících. Každá následná činnost vytváří přidanou hodnotu, (Šmída, 2007, s. 29). ČSN EN ISO 9001:20011. *Definuje proces jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy.*

Procesní řízení (Business Process Management) lze chápat jako vlastní proces, který slouží k neustálému zlepšování výkonnosti organizace. Procesní řízení (management) představuje systémy, postupy, metody a nástroje trvalého zajištění maximální výkonnosti a neustálého zlepšování podnikových i mezipodnikových procesů, které vycházejí z jasně definované strategie organizace a jejichž cílem je naplnit stanovené strategické cíle. (Šmída, 2007)

1.1 Typy výrobních procesu

Výrobní proces se liší v závislosti na typu produktu, použité technologii a objemu výroby. Může se jednat o jednoduchý proces s ruční výrobou, typický pro řemeslné dílny, nebo o komplexní automatizovaný systém s velkým množstvím dílčích operací, běžný v automobilovém průmyslu.

Tomek a Vávrová (2014) dělí výrobní procesy podle objemu výroby na hromadnou, druhovou, sériovou, kusovou a výrobu šarži a partií.

Hromadnou výrobou se rozumí výroba časově neomezená, kdy se vyrábí jeden výrobek v masové míře. Zpravidla jde o výrobu s vysokým podílem automatizace. Hromadná výroba bývá často označována jako standardizovaná sériová výroba. Výroba zdůrazňuje proces standardizace všech prvků výrobního procesu, včetně materiálů, nástrojů, součástí a samotných výrobků. (Tomek a Vávrová, 2014)

Sériovou výrobu popisují Tomek a Vávrová jako výrobu, kde jsou realizovány různé obměny daného druhu nebo produktu. Výroba bývá označována také jako pružná hromadná výroba, nebo kombinovaná výroba. Tento typ výroby spojuje prvky standardizované hromadné výroby s individuálním přístupem typickým pro zakázkovou výrobu. Příkladem takového procesu jsou automobilové výrobní podniky, které dokáží vyrobit širokou škálu modelů s individuálními vlastnostmi zahrnujícími různé varianty

motoru, designu interiéru a exteriéru a další možnosti přizpůsobení podle požadavků zákazníka.

Výroba v šaržích je kontinuální výroba identických produktů. Jsou zde vyráběny identické výrobky s vysokou mírou standardizace. Výroba je obvykle vysoce automatizovaná a často se využívá v průmyslových odvětvích, jako je výroba léčiv nebo ocelí. (Tomek a Vávrová. 2014)

Tyto typy výrobních procesů se mohou vzájemně prolínat a mohou být kombinovány podle potřeb konkrétního průmyslového odvětví a specifikací produktů.

1.2 Charakteristika procesně řízené firmy

Procesně řízená firma je taková firma, která řídí své aktivity a procesy na základě předem definovaných a dokumentovaných procesů, které vedou k dosažení požadovaných výstupů. Tyto procesy jsou obvykle popsány formou mapek procesů znázorňující jednotlivé kroky procesu, zodpovědné osoby, vstupy a výstupy procesu. Procesy jsou průběžně monitorovány a vyhodnocovány, aby se identifikovaly a odstranily případné problémy. Firmy se neustále snaží o zlepšování procesů a jejich optimalizaci. Procesy jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky a očekávání zákazníků. (Šmída, 2007)

Šmída (2007) ve své knize rozsáhle popisuje vlastnosti procesu, které při správné implementaci a řízení budou firmě přinášet nespočet výhod.

Správně aplikované a zorganizované procesy vedou k tvorbě přidané hodnoty, za níž si je zákazník ochoten připlatit. Díky procesům firma může kvantifikovat některé jevy, zvyšovat přesnost odhadu některých budoucích událostí, odstranit neproduktivní činnosti, dosahovat rychleji navzájem nekompatibilních cílů, vystupovat jako celek, odstraňovat jednotlivé bariéry mezi útvary, podnikem a jeho partnery. Podnik se stane jednotným a spolupracujícím celkem, který bude podporovat práci a angažovanost všech týmů. (Šmída, 2007)

1.3 Podnikové procesy

Podnikové procesy jsou základními operativními a manažerskými aktivitami prováděnými v rámci organizace za účelem dosažení stanovených cílů. Existuje mnoho typů

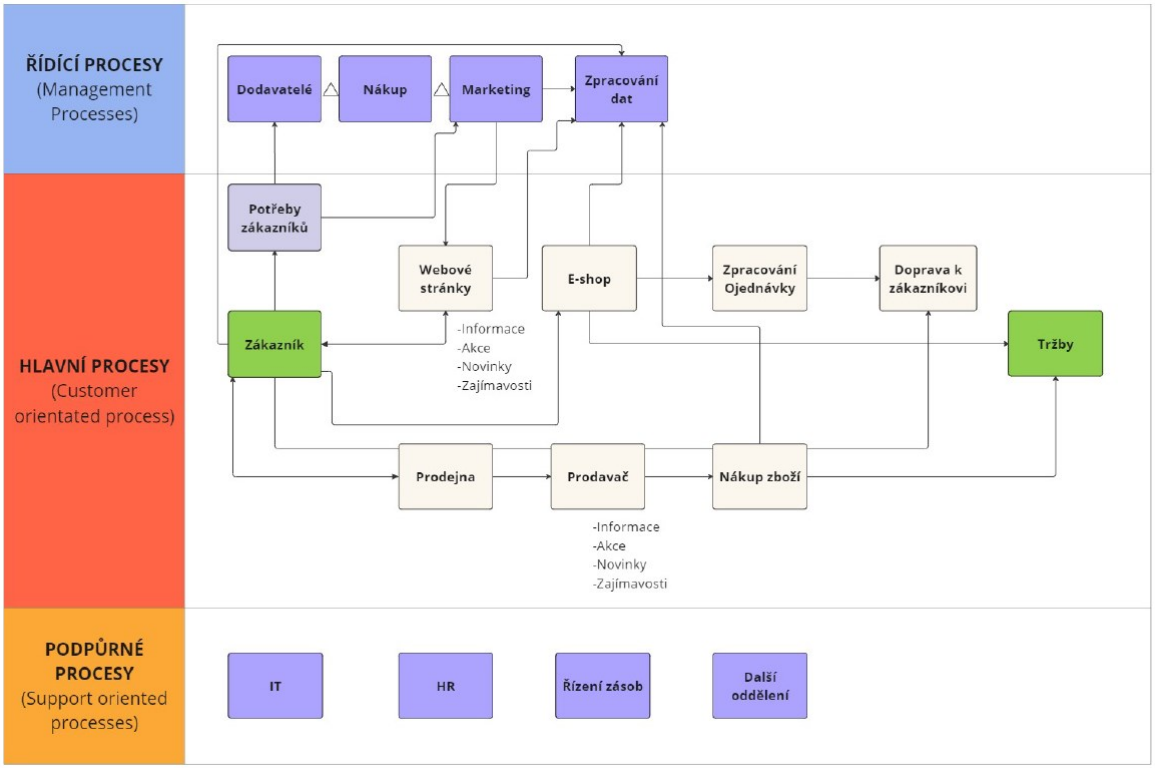
podnikových procesů, které mohou být specifické pro jednotlivé odvětví, velikost firmy nebo organizační strukturu.

Řepa (2012) uvádí univerzální dělení procesů na klíčové a podpůrné.

Klíčové procesy (hlavní procesy) zajišťují plnění poslání firmy a dodávají produkty či služby externím zákazníkům. Klíčové procesy probíhají napříč celou organizací a představují produkci jedné služby nebo produktů, která se věcně a procesně a ostatních liší. (Řepa, 2012)

Podpůrné procesy nejsou přímo součástí tvorby produktů či služeb, ale zajišťují nezbytný chod organizace a fungování hlavních procesů. Podporují chod organizace v oblastech jako infrastruktura, IT, administrativa, účetnictví a lidské zdroje. (Řepa, 2012)

Hlavní a podpůrné procesy tvoří dohromady komplexní systém, který zajišťuje fungování a dosahování cílů organizace. Procesy mohou být vzájemně propojeny a na sobě závislé, mohou být provázány prostřednictvím různých metodik a technologií, jako jsou například Lean management, Six Sigma, BPM (Business Process Management) a další. Každá organizace může mít specifické podnikové procesy přizpůsobené svým potřebám a cílům. Vzájemná spolupráce a efektivní fungování všech typů procesů je klíčové pro prosperitu a úspěch organizace. (Řepa, 2012)



Obrázek 1 Firemní procesy (vlastní zpacování)

1.4 Kvalita procesů

Procesy zahrnují soubor aktivit, které vedou k dosažení požadovaných cílů a uspokojení potřeb zákazníků. Kvalitní procesy se vyznačují efektivitou, spolehlivostí a pružností.

TQM "Total Quality Management" (Celkový managment kvality) je strategií řízení, která je zaměřena na zlepšování kvality produktů a procesů v organizaci. TQM klade důraz na zapojení všech zaměstnanců do procesu zlepšování kvality a kontinuální vylepšování, s důrazem na potřeby a trvalou spokojenost zákazníků. TQM vychází z myšlenek, jako jsou nulové chyby, nulové odpady a neustálé zvyšování efektivity a efektivnosti procesů. (Jurová , 2016)

Za dodržování požadovaných standardů a norem (především v automobilovém průmyslu) je odpovědné oddělení kvality. Firmy mohou uznávat normy mezinárodní, evropské, nebo požadované zákazníky a legislativou. Nejvýznamnější normou v automobilovém průmyslu, která se týká kvality je norma ISO 9001:2016 Systém managementu kvality a norma IATF 169:2016.

1.5 Metody a nástroje pro zlepšování kvality procesů

Existuje široká škála metod a nástrojů pro zlepšování kvality procesů. Metody a nástroje slouží k identifikaci, analýze a optimalizaci procesů s cílem dosáhnout vyšší úrovně kvality výstupů, snížení nákladů, zlepšení efektivity a zvýšení spokojenosti zákazníků.

Nejčastěji používané metody a nástroje pro zlepšování kvality procesů jsou Six Sigma, Kaizen, DMAIC, PDCA cyklus, LEAD, Fishbone diagram (Ishikawa diagram), procesní mapování, Pareto analýza. (Janišová, 2013)

Jurová (2016) pro rozdělní metod uvádí pojem World Class (světová třída). Popisuje ji jako filozofii, která má dvě navazující oblasti WCM (World Class Manufacturing), WCP (World Class Performance) a WCB (World Class Business). Mezi metodiky WCN řadí TQM, EFQM, JIT, Lena Manufacturing, Six Sugmu, Kaizen.

Kvalita procesů je proces trvalý a vyžadující systematický přístup. Investování do těchto procesů se firmám vrací v podobě zvýšené produktivity, spokojenosti zákazníků a vyšší konkurenceschopnosti na trhu.

2 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Projektové řízení se zabývá plánováním, organizací, řízením a sledováním projektů. Cílem je dosáhnout určených cílů v rámci stanovených omezení týkajících se rozpočtu, času a zdrojů. Projektové řízení je klíčové pro efektivní realizaci projektů a dosažení požadovaných výsledků. (Máchal et. al., 2015)

Projektové řízení je komplexní oblast. Přináší firmám mnoho benefitů. Pokud se firma rozhodne zavést projektové řízení, je důležité, aby si vybrala vhodné nástroje a metody a aby zajistila, že jejich používání budou všichni zúčastnění chápat. Projektovým řízením se zabývá několik mezinárodních asociací a institutů. (Máchal et. al., 2015)

IPMA (International Project Management Association)

IPMA je celosvětová asociace, která se zaměřuje na rozvoj a podporu profesionálního řízení projektů. Je známá svým 4levelovým modelem kompetencí, který rozlišuje čtyři úrovně certifikace pro projektové manažery na základě jejich zkušeností, dovedností a kompetencí. (IPMA, 2024)

IPMA poskytuje různé standardy a nástroje pro řízení projektů, včetně metodiky pro hodnocení a certifikaci projektových manažerů. (IPMA, ©2024)

PMI (Project Management Institute)

PMI je celosvětová nezisková organizace, která se specializuje na řízení projektů. Je známá především pro svůj standard PMBOK (Project Management Body of Knowledge), což je sbírka osvědčených postupů a metodik, které popisují nejlepší postupy v oblasti řízení projektů. (PMI, ©2024)

PMI také nabízí certifikace pro projektové manažery, jako je například certifikace PMP (Project Management Professional), která je jedním z nejuznávanějších certifikátů v oblasti projektového řízení. (PMI, ©2024)

PRINCE2 (Projects IN Controlled Environments)

PRINCE2 je metodika pro řízení projektů vyvinutá v Británii. Jedná se o postup, který poskytuje strukturovaný rámec pro správu projektů a definuje zodpovědnosti, postupy a procesy, které jsou zapotřebí k úspěšnému provedení projektu. PRINCE2 je založen na principech, které lze aplikovat na projekty různého typu a velikosti a poskytuje jasný rámec pro plánování, sledování a řízení projektů. Každý z těchto standardů má své vlastní výhody a vhodnost v závislosti na konkrétních potřebách organizace a povaze projektů, které se provádějí. Organizace často vybírají standard nebo kombinaci standardů podle svých potřeb a strategie. (Axelos, ©2024)

2.1 Projekt

Projekt lze definovat jako organizovanou iniciativu, která je vytvořena k dosažení určitého cíle nebo výsledku. Projekty mohou mít různou velikost, rozsah a komplexitu a mohou být prováděny v rámci různých oblastí podnikání, od vývoje produktů a služeb po implementaci nových systémů a procesů. Klíčové prvky projektu zahrnují stanovení jasných cílů, harmonogramu, rozpočtu a zdrojů, které jsou potřebné k jeho dokončení. Projekty se obvykle liší od rutinních operací nebo běžných činností tím, že mají jasně definovaný začátek a konec, jsou dočasné povahy a často vyžadují specifické řízení a plánování pro jejich úspěšné provedení. (Svozilová, 2006, s. 21)

Projekt vzniká podnětem, který může být různé povahy. Je nutné zhodnotit, zda se podnětu budeme věnovat a jak pro nás může být přínosný. Hodnocení se děje v předprojektové fázi. V této fázi posuzujeme proveditelnost podnětu pomocí logického rámce, zkoumají se různé varianty, shromažďují se náměty a požadavky na projekt a vyhodnocuje se, zda má projekt smysl a jakým způsobem jej můžeme realizovat. (Doležal, 2016)

2.2 Základní role v projektu

Základní roli v projektu mají zainteresované strany (stakeholdři). Jsou to osoby nebo organizace, které jsou aktivně zapojeny do projektu, nebo jejich zájmy mohou být pozitivně či negativně ovlivněny projektem, nebo jeho výsledkem. Strategický tým neboli řídící výbor projektu je obvykle zastoupen zadavatelem projektu, vlastníkem neboli sponzorem projektu. (Doležal, 2016)

Doležal (2016) ve své knize popisuje projektové řízení. Projektové řízení začíná plánováním, což zahrnuje definování cílů projektu, stanovení rozsahu práce, identifikaci zdrojů potřebných k provedení projektu a stanovení časového plánu. Projektový manažer musí sestavit tým odborníků a přidělit jim role a zodpovědnosti v rámci projektu. Dalším úkolem projektového manažera je identifikace možných rizik, která by mohla ovlivnit průběh projektu, vyvíjet plán pro jejich minimalizaci nebo řízení v případě, že se rizika vyskytnou. Součástí projektu je sledování nákladů projekt a snahou zajistit, aby se projekt vešel do stanoveného rozpočtu. Během projektu je důležité pravidelně sledovat pokrok vůči stanoveným cílům a harmonogramům. Sledování umožňuje identifikovat případné problémy nebo zpoždění a přijmout opatření k jejich řešení. Projektový manažer musí zajistit pravidelnou a účinnou komunikaci mezi členy týmu, zainteresovanými stranami a dalšími relevantními subjekty. (Doležal, 2016)

Důležitou součástí projektového řízení je také udržování dokumentace, která obsahuje plány projektu, záznamy o rozhodnutích, komunikaci a další přínosné informace.

Projektové řízení je klíčové pro úspěšné dokončení projektů ve firmě a může být realizováno pomocí různých metodik a nástrojů, jako je například PRINCE2, PMBOK (Project Management Body of Knowledge) nebo agilní metodiky jako Scrum.

Projektové řízení se používá v mnoha firmách a organizací. Mezi nejčastější příklady projektů patří vývoj produktů, marketingové kampaně, implementace informačních systémů, vědecko-výzkumné projekty, zlepšovaní kvality procesů. Existuje mnoho nástrojů a metod pro projektové řízení. Mezi nejčastější patří Ganttův diagram, síťové diagramy, metoda kritické cesty, rozpočet, komunikační plány. Svozilová (2011) ve své knize uvádí přehled možných technik a v přehledné tabulce 2 popisuje jejich výhody a nevýhody.

Technika	Výhody	Nevýhody
Delphi Skupina expertů vytváří individuální návrhy, jejichž souhrn je pak skupině prezentován. Poté se v dalším kole vytváří nové návrhy, které jsou základem další diskuse. Postup je opakován do dosažení shody ve skupině.	• získává individuální a nezávislé odpovědi od skupiny expertů • není ohrožena zkreslením prosazení vlivu silnějších individualit • lze provést s využitím e-mailu	• časová náročnost • nemůže využít výhod týmové spolupráce
Poučení z historických projektů	• využívá zkušeností ověřených výsledkem • omezuje znovu vymýšlení vynalezeného • může být doplněna individuálním dialogem	• může znamenat časově náročný výzkum • vyžaduje abstrakce vzhledem k odlišnostem v zadání • zkušenosti mohou mít časově omezenou platnost
Brainstorming Týmová diskuse na základě předem připravených podkladů a návrhů.	• výhody týmové spolupráce • může být aktivizací týmové spolupráce a součástí motivace	• časová náročnost • musí být dobře veden • je ohrožen prosazením vlivu silných individualit
Individuální diskuse	• snadno proveditelná	• může být zkreslena individuálním pohledem • nemůže využít výhod týmové spolupráce
Crawfordovy lístky Skupina expertů individuálně a opakovaně odpovídá na položenou otázku s tím, že žádná odpověď se nemůže opakovat. Každá odpověď je zapsána na lístek papíru. Na závěr mohou být diskutovány množiny odpovědí.	• jednoduchá • rychlá, časově nenáročná metoda • vedení nevyžaduje silného facilitátora • generuje velké množství námětů	• nemůže využít výhod týmové spolupráce
	• generuje pořadí závažnosti a může být základem pro stanovení priorit	
Identifikace kořenů problému Metoda se soustředí na identifikaci problému i jeho příčiny. Základem obranných návrhů je pak zásadní eliminace příčiny - kořenu problému, ne jeho symptomů.	• při správném použití může eliminovat některé vlivy se závislostí	• omezeně použitelná pro externí vlivy • může generovat podružná obtížně identifikovatelná rizika
SWOT analýzy Sestavení matice silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Strategie jsou voleny podle kombinace S-O, W-O, S-T, W-T.	• mezi páry identifikovaných položek lze najít závislosti, které mohou být použity pro volbu strategie	
Seznamy Připravené formuláře s políčky k označení vybrané varianty. Tato metoda je snadno zpracovatelná elektronicky.	• snadno zpracovatelná počítačovou formou • lehce vyhodnotitelná metoda • generuje pořadí závažnosti a může být základem pro stanovení priorit	• vytvoření seznamů vyžaduje použití jiných metod nebo údajů z historických projektů
Diagramy Diagram „rybí kost", vývojové diagramy, síťové grafy apod.	• jsou dobrým a snadno srozumitelným podkladem k diskusi	• vyžadují delší přípravu

Obrázek 2 Přehled technik pro projektové řízení (Zdroj: Svozilová, 2011)

2.3 Definování cílů podle metodiky SMART

SMART metoda je metoda, která se často používá k definování cílů v rámci procesního řízení. Tato technika je založena na akronymu SMART, který reprezentuje pět klíčových vlastností, které by měly být splněny pro úspěšné a efektivní stanovení cílů.

