

Snižování výrobních rizik prostřednictvím metod Lean Managementu

Bojan Protić



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bojan Protić
Osobní číslo:	L22057
Studijní program:	B1022A020002 Management rizik
Specializace:	Management rizik
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Snížování výrobních rizik prostřednictvím metod Lean Managementu

Zásady pro vypracování

- Zpracujte teoretickou část vztahující se k názvu bakalářské práce.
- Provedte analýzu výrobního procesu a identifikujte potenciální rizika.
- Navrhněte ošetření těchto rizik prostřednictvím metod Lean Managementu.

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

Seznam doporučené literatury:

1. DENNIS, Pascal. *Lean production simplified*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015. ISBN 978-14-98708-87-6.
2. HÜSSELMANN, Claus. *Lean Project Management*. First edition. New York: Routledge: Taylor & Francis Ltd, 2023. ISBN 978-10-32556-46-8.
3. IRANI, Shahrukh A. *Job shop lean*. First Edition. New York: Routledge: Taylor & Francis Group, 2020. ISBN 978-14-98740-69-2.
4. JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha:Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
5. PYZDEK, Thomas a KELLER Paul. *The Six Sigma Handbook*. Sixth Edition. United States: McGraw-Hill Education, 2023. ISBN 978-1265143992.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Romana Heinzová, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2025**

L.S.

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

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

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

V Uherském Hradišti, dne ..30.04.2025.....

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Práce se zaměřuje na snižování výrobních rizik v procesu tkaní technických tkanin prostřednictvím metod Lean Managementu. Cílem bylo identifikovat hlavní příčiny nestability výrobního procesu a navrhnout opatření ke zvýšení efektivity, snížení technologického odpadu a optimalizaci využití materiálu. Analýza ukázala, že hlavním problémem je nekonzistentní délka skané nitě, která způsobuje neefektivní přenos cívek mezi výrobními fázemi a vysokou míru odpadu. Na základě těchto zjištění byla navržena opatření, včetně automatického monitorování napětí nití, standardizace pracovních postupů a optimalizace přenosu cívek.

Klíčová slova:

Automatizace, efektivita, odpad, optimalizace, rizika, stabilita, tkaní, ztráty.

ABSTRACT

This thesis focuses on reducing production risks in the weaving process of technical fabrics through Lean Management methods. The objective was to identify key causes of production instability and propose measures to improve efficiency, reduce technological waste, and optimize material utilization. The analysis revealed that inconsistent yarn length was the primary issue, leading to inefficient bobbin transfer between production stages and high waste levels. Based on these findings, measures were proposed, including automatic yarn tension monitoring, standardization of work procedures, and optimization of bobbin transfer.

Keywords:

Automation, efficiency, waste, optimization, risks, stability, weaving, losses.

Zde je místo pro případné poděkování, popř. motto, úryvky knih atp.

OBSAH

ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	15
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY	16
1.1 Lean Management ve výrobním prostředí	16
1.2 Digitální technologie a Lean Management	17
1.3 Komparace Lean Managementu a dalších metod řízení výroby	19
2 VÝROBNÍ RIZIKA.....	21
2.1 Lean Management jako přístup ke snižování rizik.....	25
2.2 Lean nástroje pro snižování výrobních rizik.....	28
PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉM PODNIKU	32
4 ROZBOR MĚŘENÍ A ANALÝZ.....	34
4.1 Aplikace Lean Managementu a DMAIC při optimalizaci procesů výroby technických tkanin	41
5 NÁVRH OPTIMALIZAČNÍCH OPATŘENÍ	44
5.1 Vyhodnocení přínosů navržených opatření.....	47
6 PŘÍNOSY PRÁCE.....	49
ZÁVĚR	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	55

ÚVOD

Výrobní rizika představují zásadní faktor ovlivňující efektivitu a stabilitu průmyslových podniků. V současném konkurenčním prostředí, kde se klade důraz na minimalizaci nákladů a maximalizaci produktivity, dochází k neustálému hledání způsobů, jak eliminovat nežádoucí odchylky ve výrobním procesu. Rizika spojená s kvalitou, bezpečností a kapacitními omezeními mohou významně ovlivnit nejen finanční stabilitu podniku, ale i jeho celkovou konkurenceschopnost. Právě v této souvislosti je nezbytné zaměřit se na efektivní řízení rizik, které umožňuje předcházet problémům a zároveň optimalizovat výrobní operace.