Svozilova (2011) a Řepa (2012) vysvětlují metodu SMART takto:

Specific (Specifický) - cíl by měl být specifický a jasně definovaný. Měl by být popsaný co nejdetailněji tak, aby bylo zřejmé čeho přesně má být dosaženo.

Measurable (Měřitelný) - cíl by měl být měřitelný, což znamená, že by mělo být možné kvantifikovat jeho úspěch nebo pokrok.

Achievable (Dosažitelný) - cíl by měl být realistický a dosažitelný v rámci dostupných zdrojů, času a schopností, nesmí být příliš ambiciózní ani příliš nenáročný.

Relevant (Relevantní) - cíl by měl být relevantní a odpovídat strategickým cílům a potřebám organizace.

Time-bound (Časově omezený) - cíl by měl být stanoven s jasným časovým rámcem nebo lhůtou, které má být dosaženo.

Doležal (2016) také doporučuje přidat do SMARTU „i“ – integrated, které znamená přidat perspektivu zákazníka externího nebo interního. Ušetří to spoustu nedorozumění změn víceprací a zdržení. Dalším doporučením Doležala (2016) pro efektivní vytyčení cílů je, aby cíl neurčoval způsob svého dosažení.

Použití techniky SMART při stanovení cílů v procesním řízení pomáhá zajistit, že jsou cíle jasně definovány, měřitelné a dosažitelné, což usnadňuje jejich sledování a dosažení. Tato technika je široce používána v různých oblastech řízení, včetně projektového řízení, strategického plánování a řízení výkonnosti.

2.4 SWOT Analýza

SWOT analýza je strategický nástroj používaný k posouzení silných stránek (Strengths), slabých stránek (Weaknesses), příležitostí (Opportunities) a hrozeb (Threats) spojených

s určitou situací, organizací, nebo rozhodovacím procesem. Tento rámec umožňuje organizacím a jednotlivcům lépe porozumět vnitřním a vnějším faktorům ovlivňujícím jejich cíle a strategie. (Máchal et. al., 2015)

Síly (Strengths) představují pozitivní vnitřní aspekty, které organizace nebo jedinec může využít k dosažení svých cílů. To může zahrnovat výhody, jako je silná značka, inovativní výrobky nebo služby, kvalifikovaný personál, efektivní procesy atd. (Máchal et. al., 2015)

Slabosti (Weaknesses) jsou negativní vnitřní aspekty, které organizace nebo jedinec musí řešit nebo překonat. Mohou to být nedostatky v infrastruktuře, nedostatečné zdroje, nedostatečné dovednosti či znalosti, neefektivní procesy apod. (Máchal et. al., 2015)

Příležitosti (Opportunities) jsou vnější faktory, které organizace nebo jedinec mohou využít k dosažení svých cílů. To může zahrnovat nové trhy, změny v trendech nebo regulacích, nové technologie, strategické aliance atd. (Máchal et. al., 2015)

Hrozby (Threats) představují vnější faktory, které mohou negativně ovlivnit organizaci nebo jedince. Mohou to být změny v konkurenčním prostředí, změny v chování zákazníků, hospodářské krize, změny v regulacích atd. (Máchal et. al., 2015)

SWOT analýza umožňuje organizacím identifikovat klíčové faktory, které ovlivňují jejich strategii a úspěch a vypracovat akční plány na základě těchto poznatků. SWOT analýza je často používána v oblasti strategického plánování, marketingového plánování, analýzy konkurence a rozhodování ve všech odvětvích a oborech.

2.5 Riziková Analýza

Každý projekt s sebou nese určitá rizika. Máchal et. al. (2015) definují rizika jako nepředvídatelné situace nebo události, které mohou mít negativní dopad na celkový úspěch projektu.

Pro Smejkala a Raise (2010) je riziko určitá pravděpodobná událost, která se bude lišit od předpokládaného stavu či vývoje a první krok k jejich snižování je riziková analýza.

Riziková analýza je proces identifikace, hodnocení a řízení rizik spojených s určitou činností, rozhodnutím, projektem nebo událostí. Cílem rizikové analýzy je identifikovat

potenciální hrozby a příležitosti a poskytnout informace, které umožní rozhodovatelům efektivně řídit rizika a minimalizovat jejich negativní dopady.

Smejkal a Rais (2010) ve své knize popisuji jednotlivé kroky, které vedou k úspěšnému řízení rizik.

Identifikace rizik. Prvním krokem je identifikace potenciálních rizik, které mohou ovlivnit danou činnost nebo projekt. To může zahrnovat identifikaci možných hrozeb (negativních rizik) a příležitostí (pozitivních rizik), které mohou mít vliv na dosažení cílů.

Hodnocení rizik. Jakmile jsou rizika identifikována, následuje jejich hodnocení, aby se určilo, jak závažná jsou a jaká je pravděpodobnost jejich výskytu. To obvykle zahrnuje kvantifikaci rizik na základě jejich dopadu a pravděpodobnosti a určení jejich priority.

Analýza rizikových faktorů. Po určení priorit rizik je důležité provést hlubší analýzu faktorů, které přispívají k rizikům. To může zahrnovat identifikaci příčin rizik a faktorů, které mohou zvýšit nebo snížit jejich výskyt.

Plánování řízení rizik. Na základě výsledků analýzy rizik je potřeba vypracovat plán řízení rizik, který určí opatření k minimalizaci negativních dopadů rizik a maximalizaci příležitostí. To může zahrnovat přijímání preventivních opatření ke snížení pravděpodobnosti výskytu rizik, přijímání opatření k minimalizaci jejich dopadů a přijímání opatření k využití příležitostí.

Monitorování a kontrola rizik: Riziková analýza je dynamický proces, který vyžaduje pravidelné monitorování a aktualizaci. Je důležité průběžně sledovat stav rizik a provádět případné úpravy plánu řízení rizik v reakci na nové informace nebo změny okolností. (Smejkal a Rais, 2010)

2.6 Logický Rámec

Logický rámec je nástroj používaný při plánování, implementaci a hodnocení projektů, programů nebo intervencí. Jedná se o strukturovaný přístup k popisu vztahů mezi vstupy, činnostmi, výstupy a výsledky intervence nebo projektu. Logický rámec umožňuje jasně definovat cíle, předpoklady a mechanismy, které jsou zapotřebí k dosažení požadovaných výsledků.

Doležal (2016) popisuje jednotlivé složky logického rámce.

Vstupy (Inputs) jsou zdroje, které jsou potřebné pro realizaci intervence nebo projektu. Mohou to být finanční zdroje, lidské zdroje, materiály, technologie, informace nebo jiné zdroje.

Činnosti (Activities) jsou konkrétní kroky nebo akce, které jsou provedeny v rámci intervence nebo projektu. Tyto činnosti jsou zaměřeny na dosažení stanovených cílů a mohou zahrnovat například vzdělávací programy, marketingové kampaně, stavbu infrastruktury atd.

Výstupy (Outputs) představují konkrétní produkty, služby nebo výsledky, které jsou vytvořeny nebo poskytnuty v rámci činností. Mohou to být například vzdělávací materiály, nové infrastrukturní prvky, služby pro klienty atd.

Výsledky (Outcomes) představují změny, které nastávají v důsledku výstupů a činností. Jsou to přímé a nepřímé důsledky intervence nebo projektu, které přispívají k dosažení stanovených cílů. Mohou zahrnovat změny v chování, postojích, znalostech, dovednostech, stavu nebo situaci.

Logický rámec může být zobrazen v podobě vizuálního diagramu nebo tabulkového formátu a je často součástí plánovacího dokumentu projektu nebo programu. Pomáhá organizacím a jednotlivcům lépe porozumět procesům, mechanismům a vztahům mezi různými složkami jejich intervencí nebo projektů a usnadňuje hodnocení jejich úspěšnosti.

Přínosy	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření (způsob ověření)	nevyplňuje se
Cíl	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření (způsob ověření)	Předpoklady, za kterých Cíl skutečně přispěje a bude v souladu s Přínosy
Výstupy	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření (způsob ověření)	Předpoklady, za kterých Výstupy skutečně povedou k Cíli
Klíčové činnosti	Zdroje (peníze, lidé, …)	Časový rámec aktivit	Předpoklady, za kterých Klíčové činnosti skutečně povedou k Výstupům
Zde některé organizace uvádějí, co NEBUDE v projektu řešeno			Případné předběžné podmínky

Obrázek 3 Logický rámec (Zdroj: Doležal 2016)

3 LEAN MANAGEMENT

Lean management je často označovaný také jako Lean Manufacturing (štíhlá výroba) nebo Lean Production. Tato metodika vznikla původně ve výrobním prostředí, konkrétně v japonské automobilové společnosti Toyota. Dnes je rozšířena do mnoha různých odvětví a sektorů. (Svozilová, 2011)

3.1 Definice Lean managementu

Lean management je strategický přístup k řízení podniku, který je zaměřen ve všechny procesy a činnosti organizace, na maximalizaci hodnoty zákazníka a minimalizaci plýtvání (waste). Jeho základním cílem je dosáhnout co největší efektivity, produktivity a konkurenceschopnosti prostřednictvím systematického odstranění neefektivních postupů a zlepšování procesů. (Patterman, 2022)

Patterman (2022) přistupuje k Leanu jako k myšlenkovému systému a filozofii, která má tři navzájem propojené pilíře. Do Lean metody Patterman zařazuje analýzu a měření lidské a strojní práce, kapacitní plánování, měření produktivity a efektivity práce na dílně, strukturované řešení problémů, zlepšování procesů, standardizovanou práci, Poku-yoke, 5S, zkrácení času změny verze, pardboard.

Svozilová (2011) ve své knize nazývá Lean metodologií, která vychází z principů určení hodnot z pohledu zákazníka, procesu, identifikace činností, které se podílejí na postupném vytváření hodnoty, uvedení procesů do pohybu, řízení potřebami zákazníka, snahu o dosažení dokonalosti.

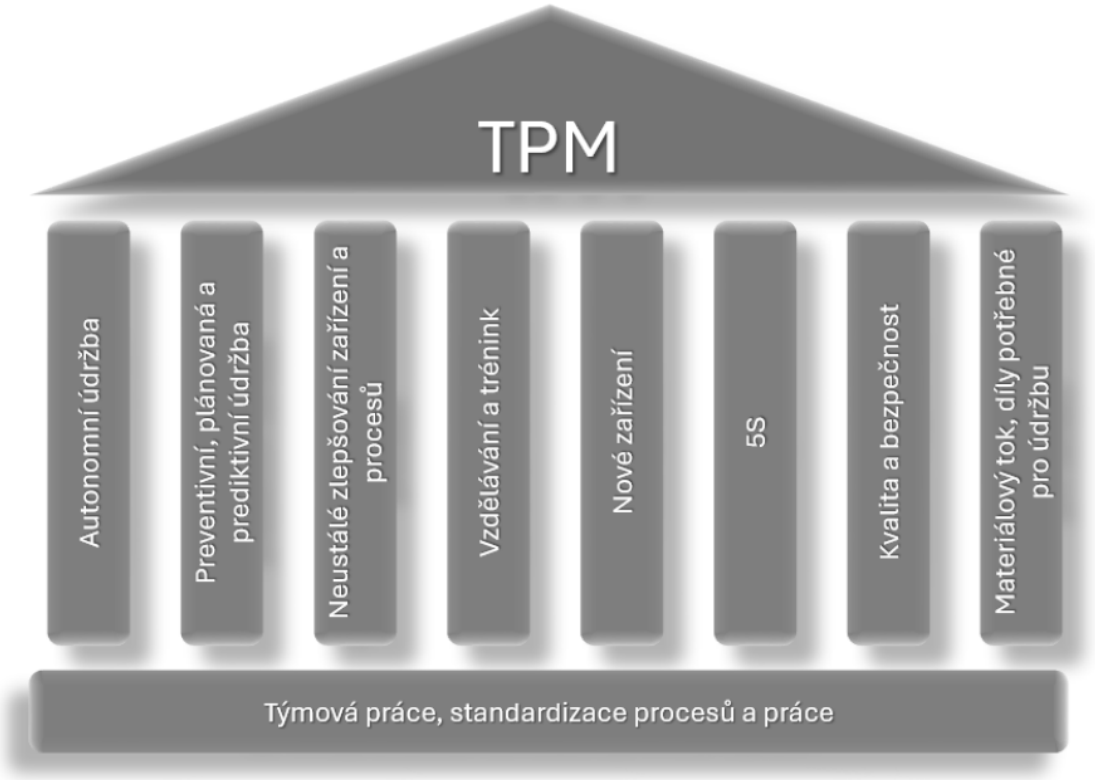
3.2 TPM (Total Productive Maintenance)

Total Productive Maintenance (TPM) je komplexní strategie údržby zaměřená na maximalizaci celkové efektivity výroby. Zaměřuje se na maximalizaci spolehlivosti zařízení, optimalizaci výkonu a minimalizaci poruch. Nespolehlivá zařízení a častá poruchovost strojů velmi výrazným způsobem ovlivní plynulý chod výroby a kvalitu produktů a povede ke zvyšování nákladů na samotnou výrobu. (Legát, 2016).

„*Údržba tedy představuje interdisciplinární proces, který je kombinací technických, technologických, řídících, ekonomických, a administrativních činností směřujících*

k zachování nebo obnovení stavu, ve kterém hmotný majetek firmy splňuje všechny požadované funkce.“ (Legát, 2016, s.13)

Filosofie TPM spočívá nejenom v předcházení poruchám, ale také k redukci chyb, krátkodobých prostojů, zkrácení doby změn sortimentu a podobně. TPM je progresivní přístup organizace údržby který objektivně hodnotí výrobní zařízení nářadí a přístroje (Legát, 2016, s. 141)



Obrázek 4 Pilíře TPM (Zdroj: Legát, 2016, s. 143)

Telsang (2018, s. 716) vidí totálně produktivní údržbu jako filozofii a management údržby jako řízení a organizací různých zdrojů tak, aby řídil dostupnost a výkon průmyslové jednotky (strojů) na požadované úrovni.

4 KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI (KPI)

KPI (Key Performance Indicator) je nástroj, který používají firmy k měření výkonnosti u dané jednotky (např. v oblasti hospodárnosti, kvality či efektivnosti). Jsou vhodné pro všechny úrovně řízení včetně strategického řízení. (Popesko a Papadaki, 2016)

Pro zjištění výsledků se používají výsledkové ukazatele, pro zjištění skutečné výkonnosti se používají výkonnostní ukazatele.

Existují čtyři druhy výkonových ukazatelů, z nichž jsou dva výsledkové a dva výkonnostní ukazatele

Key Result Indicators (KRIs) – výsledkový ukazatel používaný pro sledovanou měřenou jednotku dle hodnocených kritérií např. rentabilita kapitálu, spokojenost zákazníků.

Result Indicators (RIs) – výsledkový ukazatel - vyjadřuje výstupy jednotlivých činností.

Performance Indicators (PIs) – výkonnostní ukazatel organizace zahrnující jednotlivá kritéria.

Key Performance Indicators (KPIs) – výkonnostní ukazatel informující o způsobu možného docílení zvýšení výkonnosti. (Popesko a Papadaki, 2016)

4.1 Ukazatelé MTBF a MTTR

Ukazatelé MTTBF a MTTR jsou klíčové pro plánování údržby zařízení a strojů. Průmyslové společnosti je využívají k optimalizaci svých provozních procesů a minimalizaci výrobních výpadků z důvodů poruchy strojů a zařízení.

MTBF - střední doba mezi poruchami

MTBF (Mean Time Between Failures) vyjadřuje průměrnou dobu mezi poruchami. Je to statistická veličina, která slouží k ohodnocení spolehlivosti technického zařízení. MTBF se vypočítá pomocí aritmetického průměru jako celkový výrobní čas dělený počtem selhání (poruch). Časový úsek, který se používá pro hodnocení MTBF, je na konkrétních potřebách organizace. (Ungernann, ©2024)

$$\text{MTBF} = \frac{\textit{Celkový provozní čas}}{\textit{Počet poruch}}$$

Ukazatel nezohledňuje očekávané odstávky během plánované údržby a zaměřuje se na neočekávané výpadky a problémy. Čím vyšší je MTBF, tím spolehlivější je zařízení, a znamená delší dobu mezi jednotlivým selháním (poruchami). Obvykle se udává **v hodinách**. (Ungernann, ©2024)

MTTR (střední doba do obnovy)

MTTR (Mean Time To Repair) je průměrná doba oprav. Zahrnuje dobu opravy a dobu testování dokud zařízení není opět plně funkční. MTTR je počítáno tak, že se sečte celkový čas strávený opravami během daného období a poté se tento čas vydělí počtem oprav. (Ungernann, ©2024)

$$\text{MTTR} = \frac{\textit{Celkový čas do obnovy}}{\textit{Celkový počet poruch}}$$

Čím nižší je MTTR, tím rychlejší je obnovení stroje po výpadku. Obvykle je udáváno **v minutách**. (Ungernann, ©2024)

Vztah mezi hodnotami MTBF a MTTR je možné si uvést na příkladu. Pokud by MTBF bylo 4 hodiny a MTTR 3 minuty znamenalo by to, že každé 4 hodiny se vyskytne porucha a oprava poruchy trvá 3 minuty.

5 KALKULACE NÁKLADŮ

Kalkulace nákladů je proces, kterým se analyzují a kvantifikují náklady spojené s výrobou zboží nebo poskytováním služeb. Cílem kalkulace nákladů je získání přesného a komplexního pohledu na všechny náklady, které jsou spojeny s danou činností nebo procesem. Kalkulace nákladů je klíčový proces pro podniky, protože jim umožňuje plánovat, řídit a optimalizovat své náklady. (Popesko a Papadaki, 2016)

5.1 Základní členění nákladů

Popesko a Papadaki (2016) ve své knize rozlišují druhové členění nákladů, rozdělení nákladů podle účelu, ke kterému byly vynaloženy – účelové členění, kalkulační členění nákladů, klasifikace nákladů ve vztahu k objemu prováděných výkonů, náklady produktů a náklady za období.

Druhové členění nákladů, které je prováděno v rámci finančního účetnictví se dělí podle druhů spotřebovaného externího vstupu. Mezi nákladové druhy patří spotřeba materiálu, energie, externích služeb, osobních nákladů (mzdy, sociální náklady) odpisy hmotného a nehmotného investičního majetku, spotřeba použití externích prací a služeb a finanční náklady (Popesko a Papadaki, 2016, s. 32).

Účelové členění dělí náklady na náklady technologické a náklady na obsluhu a řízení. Popesko však upozorňuje, že toto dělení z důvodů nejednoznačného přiřazení pod uvedené skupiny je pro praktické hledisko hůře využitelné. Navrhuje je nahradit dělením na náklady jednicové a režijní. Dalším dělením podle účelu nákladů je přiřazení nákladů podle místa vzniku, tedy členění nákladů pro linii útvarů, například útvar nákupu, výroby, kvality nebo prodeje. (Popesko a Papadaki, 2016)

Kalkulační členění nákladů se využívá široce v kalkulačním účetnictví, rozděluje náklady na přímé (direct cost) pro konkrétní druh výkonu, nákladového objektu a náklady nepřímé (indirect cost), které nejsou přiřazeny k jednomu druhu výkonu či aktivitě. (Popesko a Papadaki, 2016)

Členění nákladů ve vztahu k objemu prováděných výkonů Popesko a Papadaki (2016) dělí náklady na variabilní (variabile cost), které se mění při změně objemu výroby, fixní náklady na které změna objemu výroby vliv nemá a smíšené, které v sobě obsahují náklady variabilní i fixní. Smíšené náklady mohou mít další dělení na semi-variabilní - ty se mění s objemem výroby částečně (například elektrická energie), a semifixní - někdy nazývané

skokové. Příkladem semifixních nákladů je pronájem skladových prostor. (Popesko a Papadaki, 2016)

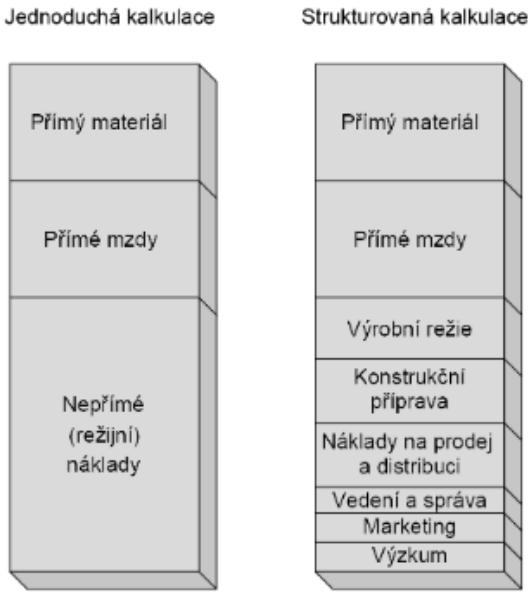
Náklady produktu a náklady za období přihlížejí k časovému hledisku, tedy kdy náklady nastaly a k okamžiku, kdy jsou za ně přijaty či vydány peníze nebo jejich ekvivalenty.

5.2 Struktura nákladů

Struktura nákladů se odkazuje na způsob, jakým jsou náklady organizace či podniku rozděleny a kategorizovány.

Kalkulace nákladů by měla obsahovat informace o souhrnných nákladech přiřazených kalkulační jednici a struktuře. Složení těchto nákladů podává informaci o celkové výši nákladů na výkon a zobrazuje, z jakých skupin se náklady výkonu skládají. (Popesko a Papadaki, 2016)

V praxi se můžeme setkat se strukturovanou kalkulací, která podává informace o jednotlivých skupinách nákladů a jednoduchou kalkulací (Popesko a Papadaki, 2016). Čím detailnější máme strukturu, tím lépe jsme schopni ocenit a lépe ekonomicky zhodnotit výkony nebo provozy.



Obrázek 5 Struktura jednoduché a strukturované kalkulace (Zdroj: Popesko a Papadaki, 2016, s. 70)

Taschner zdůrazňuje důležitost správného členění nákladů a jejich alokace. Správné podklady a přehledy pro alokaci nákladů jsou základním nástrojem, který umožňuje strukturované a snadné přiřazení nepřímých nákladů nákladovým střediskům. Jedná se zejména o definici typu nákladů, definici nákladového střediska a definici nákladové míry. (Taschnern a Charifzadeh, 2016, s. 159–160).

5.3 Kalkulace nákladů v hromadné výrobě

V hromadné výrobě je kalkulace nákladů velmi důležitá, protože malá změna v nákladech může mít vliv na velké množství výrobků, což může ovlivnit celkovou rentabilitu podniku. (Popesko a Papadaki, 2016)

6 METODA SVAŘOVÁNÍ

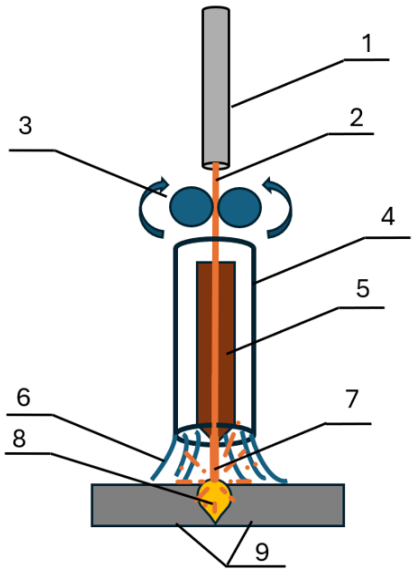
Svařování je technologický proces spojování materiálů, obvykle kovů s vynaložením určitého druhu energie. Existují desítky typů svařovacích metod. Výběr metody závisí na chemickém složení, stavem struktury a tloušťce svařovaného materiálu. Pokud se v automobilovém průmyslu používá obloukové svařování, jsou nejčastěji využity metody MIG - MAG. U obou metod se při svařování používá teplo. (Němec, et. al., 2016)

6.1 Definice svařovací metody MIG - MAG

Metody svařování MIG/MAG se také nazývají svařování v ochranné atmosféře a patří k postupům využívajícím ochranný plyn. Tyto svařovací postupy zahrnují všechny obloukové svařovací procesy, u kterých se používají ochranné plyny na ochranu tavné lázně před nežádoucím kontaktem se vzdušným kyslíkem.(Fronius, © 2024)

Metoda MIG se používá pro svařování korozivzdorných ocelí a neželezných kovů. Elektrický oblouk a oblast svaru je chráněn invertními plyny Argonem (Ar) nebo Heliem (H). Pro svařování oceli je využívána metoda MAG. Aktivními plyny může být oxid uhličitý (CO2), nebo směs CO2, Ar. (Němec, et. al., 2016)

1. Vodič drátu (bowden)
2. Svařovací drát
3. Vodící mechanismus
4. Hubice
5. Svařovací špička
6. Ochranná atmosféra
7. Elektrický oblouk
8. Svar
9. Svařovaný materiál



Obrázek 6 Zobrazení metody svařování MIG a MAG (Zdroj: Němec, et. al., 2016, vlastní zpracování)

Obrázek 6 znázorňuje metodu svařovaní MIG a MAG. Vodič drátu (1) má funkci zavést drát na požadovanou pozici. Svařovací drát (2) plní funkci přídavného materiálu potřebného pro spojení svařovaných dílů. Vodící mechanismus (3) má funkci posouvat svařovací drát na požadovanou pozici. Hubice (4) je směrovač plynů pro ochrannou atmosféru (6). Svařovací špička (5) slouží pro přesun elektrického proudu na svařovací drát. Ochranná atmosféra (6) zamezuje přístupu vzduchu do tavícího se materiálu. Elektrický oblouk (7) zajišťuje teplotu potřebnou pro tavení materiálů. Svar (8) je spoj vzniklý svařením materiálů. Svařovaný materiál (9) je materiál, který svařováním chceme spojit. (Němec, et. al., 2016)

6.2 Svářecí zařízení pro metodu MIG - MAG

Svářecí zařízení tvoří svařovací komplet, který se skládá ze svařovacího agregátu – zdroje, hadicového vedení, zemnícího kabelu, drátové elektrody, přívod ochranného plynu a dalších součástí. Svářecí zařízení může být velmi jednoduché (ruční obloukové svařování) s jednoduchým svařovacím strojem a elektrodou, nebo velmi složité, jako jsou robotické svařovací buňky v průmyslové výrobě. Každá metoda svařování a typ materiálu vyžaduje specifické vybavení a přístroje. (Fronius, © 2024)

6.3 Kvalita svarů

Kvalita svarů se testuje destruktivními a nedestruktivními metodami. Testy jsou prováděné na svarových spojích za účelem posouzení jejich kvality a splnění požadavků, daných norem a splnění dalších specifikací. Hodnotí se, zda svar odpovídá požadavkům a je bez vad (dutiny, trhliny, nečistoty), má správný tvar a optimální pevnost a odolnost.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 POPIS VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Společnost ABC. s.r.o. je součást mezinárodní korporace s hlavním sídlem v Jižní Koreji. Korporát začal vznikat v roce 1987 v Jižní Koreji, založením firmy DA. V následujících letech firma rozšiřovala své produktové portfolio a začala se rozrůstat po celém světě. Korporát má dnes 18 dceřiných společností v Koreji, Číně, Turecku, USA, Brazílii a poskytuje výrobu veškerých dílů autosedaček. Pobočka v České Republice byla založena v roce 2011 a kompletuje díly do podoby kovových konstrukcí, které mohou mít až 400 kombinací. Firma zaměstnává kolem 500 zaměstnanců a řadí se tak mezi velké podniky.

Obrázek 7 Kovová konstrukce autosedačky (Zdroj: vlastní zpracování)

Výrobní závod představuje dva hlavní výrobní sektory. V prvním sektoru se nachází hala svařovny, kde dochází ke svařování dílů hrubých konstrukcí. Druhý sektor představuje montážní halu, kde dochází ke kompletaci ostatních částí. Součásti druhé haly je také sledovaný proces **CMA.**

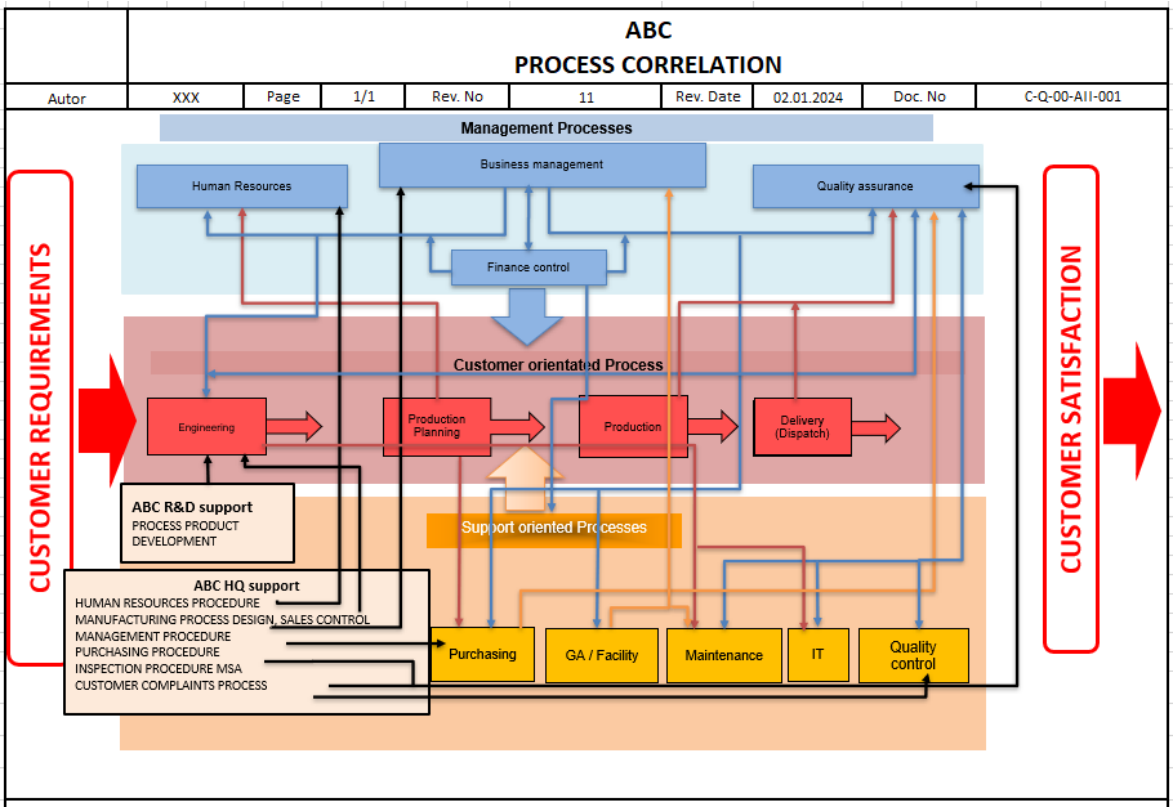
7.1 Procesy firmy

Na obrázku je znázorněna procesní mapa společnosti ABC, s. r. o., která přehledně zobrazuje hlavní, podpůrné a řídící procesy, které ve společnosti probíjí a vazby mezi nimi.

Mezi řídící procesy patří lidské zdroje (Human Resources), řízení obchodu (Business Management), finanční kontrola (Financial Control), zajištění kvality (Quality Assurance), Inženýring (Engiering), plánování výroby (Productin Planing), výroba (Production), zásobování (Delivery).

Mezi podpůrné procesy patří nákup (Purchasing), generální záležitost/zařízení (GA/Fasility), údržba (Maitenance), infromační technologie (IT), kontrola kvality (Quality control).

Vytvoření procesní mapy je nezbytnou podmínkou pro splnění norem ISO a získání certifikátu IATF. Z mapy procesů vyplývá přímá orientace na zákazníka.



Obrázek 8 Procesní mapa firmy (Zdroj: interní dokumenty firmy)

Výrobní proces společnosti je kombinací hromadné a sériové výroby. Výrobní plán je tvořen na základě požadavků zákazníků a je optimalizován dle výrobních kapacit. Plány výroby jsou plánovány na týdenní bázi.

Správcem procesů firmy ABC s.r.o. je oddělení kvality, které zajišťuje zpracování procesů a dokumentace v rámci norem ISO a IATF. Na splnění regulí norem dohlíží a zajištuje interní certifikovaný auditor firmy - zaměstnanec LR.

Společnost Ing. Marcela Štegrová
Dolany 498, 783 16, Dolany
Poradenství v oblasti systému managementu kvality
vydává

OSVĚDČENÍ
INTERNÍHO AUDITORA
L R

Úspěšně absolvoval/a školení interního auditora dle norem
ČSN EN ISO 19011 a ČSN EN ISO 9001:2016 a navazujících předpisů a norem.
Znalosti byly ověřeny závěrečným projektem.

6.6.2022
Datum vydání

M VISION
Díváme se na svět Vašima očima

www.9001

Obrázek 9 Osvědčení certifikovaného auditora (Zdroj: interní dokumenty firmy)

7.2 Popis optimalizovaného procesu CMA

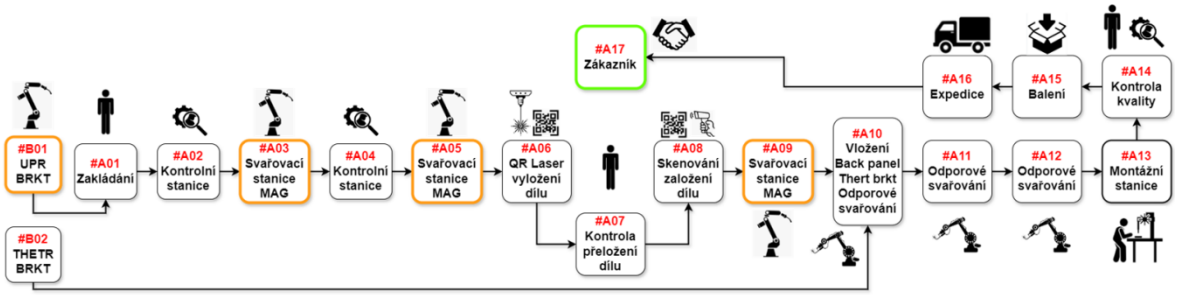
Proces CMA vyrábí dva hlavní typy produktů. Jedná se o výrobu zádových opěradel zadních sedacích souprav pro levou stranu LH (left hand), a pravou stranu RH (right hand). CMA. Proces se skládá z manuálních činností prováděných operátory a automatických (robotických) činností prováděných mechanikou linky a roboty. Manuální činnosti přestavují zakládání dílů, překládání dílů, montáže a kontroly. Automatické činnosti zahrnují robotické svařování metodou MAG, robotické svařování odporové, montáž automatickým šroubovákem a automatickou kontrolu přítomnosti komponentů. Robotické svařování je prováděno roboty Yaskawa. 14 svařovacích robotů využívá svařovací technologií MAG a vytváří 84 svarů. Odporové svařovaní zajišťuje 6 robotů, kteří vytváří 47 svarů. Montážní práce jsou prováděny automatickým utahovákem CLECO.

Na základě těchto činností vznikne produkt, který je po splnění všech podmínek expedován k zákazníkovi. Na obrázku 10 je vyfocen svařovací box s roboty Yakawa.

Obrázek 10 Svařovací box s roboty Yaskawa (Zdroj: vlastní zpracování)

7.2.1 Popis hlavní výrobní linky procesu CMA

Výrobní linka procesu CMA vyrobí 2500 ks denně při třísměnném plynulém provozu. Obsluhuje ji 16 zaměstnanců. Schéma hlavní výrobní linky je znázorněna na obrázku 11.



Obrázek 11 Schéma linky optimalizovaného projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

Výroba začíná doručením výrobního materiálu na určené pozice. Na pozici Upr Brkt #B01 operátor založí díly do svařovacího přípravku a automatizovaný robot díly svaří. Vznikne tak meziprodukt, který je přesunut na pozici #A01 výrobní linky CMA.

Na pozici #A01, operátor založí komponenty potřebné pro výrobu daného modelu. Přípravek se dále pohybuje po lince pomocí řetězového dopravníku na pozici kontrolní stanice #A02. Na této pozici je pomocí senzorů prováděna automatická kontrola přítomnosti komponentů. Po kontrole je přípravek posunut do svařovacího boxu #A03, kde jsou díly svařovány automatickými roboty metodou MAG.

Další kontrola a svařování probíhá na pozicích #A04, #A05.

Na pozici #A06 je vypálen laserem QR kód. Operátor na pozici #A07 vyjme produkt ze svařovacího přípravku, provede kontrolu, naskenuje díl do systému, otočí jej o 180 stupňů a vloží do svařovacího přípravku na druhou část linky na pozici #A08. Takto upravený a zkontrolovaný díl je přepraven na dopravníku do svařovacího boxu na pozici #A09 a svařen metodou MAG.

Na pozici #A10 založí robot díl Back rest panel, do stroje na díl, který byl dopraven z pozice #A09. Oba díly jsou svařeny v boxu na pozici #A11, #A12 odporovým svařování. Svařené díly jsou přesunuty na pozici montáž, kde je operátor vyjme a vloží do montážního přípravku #A13. Operátor promocí automatického šroubováku nainstaluje další části. Po ukončení montáže tiskárna automaticky vytiskne QR kód, který je nalepen na výrobek. Takto označené díly jsou předány pracovníkům finální kontroly na pozici #A14 a následně uloženy do boxu určeného k expedici. Boxy jsou převezeny do skladu a postupně expedovány zákazníkovi. Na obrázku 12 je vyfocena svařovací linka od pozice #A01.