Snižování výrobních rizik prostřednictvím metod Lean Managementu je aktuální otázkou zejména ve výrobních odvětvích, která se potýkají s tlakem na zvyšování produktivity a kvality. Lean Management představuje přístup, jehož cílem je nejen eliminace plýtvání, ale také neustálé zlepšování procesů a identifikace příčin výrobních problémů. V současném průmyslovém prostředí je využívání těchto metod stále naléhavější, jelikož podniky musí reagovat na rostoucí požadavky zákazníků a regulatorní opatření související s bezpečností a kvalitou.

Optimalizace výrobních procesů pomocí Lean metod umožňuje podnikům dosahovat vyšší efektivity nejen prostřednictvím snižování nákladů, ale i díky eliminaci variability v produkci. Zavedením systematických analytických nástrojů, jako jsou DMAIC, SIPOC nebo Pareto analýza, lze odhalit nejvýznamnější zdroje rizik a cíleně se zaměřit na jejich odstranění. To má přímý dopad na kvalitu výroby a schopnost podniku efektivně alokovat zdroje. V konečném důsledku přispívá implementace Lean metod ke zvýšení spolehlivosti výrobních procesů, což se pozitivně odráží v ekonomických výsledcích podniků.

Aktuálnost dané problematiky vyplývá i ze současných trendů v průmyslové výrobě, kde digitalizace a automatizace vedou k výrazné transformaci výrobních procesů. I přes rostoucí využívání moderních technologií nelze opomenout význam systematického řízení výrobních rizik. Lean Management umožňuje nejen identifikovat oblasti, kde se mohou vyskytovat neefektivity, ale také zavést opatření, která umožní zlepšit procesní řízení a zvýšit schopnost podniku přizpůsobit se měnícím se podmínkám na trhu.

Výrobní rizika nejsou pouze otázkou efektivity, ale mají i širší dopady na bezpečnost práce, environmentální udržitelnost a dodavatelské řetězce. Nedostatečná kontrola rizik může vést k nárůstu výrobních vad, neplánovaným odstávkám či zvýšeným provozním

nákladům, což v konečném důsledku snižuje schopnost podniku dlouhodobě prosperovat. Z tohoto důvodu se stále více podniků zaměřuje na implementaci moderních přístupů, které umožňují systematickou analýzu a eliminaci rizik v souladu s principy štíhlé výroby.

Cíl a použité metody

Cílem práce je analyzovat výrobní rizika spojená s procesem tkaní technických tkanin a navrhnout opatření ke snížení vybraných rizik prostřednictvím metod Lean Managementu. Výzkum se zaměřuje na identifikaci konkrétních oblastí výrobního procesu, ve kterých dochází k výskytu nežádoucích jevů, a na aplikaci analytických nástrojů Lean Managementu, které umožní nejen rozpoznání hlavních problémových bodů, ale také efektivní návrh opatření k jejich eliminaci. Práce si klade za cíl poskytnout prakticky využitelné návrhy vedoucí ke snížení výskytu výrobních odchylek, zvýšení stability procesu a optimalizaci využití zdrojů v podniku.

K dosažení těchto cílů budou využity metody analytického a empirického charakteru. Hlavní metodologií je strukturovaný přístup DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), který umožňuje systematickou identifikaci a řešení výrobních problémů. Tento přístup zahrnuje přesné definování problému, měření současného stavu procesu, analýzu příčin vzniku rizik, návrh zlepšovacích opatření a jejich následnou kontrolu a standardizaci. Pro podrobnější analýzu jednotlivých aspektů výrobního procesu bude aplikována metoda SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers), která poskytne přehled o hlavních procesech a jejich vzájemných vazbách.

Pro stanovení prioritních problémů ve výrobním procesu bude využita Pareto analýza, která umožní identifikovat hlavní faktory odpovědné za většinu výrobních odchylek. K hlubší analýze příčin identifikovaných rizik bude aplikován Ishikawa diagram (diagram příčin a následků), který pomůže vizualizovat vliv jednotlivých faktorů na vznik rizik. Důležitým nástrojem bude rovněž procesní mapování, které umožní podrobné znázornění struktury výrobního procesu a identifikaci úzkých míst a neefektivit.

V návrhové části práce budou na základě získaných dat formulována opatření směřující ke snížení identifikovaných rizik. Tyto návrhy budou podloženy nejen teoretickými poznatky o Lean Managementu, ale také reálnými možnostmi implementace ve sledovaném podniku. Součástí návrhu bude rovněž zhodnocení očekávaných přínosů navržených opatření a posouzení jejich možných omezení. Celkově práce kombinuje kvantitativní i kvalitativní analytické metody, které umožní komplexní zhodnocení současného stavu výrobního procesu a formulaci efektivních doporučení vedoucích k jeho optimalizaci.

V předložené práci bude využito několik metod analytického a empirického charakteru, které umožní systematické vyhodnocení výrobních rizik a návrh opatření ke zlepšení procesů prostřednictvím metod Lean Managementu. Tyto metody pokrývají jak identifikaci problémových oblastí ve výrobě, tak kvantifikaci dopadů jednotlivých opatření na snížení odpadu a zvýšení efektivity výroby.

Základním rámcem pro analýzu výrobních rizik a jejich eliminaci bude metoda DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), která představuje strukturovaný přístup používaný v Lean Six Sigma. Tato metodika umožní přesnou definici problémů, měření parametrů, podrobnou analýzu příčin, návrh optimalizačních opatření a jejich následnou implementaci a kontrolu. Ve fázi *Define* bude nejprve přesně specifikován hlavní problém výrobního procesu, kterým je nadměrný technologický odpad vznikající při tkani technických tkanin. Ve fázi *Measure* budou provedeny detailní analýzy současného stavu výroby, včetně měření délky skané nitě na jednotlivých vřetenech a zbytků nití na cívkách. Ve fázi *Analyze* bude identifikováno, jaké faktory způsobují výrobní odchylky, přičemž bude využita například Pareto analýza a Ishikawa diagram. Ve fázi *Improve* budou navržena konkrétní opatření, například standardizace napětí nití ve vřetenech, automatizace monitorování parametrů nebo optimalizace přenosu materiálu mezi jednotlivými fázemi výroby. Ve fázi *Control* budou implementovaná opatření dlouhodobě sledována a vyhodnocována, aby se zajistila jejich efektivita a udržitelnost.

Důležitou analytickou metodou bude Pareto analýza, která umožní identifikovat hlavní příčiny problémů na základě principu 80/20. Tato analýza se zaměří na rozložení odpadu a identifikaci, které faktory způsobují jeho největší část. Výsledky budou vizualizovány v podobě Pareto diagramu, který pomůže stanovit prioritní oblasti pro optimalizační opatření. Předpokládá se, že většina odpadu vzniká v důsledku nesprávného nastavení skacích strojů a neefektivního přenosu materiálu mezi výrobními fázemi.

Další metodou používanou při identifikaci kořenových příčin výrobních problémů bude Ishikawa diagram (tzv. diagram příčin a následků). Tento diagram umožní systematickou analýzu příčin identifikovaných rizik tím, že rozdělí jednotlivé faktory do kategorií, jako jsou technické parametry strojů, lidské faktory, pracovní metody a vlastnosti vstupních materiálů. Vytvoření tohoto diagramu pomůže pochopit vzájemné souvislosti mezi jednotlivými faktory a umožní přesnější zaměření navrhovaných opatření.

K podrobné analýze výrobního procesu bude využita metoda procesního mapování, která umožní vizuální znázornění jednotlivých fází výroby, identifikaci úzkých míst

a neefektivních činností. Procesní mapování bude aplikováno na celý cyklus výroby tkaniny, od skaní přes tkaní až po konečnou úpravu materiálu. Očekává se, že hlavní problémy se objeví v přechodu mezi skáním a tkaním, kde dochází k přenosu skaných cívek s nerovnoměrnou délkou materiálu, což způsobuje nevyužitelný technologický odpad.

Pro kvantifikaci stability výrobního procesu bude využita metoda způsobilosti procesu (Process Capability Analysis), která umožní posoudit, zda je výrobní proces schopen dlouhodobě produkovat výsledky v rámci stanovených tolerančních limitů. Pro výpočet způsobilosti procesu budou použity indexy C_p a C_{pk} , které hodnotí variabilitu procesu vůči požadovaným specifikacím. Pokud výsledky této analýzy ukážou příliš velkou variabilitu, bude nutné přijmout opatření ke stabilizaci parametrů procesu.

V návrhové části práce budou opatření formulována na základě principů Lean Managementu, jehož cílem je snížení plýtvání a zlepšení efektivity výrobních procesů. Zvláštní důraz bude kladen na eliminaci neefektivních pracovních postupů, standardizaci parametrů strojního nastavení a zavedení automatizovaných monitorovacích systémů. Jedním z opatření bude implementace automatického monitorování napětí nití ve vřetenech, které umožní přesnější regulaci výrobního procesu a snížení technologického odpadu. Dále bude navržena optimalizace přenosu osnovních válců mezi jednotlivými fázemi výroby a zavedení inspekčních kamer pro detekci defektů přímo během tkaní.