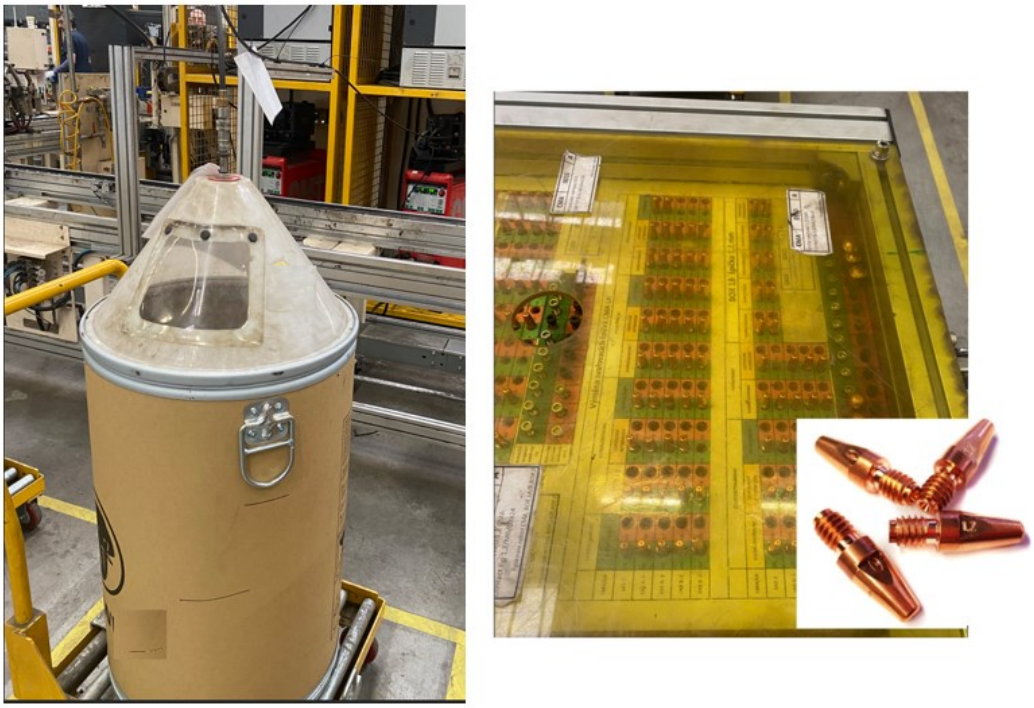
Obrázek 12 Část svařovací linky procesu CMA (Zdroj: vlastní zpracování)

7.2.2 Používané materiály

Výrobní materiály jsou dány technickou dokumentací a požadavky zákazníka. Výhradním dodavatelem jsou dceřiné firmy korporace. Rozpad materiálů, ze kterých je výrobek složen je součásti technické dokumentace v kusovníku neboli BOM (Bill of Material). Základní díly modelu pro projet CMA znázorňuje obrázek 13, zleva Pipe1, Pipe2, Pipe3, Pipe4, Uper Bracket, Piwot Bracket, Bolt Bracket, House Bracket Head rest tube Bracket. Tyto díly jsou zakládány na pozici pozici #A01.

Obrázek 13 Základní díly projektu CMA (Zdroj: vlastní zpracování)

Spotřební materiály pro svařování jsou určeny podle typu svařovacího procesu. Základním spotřebním materiálem je s**vařovací drát,** který musí splňovat požadavky na kvalitu svarů a ISO Normu G3SI1 a vyšší. Norma garantuje správný poměr prvků ve složení drátu. Nyní je na robotech svařovací drát ZO60 o průměru 1,2 mm. Dalším významným spotřebním materiálem jsou svařovací špičky. Typ svařovací špiček se musí volit podle průměru drátu. Svařovací plyn pro ochranou atmosféru tvoří aktivní plyny z 82% ARGON a 18% CO2. Ostatní spotřební materiály jsou provozní kapaliny, náhradní díl a další. Obrázek 14 znázorňuje svařovací drát v sudu a zásobník svařovací špiček.



Obrázek 14 Svařovací drát v sudu, svařovací špičky (Zdroj: vlastní zpracování)

7.3 TPM (Total Productive Meatenance)

Správně nastavené TPM ve firmě znamená méně poruch výrobních zařízení. TPM ve firmě ABC s.r.o. je zahrnuto do firemní politiky, vede k předcházení neplánované údržby, vyšší bezporuchovosti zařízení, zvýšení efektivity zařízení a plnému využití kapacit strojů.

7.3.1 Autonomní údržba

Autonomní údržba firmy je prováděna operátory na konci a začátku směny. Operátoři čistí a kontrolují stav svařovacích přípravků, čistí přípravky od svařovacích okují, kontrolují přítomnost senzorů a vůli prvků. Jeden z hlavních důvodů provádění těchto kontrol je zamezit poruchám během výroby. Autonomní údržba obvykle nezasahuje do výrobního času.

7.3.2 Plánovaná údržba

Plánovanou údržbu provádí pracovník oddělení údržby. Plánovaná údržba je plánována na základě požadavku výrobce stroje a plánů preventivní údržeb, které vznikají na základě historických dat.

Preventivní údržba denní zahrnuje především rychlé vizuální kontroly všeobecného stavu výrobního zařízení. U většiny kontrol, není nutné mít zařízení odstavené. Provádí se například kontroly tlaku na přívodu vzduchu a plynu, kontrola svařovacího proudu či kontrola celkového stavu zařízení. Do denních kontrol spadá i výměna svařovacích špiček.

Preventivní údržba týdenní již zahrnuje více prvků manuální činnosti. Zde je vyžadováno mít zařízení odstavené a zabírá produkční čas. Preventivní údržba týdenní se nejčastěji provádí v době obědových přestávek. Zahrnuje kontroly typu: kontrola pohyblivých částí, kontrola úniku vzduchu, kontrola dotažení a přítomnosti šroubů.

Preventivní údržba měsíční se provádí během nevýrobních hodin, které jsou plánovány oddělením výroby. V této preventivní kontrole se preventivně mění opotřebované komponenty jako jsou vodiče drátu (bowden), provádí se kompletní kontrola kabeláže, kontrola bezpečnostních prvků a doplňují se provozní kapaliny.

Prediktivní údržba se ve firmě plánuje především na základě vyhodnocení údržeb preventivních, vyhodnocení poruchovosti z historických dat a na základě hlášení nestandartního chování zařízení.

Zjištěné nedostatky při všech typech údržby jsou dle závažnosti odstraněny ihned, nebo zařazeny do plánovaných oprav.

Výsledky kontrol **zapisují pracovníci do dokumentů údržby** viz. příloha 5. Data jsou následně vyhodnocovány. Vyhodnocuje se, zda kontroly byly provedeny dle plánu kontrol a plánované a neplánované prostoje. Na základě dat se tvoří akční plány údržby. Data slouží pro výpočet ukazatelů MTTR a MTBF.

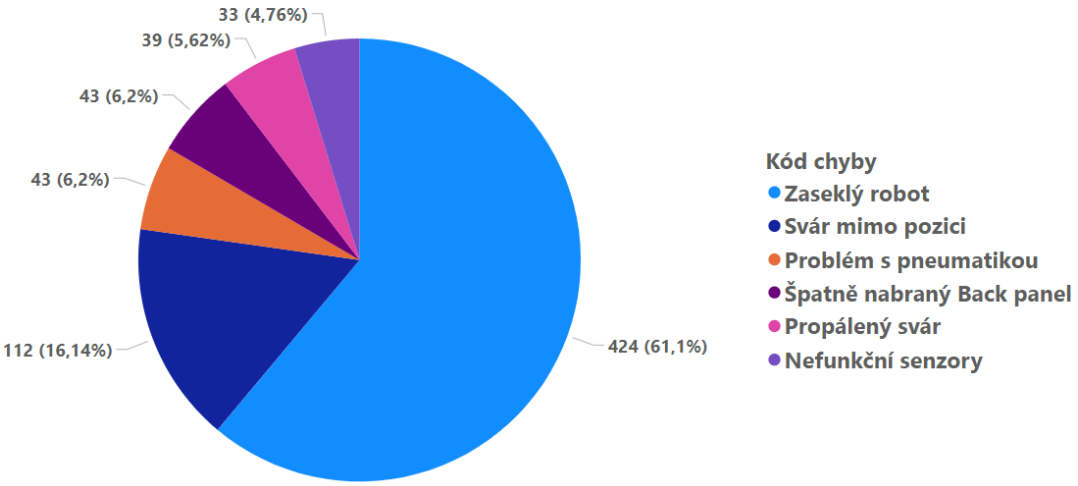
8 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU A SOUČASNÝCH EKONOMICKÝCH VÝSLEDKŮ

Ve všech firmách je cílem dosáhnout bezproblémového chodu výroby. Avšak mohou nastat situace, kdy nepředvídatelné okolnosti zapříčiní zastavení linky tzv. stop-line robota. Jeden z důvodů může být porucha výrobního zařízení.

8.1 Příčiny stop-line robota

Stop-line robota znamená poruchu a neplánované zastavení výroby. Odstranění příčiny z důvodu poruchy výrobního zařízení je vždy v kompetenci pracovníků údržby. Pracovníci **zaznamenávají do systému údržby** důvod poruchy, jak dlouho pracovali na odstranění závady, spotřebu nářadích dílů a návrhy na preventivní opatření. Na **základě těchto dat** manažer údržby vyhodnocuje jednotlivé chyby, je schopen detekovat nejčastější poruchy, chyby zhodnotit a navrhnout taková protiopatření, aby se chyby neopakovaly.

Graf 1 znázorňuje 6 poruch, které se opakují nejčasněji, nebo mají nejdelší dobu trvání. Poruchy vznikají každý měsíc a vyskytují ve stejných poměrech viz. příloha 1. V grafu 1 jsou znázorněny minuty prostojů a v závorce je vyjádřen podíl z 6ti nejvýznamnějších poruch v měsíci červnu 2023. Jednotlivé poruchy jsou rozebrány v kapitole 8.2.



Graf 1 Procentuální vyjádření poruch podle kategorie – Kód chyby
(Zdroj: vlastní zpracování)

8.2 Rozbor poruch

1. **Porucha – zaseklý robot**

   Porucha 1 – zaseklý robot tvoří 61% ze šesti nejčastějších poruch. Může ji způsobovat zaseklý drát ve vodiči drátu (bowdenu), který se nadměrně opotřebovává. Opotřebení bowdenu má příčnou souvislost **s tvrdostí a složením drátů**. Další příčinou poruchy 1 může být znečištěný materiál. Robot se nedotkne svařovacím drátem svařovaného materiálu, protože nečistoty zabrání zapálení oblouku. Příčina poruchy zaseklý drát v bowdenu se objevuje v 62%, ve 28% poruchu způsobuje znečištěný materiál a 10% tvoří jiné příčiny.

2. **Porucha – svar mimo pozici**

   Porucha – svar mimo pozici se objevuje v 16% ze šesti nejčastějších poruch. Poruchu způsobuje v 39% opotřebení svařovací špičky. Opotřebení špiček souvisí s **tloušťkou a složením svařovacího drátu.** Další příčinou poruch svar mimo pozici, která se objevuje v 38%, bývá odchylka svařovaných materiálů. Ta nastává v situaci, kdy se pracuje s materiály, jejichž naměřené hodnoty se blíží k horním či spodním povoleným limům rozměru matriálu. Důsledkem toho se bod svařování posune a není v požadovaném místě. Zbylých 23% tvoří další důvody poruchy.

3. **Porucha – špatně nabraný Back Panel**

   Tuto závadu způsobuje především zkroucený materiál, který robot nenabere z palety, nebo materiál nabere mimo manipulační body dílu. Následně dojde k jeho nesprávnému uložení. Porucha – špatně nabraný Back Panel tvoří 6,2 % nejčastěji vyskytovaných poruch.

4. **Porucha – propálený svar**

   Jednou z nejčastějších příčin poruchy propálený svar je velká mezera mezi svařovaným materiálem. Závadu může způsobit svařovací bod v nesprávné pozici. Vada se vykytuje v 5,6% nejčastěji vyskytovaných poruch.

5. **Porucha – problém s pneumatickým zařízením**

   Nejčastější příčina problému s pneumatickým zařízením je poškození pneumatických válců, které vzniká opotřebením válce a jeho částí (těsnění, tělo válce). Vada tvoří 6,2% nejčastějších vad.

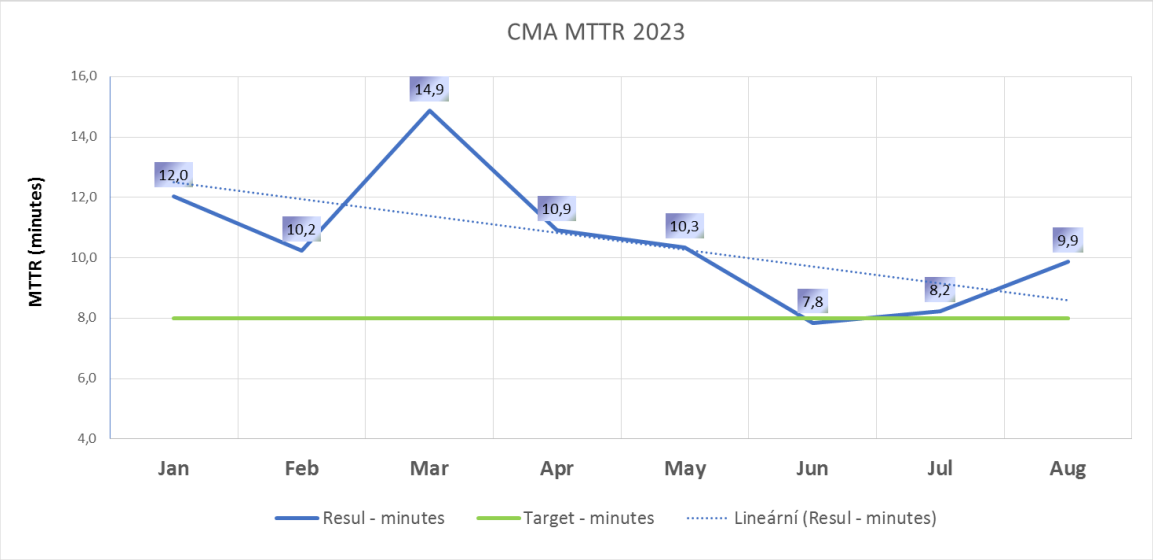
6. **Porucha – nefunkční senzory**

   Závada je nejčastěji způsobená poškozením senzorů a tvoří 4,7% všech nejčastějších poruch. K poškození senzorů dochází buď svařovacími odprsky (struska vzniklá během svařování), nebo neopatrnou manipulací s materiálem (senzor je zlomen či uražen).

Část strávený opravou poruch se projevuje v ukazatelích MTTR a MTBF. Rozbor těchto ukazatelů nám poskytne náhled, jak poruchy zasahují do výrobního času. Ukazatelé mají určenou hodnotu target. **Target** je ideální hodnota v minutách nebo hodinách, které chceme dosáhnout. Je to hodnota, kterou jsme si určili na základě historicky naměřených dat a které se zároveň shoduji s požadavky na výroby. Hodnoty jsou stanoveny pro kalendářní rok. **Resul** jsou naměřené průměrné hodnoty v měsíci v minutách, nebo hodinách. Hodnoty **Ratio** znamenají, na kolik procent byla splněna hodnota Target**.** U ukazatelů MTTR a MTBF sledujeme, zda se naměřené hodnoty pohybují kolem optimálních (cílových) hodnot. Pokud nastanou výkyvy, nebo hodnoty dlouhodobě nedosahují optimálních hodnot, je nutný rozbor co danou situaci způsobuje a přistoupit k nápravným opatřením. Pro rozbor naměřených hodnot je vybráno období leden – červenec 2023. Pro rok 2023 je hodnota u kazatelů MTBF a MTTR 6,5 hodiny bez poruchy stroje a na opravu stroje 8 minut.

8.3 Klíčový ukazatel MTTR (Mean time to repair)

Klíčový ukazatel MTTR je vyhodnocován na měsíční bázi. Data jsou vyhodnocovány z reportů údržby. MTTR měří **dobu oprav** na výrobní lince **v minutách**. U MTTR platí, **čím menší** je doba oprav, tím menší vznikají prostoje a výroba se stává plynulejší. Pro rok 2023 byla zadána ideální hodnota **Target 8 minut** na opravu poruchy. Této hodnoty bylo dosaženo pouze v měsíci červnu a byla překonaná o necelé 2%. V ostatních měsících dosahují hodnoty **Result** průměrně 78 % požadované hodnoty. Hodnoty znázorňuje graf 2 a tabulka 1.



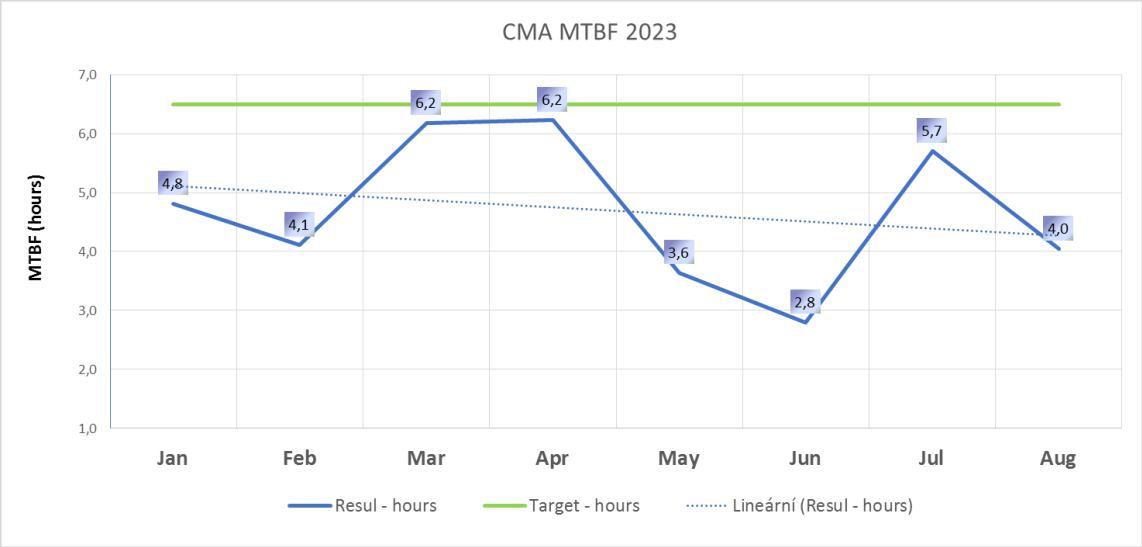
Graf 2 Vývoj ukazatele MTTR (Zdroj: vlastní zpracování)

CMA 2023											
ITEM	**Unit**	**Month**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Average**
MTTR	[minutes]	Resul	12,0	10,2	14,9	10,9	10,3	7,8	8,2	9,9	**10,5**
		Target	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**
		Ratio	66,49%	78,22%	53,77%	73,33%	77,34%	101,92%	97,21%	81,09%	78,67%

Tabulka 1 Data ukazatele MTTR (Zdroj: vlastní zpracování)

8.4 Klíčový ukazatel MTBF (Mean time between failures)

MTBF je vyhodnocován měsíčně z reportů údržby. MTBF měří **dobu mezi poruchami** strojů a udává se v hodinách. Jinými slovy MTTB je čas, kdy výrobní linka běžela bez poruchy. U ukazatele MTBF čím delší je doba mezi poruchami, výroba je nepřerušena a stává se plynulejší a bezproblémovou. Ideální hodnota **Target** pro rok 2023 je **6,5 hodiny** bez poruchy stroje. Z naměřených dat vyplývá, že cílová hodna nebyla dosažena ani v jednom měsíci ve sledovaném období a průměrně bylo dosaženo 73% stanoveného cíle. Vývoj hodnot je znázorněn grafem 3 a hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 2.



Graf 3 Vývoj ukazatele MTBF (Zdroj: vlastní zpracování)

CMA 2023											
ITEM	Unit	Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Average
MTBF	[hours]	Resul	4,8	4,1	6,2	6,2	3,6	2,8	5,7	4,0	**4,7**
		Target	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**	**6,5**
		Ratio	74,00%	63,20%	95,06%	95,84%	55,94%	42,99%	87,69%	62,19%	72,11%

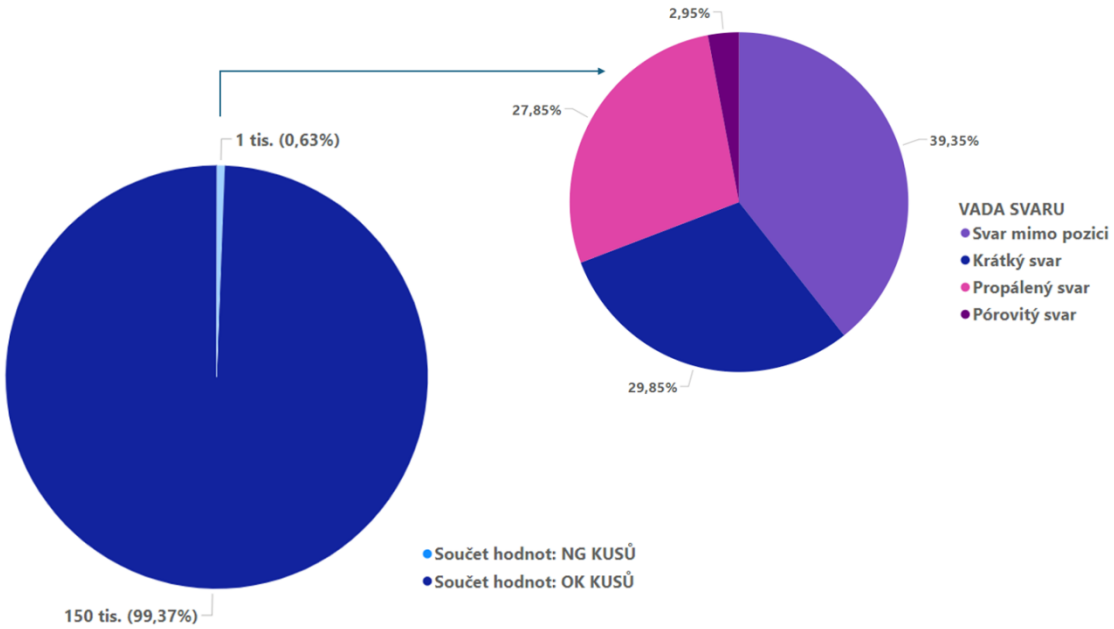
Tabulka 2 Data ukazatel MTBF (Zdroj: vlastní zpracování)

8.5 Kvalita svarů

Kvalita svarů je výsledek všech svařovacích procesů. Bez kvalitního svaru je narušena samotná funkčnost výrobku a vyrobený kus je vyhodnocen jako NG (not good). Kvalita svarů je vyhodnocena vizuálně, sekáčovým testem a laboratorními testem (makrografií). Výsledky kontrol se **zapisují do systému kvality** a jsou vyhodnocovány manažery na měsíční bázi.

Vizuální kontrolu provádějí operátoři na překládacích pozicích a pracovníci na stanovišti finální kontroly. Každý svar je zkontrolován vizuálně a jednou za směnu se přeměřuje délka svarů. V případě výskytu vady **svar mimo pozici**, je kus vyhodnocen jako NG (not good). Vyřazené NG kusy posuzuje inspektor kvality, který určí, zda je vada opravitelná nebo ne. V případě oprav vznikají náklady na opravu kusu. Pokud je kus vyhodnocen jako neopravitelný, díl je odepsán ze systému a následně scrapován (vyhozen). V případě vysokého výskytu neopravitelných vad dochází k zastavení výrobní linky a pracovníci údržby řeší příčinu vady. Vada svar mimo pozici se vyskytuje ve 39% ze sledovaných vad

a je způsobena opotřebením svařovací špičky, nebo špatným rozměrem materiálu. Vada krátký svar tvoří necelých 30% ze 4 nejběžnějších vad. Vada propálený svar se vyskytuje ve 27%. 4% ze 4 nejčasněji detekovaných vad je vada pórovitý svar a způsobuje ji neshodný materiál. Data jsou znázorněna v grafu 4.

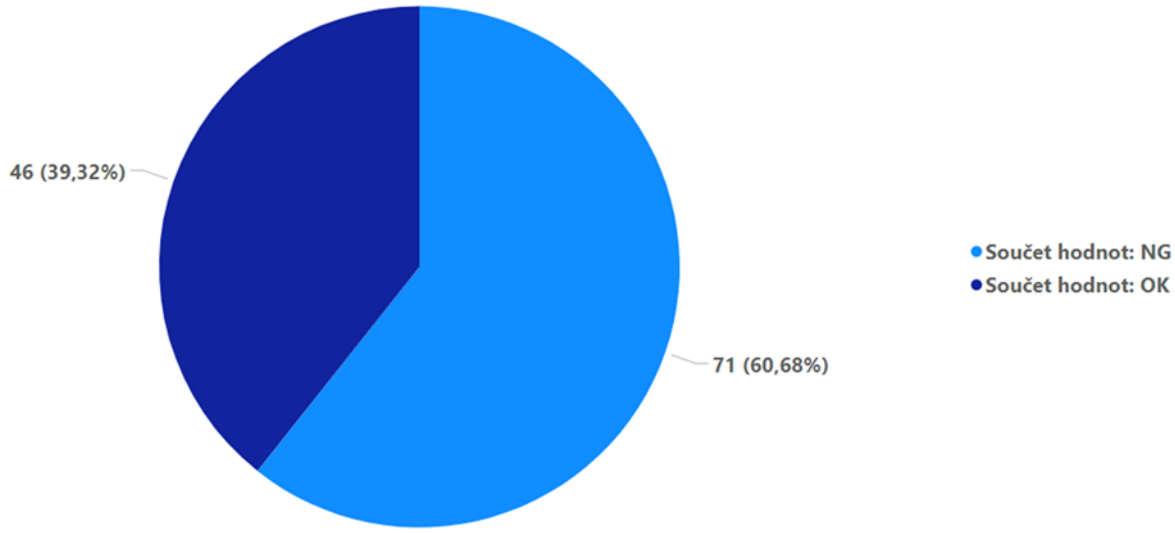


Graf 4 Výsledky testů kvality za v měsíci dubnu (Zdroj: vlastní zpracování)

Sekáčový test je prováděn jednou za výrobní den na svarech odporového svařování. Pracovník kvality vezme vyrobený kus a tyto svary se snaží oddělit pomocí kladiva a sekáče. Pokud praskne materiál kolem svaru a svarová čočka zůstane neporušená, je svar vyhodnocen jako NG kus. V přídě nálezu NG kusu jsou kontrolovány všechny kusy zpětně nedestruktivní zkouškou do doby odběru vzorku. Je zastavena linka a pracovníci údržby řeší příčinu.

Makrotesty jsou prováděny na finálních produktech po svaření. Měří splnění požadavků na svary, splnění norem a specifikací, které určují vlastnosti svaru. Špatné výsledky makro testů se řadí mezi nejzávažnější. Makro testy jsou vyhodnocovány jednou za měsíc. Výrobek se vezme do laboratoře, kde jsou jednotlivé svary rozříznuty na polovinu. Řezy jsou následně vybroušeny a naleptány kyselinou. Kyselina zbarví svar, aby byl lépe vidět pro vyhodnocení. Takto zpracované vzorky se vkládají pod mikroskop, na kterém se měří průvar (kvalita spojení materiálů) svařených materiálů.

V případě špatných výsledků makro testů je kontaktovaná údržba, která kontroluje zakládací pozice, svařovací podmínky a další. Kontroly se provádí při zastavené lince linkou, nebo při běžném provozu. Graf 5 znázorňuje výsledky makrotestů za měsíc duben - červen 2023.



Graf 5 Výsledky měření makrotestů (Zdroj: vlastní zpracování)

Oddělení kvality v daném období otestovalo 117 svarů. Z odebraných vzorků 46 svarů (39,32%) vychovalo kritériím a byly vyhodnoceny jako OK. 71 svarů (60,68%) bylo vyhodnoceno jako nevyhovující tedy NG kusy. Takto vysoké procento vadných kusů představuje velmi vysokou pravděpodobnost zákaznických reklamací.

8.6 Kalkulace nákladů procesu CMA

Roční náklady na výrobu 422 653 kusů jsou 9 661 003 Eur. Náklady 570 457 EUR přímo souvisí s cenou drátu, neplánovanými opravami způsobené opotřebením bowdenu, plánovanými opravami, které jsou nutné pro výměnu svařovacích špiček.

Roční náklady na výrobu CMA		
Přímý materiál	7 960 000 EUR	
Přímé mzdy	1 000 000 EUR	
Ostatní přímé náklady		
Spotřební materiál - spotřeba drátu = 30 000 kg	90 000 EUR	
Prostoje neplánované - poruchy	159 954 EUR	
Spotřební materiál - materiál svařovací špičky 1,03 Eur, 2550 ks	3 315 EUR	**570 457 EUR**
Prostoje plánované - preventivní udržba každých 800 výrobků, 15 minutový prostoj	317 188 EUR	
Spotřební materiál - technické plyny	46 287 EUR	
Další přímé náklady	21 003 EUR	
Nepřímé náklady - Výrobní režie		
energie, odpisy, školení, přeprava k zákazníkovi, ochranné pracovní pomůcky, služby (sorting), licenční poplatky matce, telefony, poštovné, cestovné, opravy…	63 256 EUR	
Náklady celkem	**9 661 003 EUR**	
Roční tržby	**9 840 000 EUR**	
Tržby za CMA - 8% z celkových tržeb	9 840 000 EUR	
Provozní zisk	**178 997 EUR**	

Tabulka 3 Přehled nákladů procesu CMA (Zdroj: vlastní zpracování)

8.7 SWOT analýza

Pomocí SWOT analýzy byly zhodnoceny silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby procesu CMA.

Silné stránky (Strengths)

Zaznamenávání dat. Pracovníci údržby zaznamenávají důvody poruch, doby oprav a spotřebu náhradních dílů, což poskytuje cenné informace pro analýzu a plánování. Jsou dostupná data o kvalitě svarů, která identifikují příčiny vzniku NG kusů a poskytují podněty ke zlepšování kvality.

Systematický rozbor poruch. Firma má postavený systém pro systematický rozbor poruch, což jí umožňuje identifikovat klíčové problémy a přijímat informovaná rozhodnutí.

Systém umožňuje analyzovat výkonnost svařovací linky a identifikovat oblasti pro zlepšení ukazatelů MTBF a MTTR.

Plánovaná údržba. Existuje plánovaná údržba, která umožňuje řízeně provádět opravy a údržbu strojů, což snižuje riziko neplánovaných prostojů.

Kvalifikovaní údržbáři. Oddělení údržby disponuje zkušenými a kvalifikovanými údržbáři, kteří jsou obeznámeni s používanými technologiemi a postupy a sestaveným plánem oprav.

Pracovní zkušenosti manažera údržby. Pozici manažera údržby vykonává specialista svařování.

Moderní svařovací technologie. Svařovací linka je vybavena moderními svařovacími technologiemi, které umožňují dosahovat kvalitních svarů.

Spolehlivý dodavatel svařovacích technologií. Firma spolupracuje s dodavatelem, který je celosvětovou inovační a technologickou jedničkou v oblasti svařovacích technologií.

Slabé stránky (Weaknesses)

Vysoká frekvence poruch robotů. Stávající frekvence poruch robotů vede k prostojům a snižuje produktivitu svařovací linky. Zaseknutý robot je nejčastějším typem poruchy s 62% výskytem z šesti nejčastějších poruch. Porucha svar mimo pozici je druhým nejčastějším typem poruchy s 16% výskytem. Poruchy brání plynulému provozu linky, zkracují výrobní čas a zvyšují tak náklady na výrobu.

Nedosažení cílových ukazatelů. Doba oprav (MTTR) a doba mezi poruchami (MTBF) často nedosahují stanovených cílů, což naznačuje nedostatečnou efektivitu v údržbě, nebo problém se stávající technologií, nebo spotřebním materiálem.

Častá výměna špiček. Častá výměna špiček zvyšuje náklady na pomocný materiál a narušuje plynulý chod linky.

Nízká kvalita svarů. Špatná kvalita svarů zvyšuje riziko vyřazení vadných výrobků, zvyšuje náklady na opravy a scrap a tím snižuje ziskovost výrobku.

Příležitosti (Opportunities)

Rozbor příčin poruch. Rozbor nejčastějších příčin poruch a optimalizace servisních postupů může snížit dobu oprav (MTTR) a zlepšit efektivitu linky.

Implementace programů preventivní údržby. Zavedení programů preventivní údržby by mohlo vést ke snížení frekvence poruch robotů a prodloužení životnosti svařovací linky.

Výměna spotřebního materiálu za vhodnější. Změna spotřebního materiálu může snížit počet poruch, zlepšit kvalitu svarů a snížit náklady spojené s opravami a scrapem.

Hrozby (Threats)

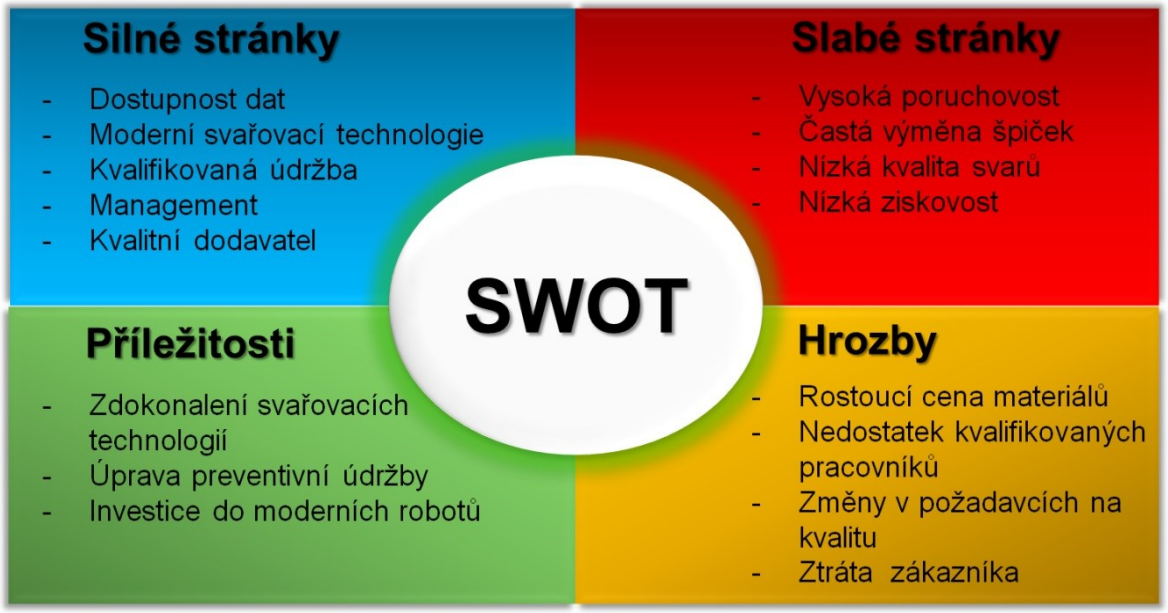
Vyšší cena spotřebního materiálu. Vyšší ceny spotřebního materiálů by mohla vést ke snížení ziskovosti výrobků.

Nedostatek kvalifikovaných údržbářů. Nedostatek kvalifikovaných svářečů na trhu práce by mohl vést k obtížím s náborem a udržením personálu.

Změny v požadavcích na kvalitu. Změny v požadavcích na kvalitu svarů ze strany zákazníků by mohly vést k nutnosti investic do nových technologií a postupů a zvýšení kontrol.

Zvýšené náklady na opravy. Zvýšené náklady na opravy, scrap a provoz v důsledku častých poruch mohou ovlivnit celkovou ziskovost projektu.

Ztráta zákazníků. Nedostatečná kvalita výrobků nebo časté prostoje mohou vést ke ztrátě zákazníků a negativně ovlivnit tržby a reputaci firmy.



Obrázek 15 SWOT analýza (Zdroj: Vlastní zpracování)

8.8 Nedostatky zjištěné v rámci analýzy

Ve všech firmách je klíčovým cílem dosáhnout bezproblémového chodu výroby. Ve výrobním procesu CMA se často setkáváme s nepředvídatelnými událostmi, které vedou k zastavení výrobní linky. Jedním z hlavních důvodů takovýchto situací je porucha výrobního zařízení. Výskyty poruch jsou hodnoceny měsíčně a objevují se podobných poměrech viz příloha 1. Poruchy způsobují nejčastější neplánované zastavení výrobní linky a snižují kvalitu výrobků. V měsíci červnu prvních top 6 poruch zabralo 1024 minut výrobního času. Analytické metody ukazují, že **porucha zaseklý robot** na výrobní lince CMA představuje nejzávažnější problém. Porucha vzniká v **61% ze všech 6 nejčastějších poruch** a v červnu zabrala **424 minut výrobního času.** Druhou nejvýznamnější poruchou je **svar mimo pozici**. V daném měsíci zabrala **112 minut** doby oprav. Další 4 poruchy špatně nabraný Back Panel, propálený svar, problémy s pneumatickým zařízením a nefunkční senzory tvoří 21% z 6-ti nejvýznamnějších poruch.

Porucha zaseklý robot, vzniká nejčasněji z důvodu výměny nepřiměřeně opotřebeného bowdenu. Opotřebení způsobuje nevhodně zvolený drát ZO60 s průměrem 1,2mm. **Cena drátu je 3 Eura/1kg**. Při svařování v jiných firmách jsou obvykle používány dráty o průměru 1mm a jiného složení. Cena takových drátu se obvykle pohybuje kolem ceny 2,80 Eur za 1kg. Existuje tedy vysoký předpoklad snížení nákladů ve formě úpory za cenu

drátu. S používaným drátem úzce souvisí opotřebení **svařovacích špiček**, kterých se denně spotřebuje **21 ks** a po každých 800 vyrobených kusech 15-ti minutový prostoj.