Dopad navržených opatření bude hodnocen na základě statistické analýzy měřených dat, přičemž se bude sledovat snížení množství odpadu, stabilita procesu a ekonomické přínosy. Očekává se, že výsledky implementovaných změn povedou ke snížení odpadu o 10 %, což bude ověřeno průběžným měřením délky skané nitě a analýzou váhových odchylek na cívkách.

Závěrečná fáze práce bude zahrnovat vyhodnocení návratnosti investice (ROI) do implementovaných opatření. Bude provedena kalkulace očekávaných úspor na základě snížení odpadu, zlepšení efektivity výrobních procesů a zvýšení stability výroby. Na základě těchto dat bude možné posoudit, zda implementace Lean metod přinesla požadované výsledky a zda je vhodné rozšířit navržená opatření i na další části výroby.

Celkově bude výzkum kombinovat kvantitativní a kvalitativní analytické metody, které umožní komplexní zhodnocení současného stavu výrobního procesu a formulaci efektivních opatření vedoucích k jeho optimalizaci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

1.1 Lean Management ve výrobním prostředí

Lean Management se v průmyslové výrobě dlouhodobě osvědčuje jako nástroj vedoucí k vyšší efektivitě a snížení nadbytečných činností. Zaměření na identifikaci neproduktivních operací a následné optimalizace pracovních postupů umožňuje podnikům nejen dosahovat lepších ekonomických výsledků, ale také zvyšovat kvalitu finální produkce. Dennis (2015) uvádí, že výrobní prostředí, které systematicky aplikuje principy štíhlého řízení, vykazuje menší variabilitu ve výrobních procesech, nižší míru zmetkovitosti a lepší schopnost reagovat na změny v poptávce. Implementace metod Lean navíc přispívá ke snížení prostojů a plynulejšímu průběhu jednotlivých operací, což výrazně omezuje výrobní ztráty a zlepšuje hospodárnost celého podniku.

Podle Hüsselmanna (2023) je předpokladem úspěšného zavedení Lean přístupu v průmyslové výrobě důsledná standardizace a optimalizace každého pracovního kroku. Společnosti, které se soustředí na eliminaci plýtvání ve všech oblastech produkce, dosahují lepších provozních výsledků a zároveň efektivněji využívají dostupné zdroje. Mezi nejčastější překážky při implementaci patří odpor zaměstnanců ke změnám a nedostatečné pochopení přínosů systému. Aby bylo dosaženo požadovaných výsledků, je nutné systematicky analyzovat jednotlivé činnosti a zavádět opatření, která povedou ke zjednodušení a zpřehlednění procesů. Díky tomu dochází nejen ke zvýšení produktivity, ale i k lepší předvídatelnosti výrobních výstupů.

V kontextu řízení výrobních operací představuje Lean Management jeden z nejúčinnějších přístupů ke snižování rizik. Podle Iraniho (2020) podniky, které důsledně aplikují metody štíhlé výroby, zaznamenávají výrazné zlepšení stability provozu a větší kontrolu nad materiálovými toky. Omezení přebytečných zásob a zavedení plynulého výrobního toku umožňuje snižovat ztráty spojené s nadměrným skladováním, zdlouhavými přechody mezi výrobními fázemi a neefektivním využitím pracovní síly. Standardizace pracovních postupů a využití analytických metod, jako jsou SIPOC nebo procesní mapování, pomáhá podnikům lépe identifikovat problematické oblasti a zavádět cílené úpravy vedoucí ke zlepšení celkové výkonnosti výrobního systému.

Důležitým aspektem Lean Managementu je také vliv na zlepšení pracovního prostředí a efektivnější řízení lidských zdrojů. Podle Jurové (2016) aplikace metod štíhlé výroby přispívá k vyšší přehlednosti pracovních úkolů a jasnějším definicím odpovědností

zaměstnanců. Zavedení vizuálního řízení, standardizovaných pracovních postupů a pravidelné analýzy výkonu vede k vyšší angažovanosti pracovníků a snížení chybivosti. Podniky, které se zaměřují na neustálé zlepšování procesů a aktivně zapojují zaměstnance do hledání úspor, vykazují vyšší míru inovativnosti a lepší výsledky v oblasti produktivity. Efektivní implementace Lean Managementu tak přináší výhody nejen z pohledu snížení výrobních nákladů, ale i ve zvýšení spokojenosti pracovníků a omezení fluktuace.