Pro řízení výrobního procesu jsou klíčové ukazatele MTTR (Mean Time To Repair) a MTBF (Mean Time Between Failures). Optimalizace těchto ukazatelů zvyšuje efektivitu výrobního procesu a snižuje náklady spojené s prostoji. V období leden – srpen 2023 ukazatelé vykazují neuspokojivé výsledky. **MTTR** se přiblížil k ideální hranici 8 minut pouze v červnu, v ostatních měsících je plněn na **78,67**%. Průměrný čas oprav je **10,5 minuty.** Ukazatel MTBF, vykazuje ještě horší výsledky. Průměrná doba mezi opravami je **4,7 hodin** místo stanovených 6,5 hodiny. Průměrně byl cíl splněn na **72,11%**. Z naměřených hodnot vyplývá, že v měsících leden-srpen stála výrobní linka průměrně každé 4,7 hodiny a doba každé opravy trvala průměrně 10,5 minuty. Ideální stav, kterého jsme chtěli v roce 2023 dosáhnout je, aby výroba z důvodu neplánovaných oprav byla přerušena maximálně po 6,5 hodinách a doba oprav trvala průměrně 8 minut.

Kvalita svarů je dalším důležitým aspektem výrobního procesu CMA. Špatná kvalita svarů vede k vyřazení vadných výrobků, zvýšení nákladů na opravy a výrobu nových výrobků. Velmi špatně vychází makrotesty svarů. **Výskyt NG kusů** se objevuje v **60,68%.** Takto vysoký výskyt vadných kusů v testovaných vzorcích zvyšuje počet reklamací u zákazníka a výskyt problémů spojených s nekvalitními svary.

Náklady spojené s neplánovanými poruchami negativně ovlivňují efektivitu výrobního procesu a snižují provozní zisk. **Roční provozní zisk činil 178 997 Eur**. Vzhledem ke zjištěným nedostatkům při výrobě a jejich odstranění lze předpokládat jeho navýšení.

Zjištěné nedostatky jsou shrnuly v tabulce č.4.

Naměřené hodnoty		
Porucha zaseklý robot	61,10%	424 minut
Porucha svár mimo pozici		112 minut
Spotřeba svařovacích špiček - den	21 ks	
Ukazatel MTTR	78,67%	10,5 minut
Ukazatel MTBF	72,11%	4,7 hodin
Makrotesty - výskyt NG kusů	60,68%	
Cena drátu	3 Eur/1kg	
Provozní roční zisk	178 997 EUR	

Tabulka 4 Nedostatky zjištěné v rámci analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)

Snahou firmy je dosahovat co nejlepších ekonomických výsledku. Implementace preventivních opatření a optimalizace výrobního procesů jsou klíčovými kroky směrem k dosažení stabilního a efektivního chodu výroby, bez zbytečných prostojů s minimálním množstvím vadných výrobků.

9 NÁVRHY A DOPORUČENÍ NA ZLEPŠENÍ

Zlepšení procesu svařování na vybrané svařovací lince je reálné a může vést k dosažení stanovených cílů. Klíčovými faktory pro dosažení úspěchu je eliminace poruch a zlepšení kvality svarů. Implementace navržených opatření by měla mít pozitivní dopad na chod výroby, především prostřednictvím zlepšení spolehlivosti a efektivity svařovacího procesu.

9.1 Návrhy na eliminaci poruch

1. Porucha – zaseklý robot

Porucha zaseklý robot je často z důvodů výměny byowdenu. Možností jak snížit poruchy z důvodu výměny bowdenu a snížit jeho opotřebení, je **změna svařovacího drátu s průměrem 1mm**. Drát s průměrem 1,2 mm, který je používán od začátku procesu, má předimenzovaný průměr i tvrdost. Volil se pouze dle požadavků zákazníka na pevnost svaru.

2. Porucha – svar mimo pozici

Hlavní příčinou této poruchy je častá výměna opotřebených svařovacích špiček. Opotřebení špiček souvisí s tloušťkou a složením svařovacího drátu. I zde je navrhována **změna svařovacího drátu s průměrem 1mm**. Optimalizace parametrů svařovacího procesu a přechod na svařovací drát s menším průměrem by měly snížit výskyt svarů mimo pozici a potřebu časté výměny svařovacích špiček. To by mělo vést ke zlepšení kvality svarů a snížení odpadu. V konečném důsledku by mohlo dojít ke snížení nákladů na opravy a dodatečnou práci.

3. Porucha – špatně nabraný Back Panel

Na redukci poruch špatně nabraný Back Panel; je doporučeno **dávat méně dílů do palety**, z které si robot díly nabírá. Zmenšením počtu kusů v paletě se dosáhne menšího tlaku a kroucení dílů v paletě. Redukce počtu dílů v paletě by měla minimalizovat problémy s jejich správným nabráním robotem, což by mohlo vést ke zvýšení rychlosti a přesnosti procesu nabírání dílů.

4. Porucha – propálený svar

Ke snížení počtu poruch – propálený svar je doporučováno zavést **častější kontrolu měření materiálu**, který vstupuje do procesu. Pravidelná kontrola vstupujícího

materiálu by mohla snížit výskyt propálených svarů a zlepšit celkovou kvalitu výsledných produktů, což by mohlo vést ke snížení množství vadných výrobků.

5. Porucha – problém s pneumatickým zařízením

Tuto poruchu je možné eliminovat zvýšení četnosti preventivních prohlídek, zavedení mazání pístnic vhodným mazivem, čištění pohyblivých dílů a při zjištění úniku vzduchu měnit těsnění pístnic.

6. Porucha – nefunkční senzory

Pro snížení výskytu poruchy je doporučováno zařadit do autonomní údržby čistění a kontrolu stavu zařízení. Poškození senzorů by mohlo předejít instalací krytů. Zvýšení četnosti údržby pneumatického zařízení a instalace ochranných krytů kolem senzorů by mohlo minimalizovat problémy s pneumatickým zařízením a nefunkčními senzory. Navrhované změny povedou k menším výpadkům zařízení, snížení potřeby oprav a úspoře nákladů na výměnu senzorů za nové.

Návrhy pro poruchy 3 – 6 jsou možné implementovat v běžném provozu a znamenají jen malé změny v procesu CMA.

Navrhované změny pro poruchy 1 a 2 by měly dopad na vlastnosti svarů. Při nahrazování stávajícího svařovacího drátu je důležité zajistit, že nový drát bude vhodný pro daný svařovací proces a materiál, který budete svařovat a svary budou splňovat normy a požadavky dané zákazníkem.

9.2 Projekt na implementaci navrhovaných opatření

Projekt bude zaměřen na výměnu svařovacího drátu CMA za drát KC-29. Cílem je optimalizovat proces svařování a dosáhnout lepších výsledků ve formě nižších nákladů, zvýšení kvality svarů a zvýšené efektivity výroby. Po konzultaci s technologem společnosti a technologem dodavatele, byl pro testy vybrán svařovací drát KC-29, který by měl nahradit ZO-60. O vhodnosti drátu bylo rozhodnuto na základě jeho složení viz příloha 2 a 3. Svařovací drát KC-29 splňuje požadavky a parametry na pevnost svaru a splňuje normu G4Si, kterou vyžaduje zákazník.

Od změny svařovacího drátu je očekávaná menší poruchovost na poruchu zaseknutý robot, lepší vodivost drátu ve vodiči drátu (bowdenu) a jeho menší opotřebení, menší spotřeba

svařovacích špiček, nižší cena za kg svařovacího drátu a celkově lepší ekonomické zhodnocení projektu.

Projekt začíná nákupem zkušebního vzorku drátu, který umožní provedení testů a zhodnocení jeho vhodnosti pro výrobní proces. Nákup pomocného materiálu pro svařovací roboty je dalším krokem, který zajistí, že všechny potřebné materiály jsou k dispozici pro instalaci a testování nového drátu.

Následuje instalace a testování nového drátu na svařovací lince, měření spotřeby drátu a testování provozních parametrů. Testování se zaměřuje na zhodnocení vlivu nového drátu na kvalitu svarů a celkovou výrobní efektivitu.

Po úspěšném vyhodnocení testů a schválení nového drátu, následuje postupná instalace na všechny relevantní linky výroby.

Celkové zhodnocení projektu bude provedeno po úplné instalaci a úpravách. Důraz bude kladen na kvalitu svarů, účinnost procesu a dosažené úspory.

Předpokládané přínosy projektu představuje tabulka 5.

Naměřené hodnoty			**Předpokládané zlepšení**		
Porucha zaseklý robot	61,10%	424 minut	36,66%	40%	254,4 minut
Porucha svár mimo pozici		112 minut		20%	89,64 minut
Spotřeba svařovacích špiček - den	21 ks			20%	16 ks
Ukazatel MTTR	78,67%	10,5 minut	82,60%	2%	9,97 minut
Ukazatel MTBF	72,11%	4,7 hodin	82,93%	15%	5,40 hodin
Makrotesty - výskyt NG kusů	60,68%			50%	30,34%
Cena drátu	3 Eur/1kg			10%	2,70 Eur/1kg
Provozní roční zisk	178 997 EUR			40%	250 596 EUR

Tabulka 5 Předpokládané přínosy projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

Očekává se, že porucha zaseklý robot z důvodu výměny bwodenu bude snížena o 40% a bude zabírat jen 254 minut. Díky tvrdému svařovacímu drátu linka spotřebuje průměrně 21 ks svařovacích špiček za den. To znamená zastavit linku po 800 vyrobených kusech na 15 minut. Po změnách očekáváme, snížení spotřeby špiček na 16 ks za den a tím snížení výskytu poruchy svar mimo pozici o 20% na 89,64 minut. Snížení obou poruch bude mít přímý dopad na ukazatele MTTR a MTBF. U těchto ukazatelů předpokládáme přiblížení k ideálním hodnotám stanovených pro rok 2023. Ukazatel MTTR by se měl zlepšit o 2%,

čímž se zkrátí doba oprav na 9,97 minut. Ukazatel MTBF by se měl zlepšit o 15% a čas mezi poruchami by se měl zvýšit na 5,4 hodin.

Díky výměně svařovacího drátu se očekává výrazné zlepšení výsledů makrotestů minimálně o 50% tedy snížení výskytu NG kusů na 30,34%.

Nový svařovací drát má menší průměr a jiné složení. Ceny takového drátu se na trhu pohybuje průměrně kolem 2,80 Eur za 1 kg. Od dodavatele je přislíbena cena 2,70 Eur za 1kg což by znamenalo úporu 10%.

Pokud by všechny změny byly ve stanovené výši, nezměnil se objem výroby a výše ostatních nákladů nezměněna, roční provozní zisk by se mohl zvýšit o 40% na částku 250 596 Eur

9.3 Cíl projektu popsán metodou SMART

Pomocí metody SMART jsou vytýčeny cíle projektu, které povedou ke zvýšení provozního zisku procesu CMA, snížení frekvence oprav na robotech a zlepšení kvality svarů.

Specifický (Specific). Projekt se zaměřuje na výměnu svařovacího drátu ZO 60 za drát KC-29 s cílem optimalizovat proces svařování a dosáhnout nižších nákladů, zvýšit kvalitu svarů a zvýšit efektivitu výroby.

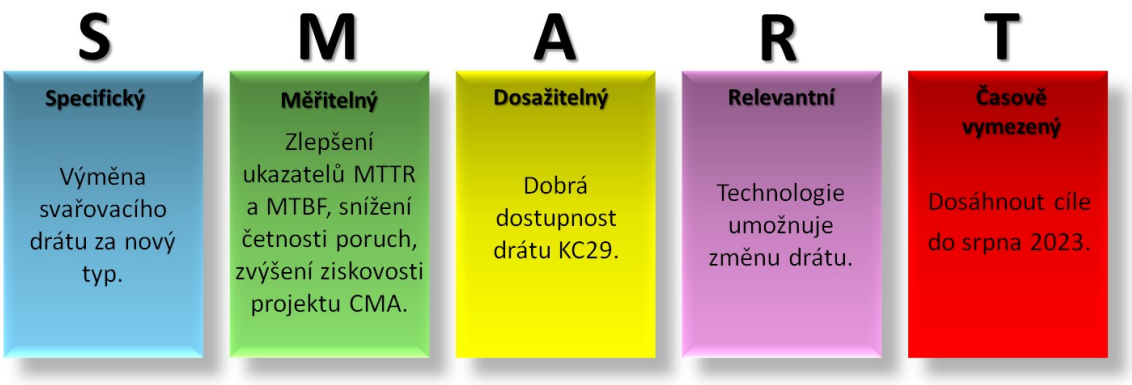
Měřitelný (Measurable). Úspěch projektu bude měřen pomocí konkrétních ukazatelů. Zlepšení ukazatele MTTR o 2%, MTBF o 15%, snížení poruch zaseklý drát o 40%, svar mimo pozici o 20%, zlepšení výsledků makro testů o 50%, snížení spotřeby svařovacích špiček o 50%, zvýšení provozního zisku procesu o 30%.

Dosažitelný (Achievable). Cíle projektu jsou realistické a dosažitelné s ohledem na dostupné zdroje a technologie. Nový typ drátu KC 29 je běžně dostupný drát. Dodavatel drátu souhlasí s prodejem nového typu.

Realizovatelný (Relevant). Technologie umožnuje změnu drátu. Pracovníci souhlasí s testovací fází a pokud by byla úspěšná i výměnou svařovacího drátu.

Časově omezený (Time-bound). Projekt má jasně definovaný časový rámec, který zahrnuje fáze nákupu zkušebního vzorku drátu, instalace a testování nového drátu, a postupnou instalaci na všechny relevantní výrobní linky. Projekt je naplánován od října 2022 do července 2023.

Hlavní body SMARTU znázorňuje obr. 16.



Obrázek 16 Grafická úprava SMART (Zdroj: Vlastní zpracování)

9.4 Role v projektu a zodpovědnosti

Pro úspěšný projekt a dosažení stanovených cílů byl sestaven projektový tým. Tabulka níže obsahuje seznam členů a jejich role. Každý člen týmu má své specifické role a zodpovědnosti, které přispívají k úspěchu projektu. Od každého účastníka se očekává spolupráce s ostatními členy tým, která povede k úspěšnému provedení změn ve výrobním procesu.

Role v projektu	Zodpovědnosti
Vedoucí projektu - manažer údržby	- odborné konzultace, výběr typu drátu, - vytvoření projektového týmu, - dohled nad průběhem projektu, - hodnocení výsledků testů, - vedení projektové dokumentace.
Externí technologický konzultant	- odborné konzultace a hodnocení vlastností drátu.
Manažer výroby	- spolupráce při testování vzorků drátu.
Specialista nákupu	- vyjednávání s dodavatelem, objednávka vzorků, nového typu svařovacího drátu.
Specialista oddělní kvality	- hodnocení výsledků testů kvality, vizuálních kontrol, makro testů.
Pracovníci údržby	- vizuální hodnocení svarů, instalace vzorků drátu, instalace nového typu drátu.

Tabulka 6 Role v projektu a zodpovědnosti (Zdroj: vlastní zpracování)

9.5 Akční plán

Akční plán projektu zahrnuje řadu aktivit, které je nutné provést pro dosažení cíle projektu. Mezi tyto aktivity patří akce, která znázorňuje tabulka 7.

Akční plán pro změnu svařovacího drátu CMA ze ZO-60 na KC-29				
Akce	**Zodpovědnosti**	**Datum**		
Nákup zkušebního vzorku drátu	nákup/údržba	14.10.2022		
Nákup pomocného materiálu pro svařovací roboty	nákup/údržba			
Instalace a test naboxu 1B	údržba			
Měření spotřeby drátu	údržba			
Test LH rámu	údržba			
Vizuální hodnocení svarů	kvalita/údržba			
Vyhodnocení makro testu	kvalita/údržba			
Schválení drátu pro výrobu	kvalita/výroba/údržba			
Průběžný test na robotu CMA Rh 6-	údržba/výroba			
Celkové zhodnocení	kvalita/výroba/údržba			
Objednávka zařízení pro roboty	nákup/údržba			
Objednávka nového svařovacího dr	nákup/údržba			
Postupná instalace na RH linku	údržba			
Postupná instalace na linku LH	údržba			25.8.2023

Tabulka 7 Akční plán pro projekt (Zdroj: vlastní zpracování)

Během projektu bude sledován pokrok v dosahování cílů a v případě potřeby se bude upravovat časový harmonogram a aktivity projektu.

Je nutné, aby všechny zúčastněné strany komunikovaly a zapojily se do realizace projektu. Důležité také je vyhodnotit výsledky projektu a použít zjištěné informace pro zlepšování budoucích projektů.

9.6 Riziková analýza

V tabulce 8 jsou analyzována klíčová rizika, která mohou ovlivnit úspěšnost projektu. Každé riziko je charakterizováno svou mírou pravděpodobnosti v procentech, což označuje šanci, že se riziko skutečně vyskytne, a dopadem, kterým je důsledek, pokud se riziko uskuteční.

Riziko	Míra pravděpodobnosti	Dopad	Preventivní opatření	Nápravná opatření
Zpoždění dodávky drátu	20%	Zpoždění projektu	Objednávka drátu včas	Změna na původní drát a technologii
Neúspěšné testy	10%	Nutnost úprav, prodloužení projektu	Důkladné testování před instalací	Analyzovat výsledky testů, provést nezbytné úpravy
Vysoké náklady na instalaci	15%	Překročení rozpočtu, slabé finanční zhodnocení	Přesný rozpočet, hledání levnějších řešení	Vyhledat méně nákladné řešení, která by snížila náklady
Nízká kvalita svarů	5%	Nutnost úprav parametrů svařování, výměna drátu	Školení personálu, znalost problematiky svařování, preventivní údržba	Upravit parametry svařování, zvolit jiný typ drátu
Zvýšená poruchovost	10%	Prostoje výrobní linky	Preventivní a prediktivní údržba, investice do modernizace technologií	Analyzovat příčinu poruch, provést nezbytné opravy, úpravy technologií

Tabulka 8 Rizika pro projekt (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko zpoždění dodávky drátu může nastat ve 20%. Preventivním opatřením bude vyjednávání s dodavatelem, který zajistí včasnou dodávku drátu. Pokud by i přesto došlo ke zpožděné dodávce, linka bude využívat stávající drát, kterého je dostatečná zásoba.

Riziko neúspěšné testy má pravděpodobnost 10%. Pokud by nastalo, musela by se provést další analýza. Riziku se dá předcházet testovací fází před výměnou drátů. Předpokládá se, že náklady na zavedení nového drátu se nebudou výrazně lišit od nákladů na provoz stávajícího procesu.

Zvýšení nákladů nese 15% pravděpodobnost. Pokud by však situace nastala, bylo by nutné vyhledat méně nákladné řešení. Předejít tomuto riziku se dá dohodnutí cen před začátkem projektu.

Další možným rizikem projektu je, že **kvalita svarů** bude nižší, než se stávajícím drátem. Riziko může nastat s 10% pravděpodobností. V případě tohoto rizika bude nutná úprava parametrů svařování a změna drátu na původní drát. Riziku se dá předcházet školením personálu a preventivní údržbou.

Riziko **zvýšené poruchovosti** strojů může nastat v 10%. Způsobilo by zvýšení prostojů výrobní linky. Předejít tomuto riziku se dá prediktivní a preventivní údržbou nebo investicí do technologií.

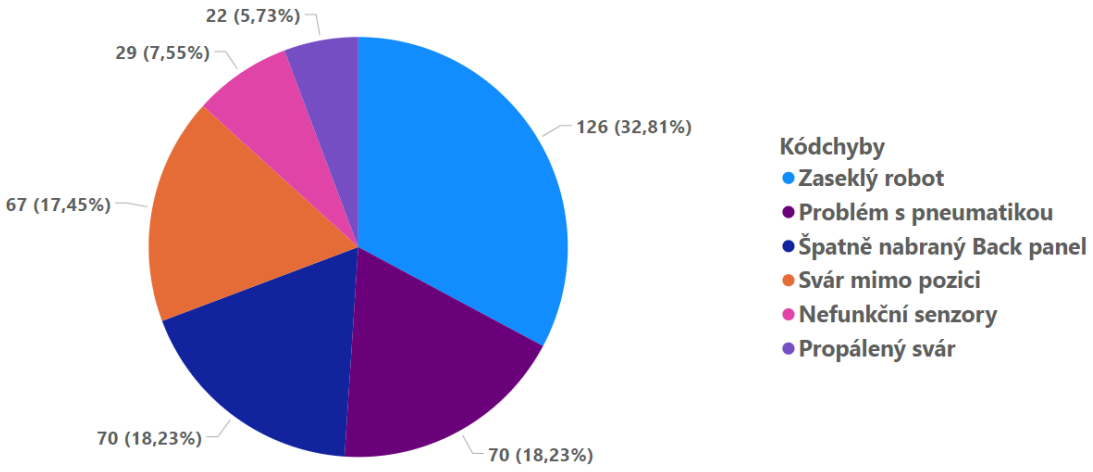
10 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A PŘÍNOSY PROJEKTU

Podle akčního plánu měl být projekt dokončen v červenci 2023. Ke konci projektu došlo ke dvěma odchylkám. První zpoždění bylo způsobeno vyjednáváním s dodavatelem. Dle smluvních podmínek měl dodavatel zajištěnu skladovou starého drátu ZO60 pro firmu ABC s.r.o. do prosince 2023. Bylo nutné vyjednat podmínky odkupu zásob a naskladnění nového typu drátu. Projekt byl opožděn o 2 měsíce. Druhé zpoždění nastalo kvůli oddělení kvality, které nedodalo makro testy v požadovaném termínu. Zpoždění nemělo významný vliv na celý projekt a projekt byl dokončen 25. 8. 2023.

Implementace svařovacího drátu KC29 sebou přinesla výrazné zlepšení v eliminaci poruch a ukazatele MTBF, zlepšení výsledů makro testů a zvýšení provozního zisku. Hodnoceným obdobím je srpen – prosinec 2023.

Eliminace poruch

Poruchy strojů jsou problémy, které nastávají při provozu strojů nebo zařízení a způsobují neplánované přerušení výroby. Na základě dat systému údržby jsou vyhodnoceny chyby, které se opakují nejčasněji, nebo mají nejdelší dobu trvání. Vyhodnocení dat po výměně svařovacího drátu je znázorněno grafem 6. Data jsou z měsíce října.



Graf 6 Poruchy 6-ti nejčastějších vad po výměně drátů (Zdroj: vlastní zpracování)

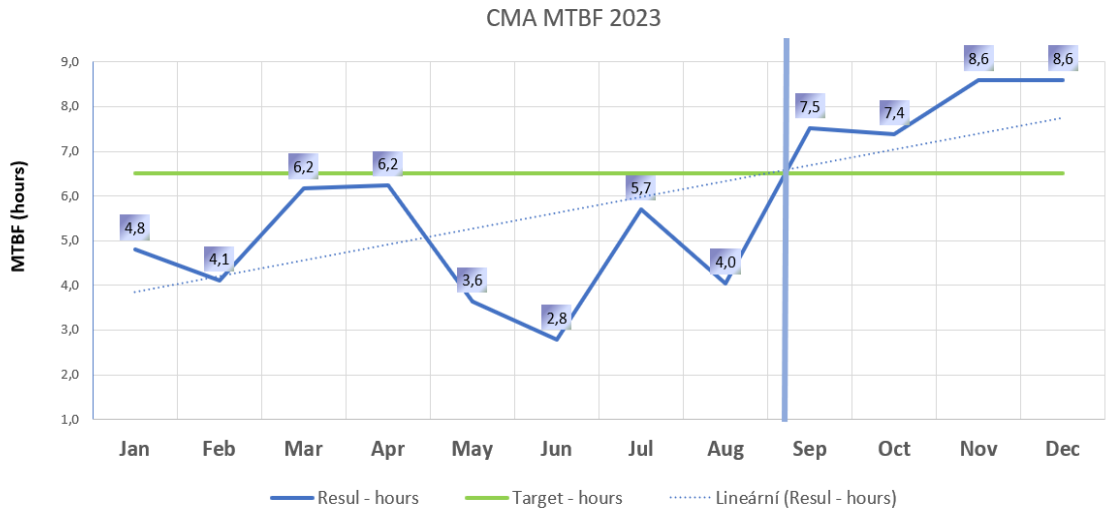
Porucha – zaseklý robot se původně vyskytovala v 61% a zabírala 424 minut výrobního času měsíčně. Po výměně svařovacího drátu došlo k eliminaci chyby o 70% a snížení o 298 minut. Důvod zlepšení byl především díky menšímu opotřebení bowdenů. Nyní se poruchy pohybují kolem **126 minut** a výskyt vad se snížil na **32,81%**.

Svar mimo pozici se objevoval v 16% ze šesti nejčastějších poruch. Poruchu způsobuje opotřebení svařovací špičky. Výskyt poruchy **svar mimo pozici** se implementací drátu zvýšil na **17,45%,** ale klesl na **67 minut** z původních 112 minut což je zlepšení o 50%. Přispělo k tomu snížení četnost výměny svařovacích špiček, jejichž spotřeba klesla **o 81%** z 21 ks na 4 kusy.

Po výměně drátu nastala situace, kdy eliminací poruchy s největším počtem minut došlo ke zvýšení jiných typů poruch. Další 4 poruchy špatně nabraný Back Panel, propálený svar, problémy s pneumatickým zařízením a nefunkční senzory tvořily před změnou 21% z 6-ti nejvýznamnějších poruch. Nyní tyto poruchy tvoří průměrně tvoří 191 minut a zabírají 47,74 % z 6-ti nejvýznamnějších poruch.

Výrazné zlepšení ukazatele MTBF

MTBF (Mean Time Between Failures) vyjadřuje průměrnou dobu mezi poruchami. Je to statistická veličina, která slouží k ohodnocení spolehlivosti technického zařízení. Vývoj hodnot v roce 2023 je znázorněn v grafu 9.

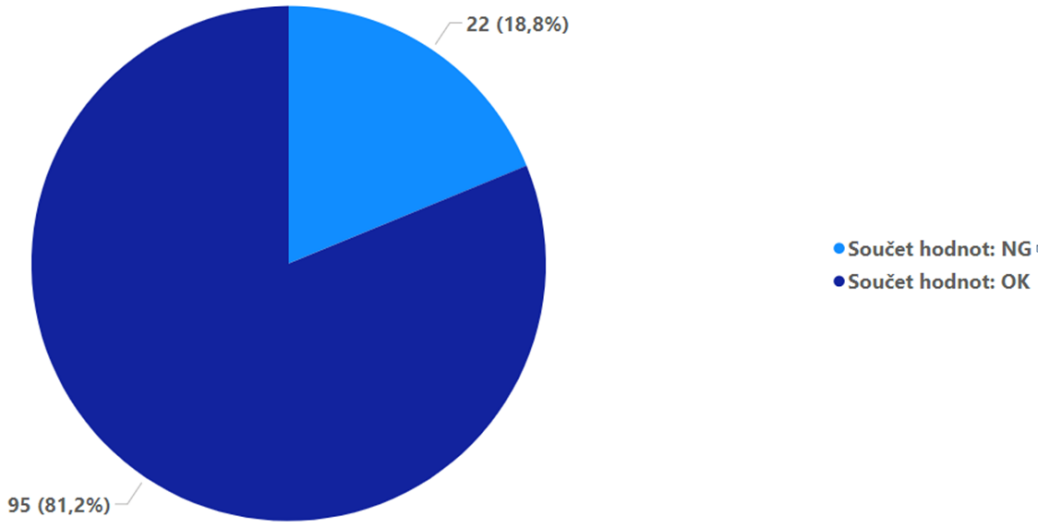


Graf 7 Graf ukazatele MTBF po výměně drátů (Zdroj: vlastní zpracování)

Po implementaci svařovacích drátu se zlepšení hodnot ukazatele projevilo okamžitě. Ideální hodnota **Target** pro rok 2023 je **6,5 hodiny** bez poruchy stroje na výrobní lince CMC. Čas mezi poruchami vzrost ze 4,7 hodin na 7,4 hodin a znamená zlepšení o 57%. V měsících říjnů – prosinci hodnoty poprvé v roce dosáhly více jak 100% stanovené hodnoty. V měsících listopad a prosinec dosáhly naměřené hodnoty 8,6 hodin což znamená, že výrobní linka s novým typem drátu jela průměrně 8,6 hodin tedy o 2,1 hodiny déle

Kvalita svaru

Makrotesty jsou prováděny na finálních produktech po svaření. Měří splnění požadavků daných normami a specifikacemi. Za období říjen - prosinec bylo otestováno oddělením kvality 117 svarů. Procentní podíl NG kusů a OK kusů znázorňuje graf 8.



Graf 8 Výsledek makro testů po výměně svařovacího drátu KC29
(Zdroj: vlastní zpracování)

Díky novému svařovacímu drátu se výrazně zlepšily hodnoty makro testů. Z grafu vyplývá, že **95 svarů** (81,2%) splňovalo předepsané normy a bylo vyhodnoceno jako OK. **22 svarů** (18,8%) bylo vyhodnoceno jako nevyhovující, tedy NG. Počet NG kusů, které se Po implementaci nového drátu se výskyt NG testů snížil na 18,8%, což znamená zlepšení o 69%.

Zvýšení provozního zisku

Díky optimalizaci procesů a snížení materiálových nákladů se zvýší provozní zisk. Porovnání nákladů před úpravou procesu a po úpravě procesu přestavuje tabulka 11.

Roční náklady na výrobu CMA			Roční náklady navýrobu po změnách	
Přímý materiál	7 960 000 EUR		7 960 000 EUR	
Přímé mzdy	1 000 000 EUR		1 000 000 EUR	
Ostatní přímé náklady				
Spotřební materiál - spotřeba drátu = 30 000 kg	90 000 EUR		70 500 EUR	
Prostoje neplánované - poruchy	159 954 EUR		51 474 EUR	
Spotřební materiál - materiál svařovací špičky	3 315 EUR	**570 457 EUR**	1 105 EUR	**208 902 EUR**
Prostoje plánované - preventivní údržba každých 800 výrobků,15 minutový prostoj	317 188 EUR		85 823 EUR	
Spotřební materiál - technické plyny	46 287 EUR		46 287 EUR	
Další přímé náklady	21 003 EUR		21 003 EUR	
Nepřímé náklady - Výrobní režie				
Energie, odpisy, školení, přeprava k zákazníkovi, ochranné pracovní pomůcky, služby (sorting), licenční poplatky matce, telefony, poštovné, cestovné, opravy…	63 256 EUR		63 256 EUR	
Náklady celkem	**9 661 003 EUR**		**9 299 448 EUR**	
Úspora			**361 555 EUR**	
Roční tržby	**9 840 000 EUR**			
Tržby za CMA - 8% z celkových tržeb	9 840 000 EUR			
Provozní zisk	**178 997 EUR**		**Provozní zisk**	**540 552 EUR**

Roční úspory na výrobu	
Spotřební materiál - spotřeba drátu = 30 000 kg	19 500,00 EUR
Prostoje neplánované - poruchy	108 480,00 EUR
Spotřební materiál - materiál svařovací špičky, 1,03 Eur/ks, 2146 ks uspořeno	2 210,00 EUR
Prostoje plánované - preventivní údržba každých 5000 výrobků,15 minutový prostoj	231 365,00 EUR
	361 555,00 EUR

Tabulka 9 Ekonomické zhodnocení projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

Největší úsporu přineslo snížení plánovaných prostojů z důvodu výměny svařovacích špiček. Původně se špičky měnily po 800 vyrobených kusech, což znamená po výrobě 800 kusů 15-ti minutový prostoj. Po instalaci drátu KC 29 se špičky měnily po 5000 vyrobených kusech a jejich spotřeba se snížila o 81%. Zlepšení přinese úsporu

spotřebního materiálu a výrobního času v hodnotě **233 576 Euro** při stávajících objemech produkce a stejných nákladech.

Cena nového svařovacího drátu byla předběžně domluvena na 2,80 za 1kg drátu. Nákupní oddělení dalším vyjednáváním snížilo cenu na 2,28 Eur za 1kg, tedy o 24% nižší. Nová **cena drátu** firmě uspoří **15 500 Eur** ročně při stávajících objemech produkce.

Díky menšímu opotřebení bowdenů, dochází méně k neplánovaným poruchám. Snížení výskytu neplánovaných poruch firmě ročně přinese při stávajících objemech produkce, **108 480** Euro formou **úspory výrobního čas.**

Celkově změny přinesou zvýšení zisku o **361 555 Eur** což znamená nárůst o 200%.

Shrnutí

Projekt úspěšně dodává výstupy a výsledky s vysokou úrovní kvality. Implementované změny přispívají k větší efektivitě a ziskovosti v procesu výroby CMA. Shrnutí všech úspěchů, které projekt přinesl, představuje tabulka 10. Projekt výrazně překročil předpokládané očekávání.

Naměřené hodnoty			Předpokládané zlepšení			Přínosy projektu Výsledky měření 8-12/2023		
Porucha zaseklý robot	61,10%	424 minut	36,66%	40%	254,4 minut	32,81%	70%	126 minut
Porucha svár mimo pozici		112 minut		20%	89,64 minut	17,45%	40%	67 minut
Spotřeba svařovacích špiček	21 ks			20%	16 ks		81%	4 ks
Ukazatel MTTR	78,67%	10,5 minut	82,60%	2%	9,97 minut	85,3%	-3%	10,9 minut
Ukazatel MTBF	72,11%	4,7 hodin	82,93%	15%	5,40 hodin	113,23%	57%	7,4 hodin
Makrotesty - výskyt NG kusů	60,68%			50%	30,34%		69%	18,80%
Cena drátu	3 Eur/1kg			10%	2,70 Eur/1kg		24%	2,28 Eur/1kg
Provozní roční zisk	178 997 EUR			40%	250 596 EUR		200%	540 552 EUR

Tabulka 10 Přínosy projektu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Porucha zaseklý robot z důvodu výměny bwodenu se snížila o **70% na 126 minut**. Díky tvrdému svařovacímu drátu linka spotřebovala průměrně 21 ks svařovacích špiček za den. To znamenalo zastavit linku po 800 vyrobených kusech na 15 minut. Po změnách se **spotřeba špiček snížila na 4 kusy za den** a tím došlo se **snížení výskytu poruchy svar mimo pozici o 40% na 67 minut.** Snížení obou poruch má přímý dopad na ukazatele MTBF. **Ukazatel MTBF se zlepšil o 57%** a čas mezi poruchami se zvýšit na **7,4 hodin.** Díky výměně svařovacího drátu došlo ke **zlepšení makrotestů o 69%** a nová průměrná

hodnota výskytu NG **kusu se pohybuje** kolem **18%.** Vyjednáváním s dodavatelem byla stanovena **cena nového svařovacího drátu na 2,28 Eur** za 1kg což by znamená úporu spotřebního materiálu o **24%.** Pokud budou zachovány stejné objemy produkce a ostatní náklady se nezvýší, **provozní roční zisk** bude navýšen o **200% na 540 552 EUR.**

ZÁVĚR

Společnost ABC s.r.o. řešila vysokou poruchovost výrobní linky z důvodu zaseklý robot, která tvořila 61% ze šesti nejčastějších poruch, špatné výsledky ukazatelů MTTR a MTBF, špatnou kvalitu svaru na výrobcích a nízký provozní zisk procesu CMA. Díky výměně svařovacího drátu za typ KC29 došlo k výraznému zlepšení všech problémových oblastí. Porucha zaseklý robot se snížila o 70%, ukazatel MTBF se zlepšil o 113%, spotřeba svařovacích špiček klesala o 81%. Díky zlepšení se provozní zisk zvýší při stávajících objemech produkce, cenách materiálu práce, a stávajících režijních nákladech o 200%.

Realizovaný projekt produkuje výstupy a výsledky, které jsou vysoké kvality. Provedené změny vedou k větší efektivitě a výnosnosti procesu výroby CMA. Úspory na výrobu přispěly k celkovému zlepšení ekonomické situace podniku. Projekt předčil očekávané cíle a má pozitivní dopad na všechny zúčastněné strany. Nyní se firma může věnovat dalším problémům, které vyvstaly a dál pokračovat v koloběhu neustálého zlepšování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AXELOS LIMITED. *PRINCE2.com.* [online]. ©2024. Dostupné z: https://www.prince2.com/eur. [cit. 2024-03-24]

DOLEŽAL, Jan. *Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů.* Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN isbn:978-80-247-5620-2. Dostupné také z: https://www.bookport.cz/e-kniha/projektovy-management-1779219/#. [paywall].

FRONIUS INTERNATIONAL GMBH. *Co je vlastně... svařování MIG/MAG?* [online]. © 2006-2024 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: https://blog.perfectwelding.fronius.com/cs/co-je-svarovani-mig-mag/

IPMA. *International Project Management Association (IPMA).* Online. ©2024. Dostupné z: https://ipma.world/. [cit. 2024-03-24]

JANIŠOVÁ, Dana a KŘIVÁNEK, Mirko. *Velká kniha o řízení firmy: [praktické postupy pro úspěšný rozvoj]*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4337-0.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN isbn:978-80-247-5717-9.

KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích.* Expert (Grada). Praha: Grada, 2011. ISBN isbn:978-80-247-3221-3

LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016, 622 s. ISBN 978-80-7431-163-5.

MÁCHAL, Pavel; KOPEČKOVÁ, Martina a PRESOVÁ, Radmila. *Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy : IPMA, PMI, PRINCE2*. Manažer. Praha: Grada, 2015. ISBN isbn:978-80-247-5321-8. (Máchal et. al., 2015)

NĚMEC, Milan, Jan SUCHÁNEK a Jan ŠANOVEC. *Základy strojírenské technologie I*. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 9788001060568

PATERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení: je čas změnit vaši dílnu : začněme teď!.* Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9. Dostupné také z: https://www.bookport.cz/e-kniha/lean-dilenske-rizeni-1780002/. [paywall]

PMI. *Project Management Institute, Inc.* Online. ©2024 Dostupné z: https://www.pmi.org/.[cit. 2024-03-24].

POPESKO, Boris a Šárka PAPADAKI. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2016, 263 s. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-5773-5. Dostupné také z https://www.bookport.cz/e-kniha/moderni-metody-rizeni-nakladu-1779208/. [paywall]

ŘEPA, Václav**.** *Procesně řízená organizace. Management v informační společnosti*. Praha: Grada, 2012. ISBN isbn:978-80-247-4128-4.

SMEJKAL, Vladimír a RAIS, Karel. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích.* 3., rozš. a aktualiz. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada, c2010. ISBN isbn:978-80-247-3051-6.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management: systémový přístup k řízení projektů*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN isbn:978-80-271-0075-0. Dostupné také z: https://www.bookport.cz/e-kniha/projektovy-management-1777790/. [paywall]

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů.* Expert (Grada). Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě. Management v informační společnosti*. Praha: Grada, 2007. ISBN isbn978-80-247-1679-4.

TASCHNER, Andreas a Michel CHARIFZADEH. *Management and Cost Accounting. -. Wei-nheim: The Deutsche Nationalbibliothek*, Weinheim: Wiley-VCH, xiv, 2016. ISBN 978-3-527-50822-8.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Expert (Grada). Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

UNGERMANN, Zbyněk. ELVAC SOLUTIONS S.R.O. *MTTR - Střední doba do zotavení.* Online. ©2024. Dostupné z: https://docs.elvacsolutions.eu/pages/viewpage.action?pageId=67643580. [cit. 2024-04-12]

UNGERMANN, Zbyněk. ELVAC SOLUTIONS S.R.O.. *MTBF - Střední doba mezi poruchami a dostupnost*. Online. ©2024 Dostupné z:

https://docs.elvacsolutions.eu/pages/viewpage.action?pageId=147693498. [cit. 2024-04-12].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IPMA	International Project Management Association
MTTZ	Význam druhé zkratky
MTBF	Význam třetí zkratky
NG	Not Goot
PMI	Project Management Institute
PRINCE2	Projects IN Controlled Environments

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Firemní procesy (vlastní zpacování) 14

Obrázek 2 Přehled technik pro projektové řízení (Zdroj: Svozilová, 2011) 19

Obrázek 3 Logický rámec (Zdroj: Doležal 2016) 23

Obrázek 4 Pilíře TPM (Zdroj: Legát, 2016, s. 143) 25

Obrázek 5 Struktura jednoduché a strukturované kalkulace (Zdroj: Popesko a Papadaki, 2016, s. 70) 29

Obrázek 6 Zobrazení metody svařování MIG a MAG (Zdroj: Němec, et. al., 2016, vlastní zpracování) 31

Obrázek 7 Kovová konstrukce autosedačky (Zdroj: vlastní zpracování) 34

Obrázek 8 Procesní mapa firmy (Zdroj: interní dokumenty firmy) 35

Obrázek 9 Osvědčení certifikovaného auditora (Zdroj: interní dokumenty firmy) 36

Obrázek 10 Svařovací box s roboty Yaskawa (Zdroj: vlastní zpracování) 37

Obrázek 11 Schéma linky optimalizovaného projektu (Zdroj: vlastní zpracování) 37

Obrázek 12 Část svařovací linky procesu CMA (Zdroj: vlastní zpracování) 39

Obrázek 13 Základní díly projektu CMA (Zdroj: vlastní zpracování) 39

Obrázek 14 Svařovací drát v sudu, svařovací špičky (Zdroj: vlastní zpracování) 40

Obrázek 15 SWOT analýza (Zdroj: Vlastní zpracování) 53

Obrázek 16 Grafická úprava SMART (Zdroj: Vlastní zpracování) 60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Data ukazatele MTTR (Zdroj: vlastní zpracování)....46
Tabulka 2 Data ukazatel MTBF (Zdroj: vlastní zpracování)....47
Tabulka 3 Přehled nákladů procesu CMA (Zdroj: vlastní zpracování)....50
Tabulka 4 Nedostatky zjištěné v rámci analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)....54
Tabulka 5 Předpokládané přínosy projektu (Zdroj: vlastní zpracování)....58
Tabulka 6 Role v projektu a zodpovědnosti (Zdroj: vlastní zpracování)....60
Tabulka 7 Akční plán pro projekt (Zdroj: vlastní zpracování)....61
Tabulka 8 Rizika pro projekt (Zdroj: vlastní zpracování)....62
Tabulka 9 Ekonomické zhodnocení projektu (Zdroj: vlastní zpracování)....67
Tabulka 10 Přínosy projektu (Zdroj: Vlastní zpracování)....68

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Chyby zařízení

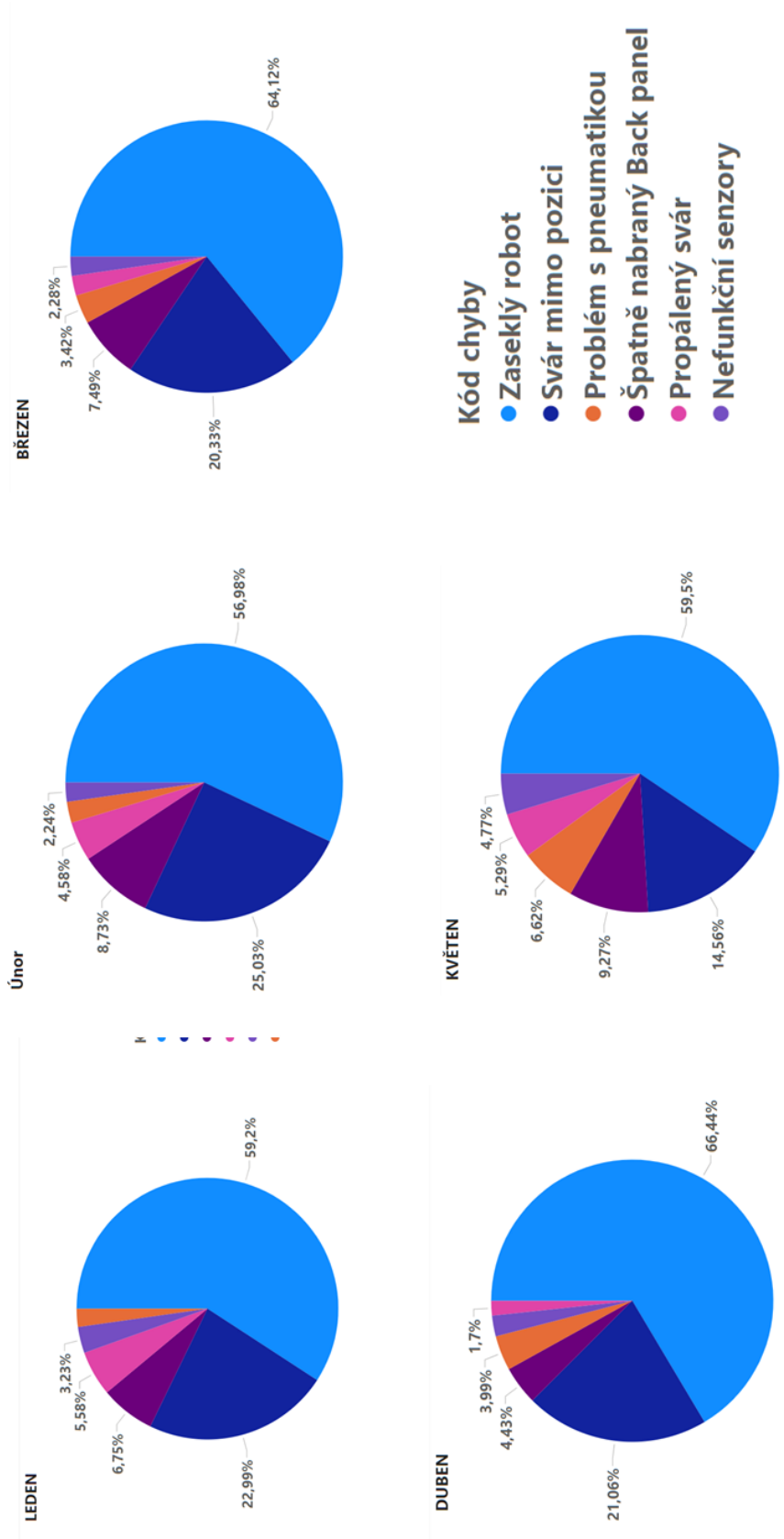
Příloha P II: Technický list drátu ZO60

Příloha P III: Technický list drátu KC29

Příloha P IV: Akční plán projektu

Příloha P V: Report údržby

PŘÍLOHA P I: CHYBY ZAŘÍZENÍ



PŘÍLOHA P II: TECHNICKÝ LIST DRÁTU ZO60

Gas Metal Arc Welding

ZO-60

For 590MPa tensile strength steel

Classifications

EN ISO 16834-A:2007	: G 55 2 C Z	KS D 7025	: YGW21
EN ISO 16834-B:2007	: G 62A 2 U C 3M1T	JIS Z 3312	: G 59J A 1 U C 3M1T
AWS A5.28-05	: ER80S-G		

Description

- For butt and fillet welding of machineries, heavy equipments, pressure vessels and steel that demand for creep-resistant in high temperature
- Superior arc stability and X-ray soundness
- Stable weldability on high welding current
- Beautiful weld appearance due to low spatter

Typical chemical composition of wire (%)

C	Si	Mn	P	S	Mo	Ti
0.07	0.84	1.95	0.014	0.005	0.31	0.17

Typical mechanical properties of all-weld metal

	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)	IV (J) -5℃	IV (J) -20℃	Remarks
AWS A5.18		min. 550				
EN ISO 16834-B	min. 530	620~820	min. 15		≥ 47	CO_2
Example	550	640	27	120	110	CO_2

Operating data

Dia.(mm)		1.2	1.4
Current (Amp.)	Flat (PA/1G)	120 ~ 350	150 ~ 400
	Vertical (PF/3G)	80 ~ 180	100 ~ 250
	Overhead (PE/4G)	80 ~ 180	100 ~ 250

Polarity and Shielding gas

- DCEP (DC+)
- CO_2 : 100% CO_2 (15~25ℓ /min.)

Approvals

Shielding gas	NK
CO_2	KSW3Y46G

* Others: JIS

PŘÍLOHA P III: TECHNICKÝ LIST DRÁTU KC29

Gas Metal Arc Welding

KC-29

For mild steel and 490MPa tensile strength steel

Classifications

EN ISO 14341-A:2008	: G 46 4 C G4Si1	AWS A5.18-05	: ER70S-6
	: G 46 4 M G4Si1	JIS Z 3312	: G 55 A 4U C G6
EN ISO 14341-B:2008	: G 49A 4U C G6		
	: G 49A 4U M G6		

Description

- For butt and fillet welding of ship-building, bridges, structural steel, steel buildings, machineries and vehicles
- Served as both carbon dioxide and mixture gas, and stable arc performance in almost welding current
- A wide range of use due to low spatter and all welding position
- Suited for application of sheet metal on high welding current without burn through

Typical chemical composition of wire (%)

C	Si	Mn	P	S
0.08	0.99	1.63	0.015	0.007

Typical mechanical properties of all-weld metal

	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)	IV (J) -30℃	IV (J) -40℃	Remarks
AWS A5.18	min. 400	min. 480	min. 22	≥ 27		CO_2
EN ISO 14341-A	min. 460	530~680	min. 20		≥ 47	CO_2
Example	510	620	27	110	105	CO_2
	560	660	24	90	80	Mix

Operating data

Dia.(mm)		1.2	1.4
Current (Amp.)	Flat (PA/1G)	100 ~ 350	140 ~ 400
	Vertical (PF/3G)	50 ~ 180	100 ~ 250
	Overhead (PE/4G)	50 ~ 180	100 ~ 250

Polarity and Shielding gas

- DCEP (DC+)
- CO_2: 100% CO_2
  Mix : Ar+20% CO_2 (15~25ℓ /min.)

PŘÍLOHA P IV: AKČNÍ PLÁN PROJEKTU

Akční plán pro změnu svařovacího drátu CMA ze ZO-60 na KC-29																
Action	**Responsible**	**Datum**														
Nákup zkušebního vzorku drátu	nákup/údržba	14.10.2022														
Nákup pomocného materiálu pro svařovací roboty	nákup/údržba		24.10.2022													
Instalace a test naboxu 1B	údržba			2.11.2022												
Měření spotřeby drátu	údržba				3.11.2022											
Test LH rámu	údržba					27.1.2023										
Vizuální hodnocení svarů	kvalita/údržba						2.2.2023									
Vyhodnocení makro testu	kvalita/údržba							3.2.2023								
Schválení drátu pro výrobu	kvalita/výroba/údržba								4.2.2023							
Průběžný test na robotu CMA Rh 6-	údržba/výroba									6.2.2023						
Celkové zhodnocení	kvalita/výroba/údržba										16.2.2023					
Objednávka zařízení pro roboty	nákup/údržba											21.3.2023				
Objednávka nového svařovacího dr	nákup/údržba											6.3.2023				
Postupná instalace na RH linku	údržba												13.06.2023-23.8.2023			Spoždění kvůli dodávce drátu
Postupná instalace na linku LH	údržba													3.7.2023-25.8.2023		Spoždění čekání na makro

PŘÍLOHA P V: REPORT ÚDRŽBY

Směna	Pozice	Výrobek	Kódchyby	KategorieZasahu	PopisOpravy	ZacatekPoruchy	KonecPoruchy	Prostoj	SpotrebovanyND	Poznámka	Vytvoreno
Ranní	SPOT ROBOT #08	CMA/RH	Poškození nástroje	OPRAVA STROJE	Jiné	30.11.2023 6:40	30.11.2023 10:00	3:20	Nebyl potřeba	oprava chráničky kabelů. povolení zadní časti a přesunutí do předu.zajištění izolací (výpomoc M.ohnutek)	1.11.2023 8:27
Ranní	SPOT ROBOT #08	CMA/RH	Poškození nástroje	OPRAVA STROJE	Jiné	30.11.2023 10:00	30.11.2023 10:40	0:40	Je skladem, není v seznamu, zapíšu do poznámky	oprava poškozene chladící hadice(došlo k prodření a praskla by) byla použita hadice z udržby bez označení plus dokoupena propojka a 4 stahovací objímky(výpomoc M.ohnutek)	1.11.2023 8:32
Ranní	ROBOT #06/1	CMA/RH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	SEŘÍZENÍ STROJE	Jiné	30.11.2023 10:50	30.11.2023 13:00	2:10	Je skladem, není v seznamu, zapíšu do poznámky	planovaná výměna test bovdenu (CRNI) chrom, nikl. Po cele trase..Bylo 15m použito 13,5m. na udržbe zanechán zbytek	1.11.2023 8:50
Ranní	Nemá pozici	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 8:30	30.11.2023 10:00	1:30	Nebyl potřeba	týdenní pú podle kp	30.11.2023 10:31
Ranní	Nemá pozici	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 8:45	30.11.2023 10:15	1:30	Nebyl potřeba	týdenní pú podle kp	30.11.2023 12:10
Ranní	Nemá pozici	NX4e	Funkční vada výrobku	SEŘÍZENÍ PŘÍPRAVK	Jiné	30.11.2023 11:30	30.11.2023 11:45	0:15	Nebyl potřeba	kousalo trubky	30.11.2023 12:12
Ranní	Pravá	NX4e	Svár mimo pozici	SEŘÍZENÍ STROJE	Seřízení svaru	30.11.2023 11:45	30.11.2023 12:05	0:20	Nebyl potřeba		30.11.2023 12:13
Ranní	Levá	NX4e	Svár mimo pozici	SEŘÍZENÍ STROJE	Seřízení svaru	30.11.2023 10:15	30.11.2023 10:00	256	Nebyl potřeba		30.11.2023 12:30
Ranní	Nemá pozici	NX4e	Poškození nástroje	SEŘÍZENÍ STROJE	Dotažení uvolněné součástky	30.11.2023 10:15	30.11.2023 10:20	0:05	Nebyl potřeba		30.11.2023 12:31
Ranní	Pravá	NX4e	Zaseklý robot	SEŘÍZENÍ STROJE	Seřízení svaru	30.11.2023 10:20	30.11.2023 10:30	0:10	Nebyl potřeba		30.11.2023 12:32
Ranní	Nemá pozici	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 10:30	30.11.2023 11:00	0:30	Nebyl potřeba	čištění	30.11.2023 12:33
Ranní	Levá	NX4e	Svár mimo pozici	SEŘÍZENÍ STROJE	Seřízení svaru	30.11.2023 13:00	30.11.2023 13:15	0:15	Nebyl potřeba		30.11.2023 13:34
Odpolední	ROBOT BOX #1A	CMA/RH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Výměna špičky	30.11.2023 14:06	30.11.2023 14:07	0:01	CMA-0011-A Špička svařovací CMA 1,2 mm		30.11.2023 14:15
Odpolední	Nemá pozici	CMA/RH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Ořezání kloboučků	30.11.2023 14:10	30.11.2023 14:11	0:01	Nebyl potřeba		30.11.2023 14:16
Odpolední	Nemá pozici	CMA/LH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Ořezání kloboučků	30.11.2023 14:11	30.11.2023 14:12	0:01	Nebyl potřeba		30.11.2023 14:17
Odpolední	Pozice #02	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 14:10	30.11.2023 14:20	0:10	Nebyl potřeba	dotažení avdelů	30.11.2023 15:11
Odpolední	Pozice #02	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 14:20	30.11.2023 14:30	0:10	Nebyl potřeba	dotažení avdelů	30.11.2023 15:12
Odpolední	Nemá pozici	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Jiné	30.11.2023 14:30	30.11.2023 14:50	0:20	Nebyl potřeba	kontrola olejů a skříněk	30.11.2023 15:13
Odpolední	Pozice #10	NX4e	Nefunkční kabel	OPRAVA STROJE	Výměna kabelu	30.11.2023 15:05	30.11.2023 15:10	0:05	MECHA-0129-B Inspekční kabel č. 4 + Krátký	výměna kabelu 4	30.11.2023 15:14
Odpolední	Levá	NX4e	Svár mimo pozici	SEŘÍZENÍ STROJE	Seřízení svaru	30.11.2023 14:07	30.11.2023 14:13	0:06	Nebyl potřeba		30.11.2023 15:15
Odpolední	Pozice #10	NX4e	Nefunkční kabel	OPRAVA STROJE	Výměna kabelu	30.11.2023 15:20	30.11.2023 15:25	0:05	MECHA-0127-B Inspekční kabel č. 2 + Krátký	výměna kabelu 2	30.11.2023 15:15
Odpolední	Nemá pozici	NX4e	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Výměna špičky	30.11.2023 14:15	30.11.2023 14:20	0:05	W-0255-A Špička svařovací 1,0	+serizeni svaru	30.11.2023 15:16
Odpolední	Pozice #10	NX4e	Nefunkční kabel	OPRAVA STROJE	Jiné	30.11.2023 15:30	30.11.2023 15:35	0:05	Nebyl potřeba	zapojení kabelu 5	30.11.2023 15:16
Odpolední	Nemá pozici	NX4e	Nefunkční senzory	SEŘÍZENÍ PŘÍPRAVK	Seřízení senzoru	30.11.2023 14:25	30.11.2023 14:50	0:25	Nebyl potřeba		30.11.2023 15:18
Odpolední	Nemá pozici	CMA/LH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Ořezání kloboučků	30.11.2023 16:00	30.11.2023 16:01	0:01	Nebyl potřeba		30.11.2023 16:03
Odpolední	Nemá pozici	CMA/RH	PLÁNOVANÝ ÚKON - PÚ	PREVENT ÚDRŽBA	Ořezání kloboučků	30.11.2023 16:02	30.11.2023 16:03	0:01	Nebyl potřeba		30.11.2023 16:04
Odpolední	Levá	NX4e	Zaseklý robot	OPRAVA PŘÍPRAVK	Jiné	30.11.2023 16:33	30.11.2023 16:39	0:06	Nebyl potřeba	promazani zasekle pipe klempy	30.11.2023 16:41