V průmyslové praxi se stále častěji objevují příklady, kdy kombinace Lean Managementu s moderními digitálními technologiemi přispívá k dalšímu zlepšení výrobních procesů. Jak uvádí Hopkin (2018), využití senzorických systémů, automatizovaných monitorovacích nástrojů a prediktivní analýzy umožňuje přesnější identifikaci problémových míst a efektivnější řízení výrobních kapacit. Digitální nástroje mohou výrazně usnadnit sledování výkonu jednotlivých operací a napomáhat v rozhodovacím procesu při zavádění opatření na optimalizaci výroby. Spojení tradičních metod štlhlé výroby s moderními technologiemi tak vytváří komplexní systém, který podnikům umožňuje dosáhnout vyšší flexibility, lepší kontroly nad výrobními náklady a dlouhodobě udržitelného růstu.

1.2 Digitální technologie a Lean Management

Digitální technologie zásadně proměňují způsob, jakým podniky implementují metody Lean Managementu ve výrobních procesech. Hüselmann (2023) upozorňuje, že digitální nástroje umožňují přesnější sledování výkonu, identifikaci neefektivních činností a optimalizaci výrobních operací v reálném čase. Díky využití pokročilých analytických systémů mohou firmy provádět detailní analýzy dat a přijímat informovanější rozhodnutí vedoucí ke snížení ztrát a zvýšení celkové produktivity. Propojení principů štlhlé výroby s digitálními technologiemi přináší nejen úsporu nákladů, ale i lepší přizpůsobení se dynamickým změnám v poptávce a výrobních podmínkách.

Jedním z hlavních přínosů digitalizace ve štlhlé výrobě je zavádění inteligentních senzorů a internetu věcí (IoT). Podle Hopkina (2018) tyto technologie umožňují nepřetržité monitorování výrobních procesů, což podnikům poskytuje detailní přehled o provozní efektivitě a případných odchylkách od standardizovaných postupů. Díky tomu lze rychle reagovat na vzniklé problémy a minimalizovat prostoje, což vede k plynulejšímu průběhu výroby. Integrace senzorů do výrobního prostředí rovněž napomáhá ke zlepšení prediktivní

údržby, která umožňuje předcházet poruchám zařízení a tím eliminovat neočekávané výpadky ve výrobě.

Automatizace výrobních procesů přináší další rozměr efektivity v rámci Lean Managementu. Dennis (2015) zdůrazňuje, že automatizované systémy nejen snižují chybovost způsobenou lidským faktorem, ale také urychlují jednotlivé operace, což umožňuje lepší využití dostupných kapacit. Zavedení robotických systémů a umělé inteligence umožňuje eliminovat zbytečné manuální činnosti a optimalizovat pracovní toky podle aktuálních požadavků výroby. Díky automatizaci lze rovněž zkrátit reakční dobu na změny ve výrobním plánu a dosáhnout vyšší flexibility při přizpůsobování se tržním podmínkám.

Digitální technologie podporují vizuální řízení výroby, které je jedním ze základních pilířů Lean Managementu. Jurová (2016) uvádí, že moderní digitální panely, rozšířená realita a interaktivní informační systémy umožňují operátorům získávat přehled o výrobních parametrech v reálném čase. To napomáhá k vyšší transparentnosti pracovního prostředí a efektivnější komunikaci mezi jednotlivými úrovněmi řízení. Vizuální řízení podpořené digitálními nástroji usnadňuje identifikaci neefektivních procesů a umožňuje operativní řešení problémů bez zbytečných časových ztrát.

S rozvojem digitalizace dochází k zásadním změnám v oblasti prediktivní analýzy, která se v kontextu Lean Managementu stává nástrojem pro strategické rozhodování. Podle Iraniho (2020) umožňuje pokročilá analýza dat identifikovat vzory v provozních procesech a předvídat budoucí vývoj s vyšší přesností. Algoritmy strojového učení dokážou na základě historických dat modelovat pravděpodobné scénáře vývoje výroby a doporučovat optimální postupy. Tento přístup významně přispívá ke snižování ztrát a efektivnějšímu plánování výrobních zdrojů.

Integrace digitálních technologií do Lean Managementu otevírá nové možnosti v oblasti inovací a udržitelného růstu. Hopkin (2018) upozorňuje, že využití velkých dat (Big Data) a cloudových platforem umožňuje podnikům centralizovaně řídit výrobní procesy a efektivněji analyzovat ukazatele výkonnosti. Díky propojení štihlých metod s moderními technologiemi mohou podniky nejen dosahovat vyšší efektivity, ale také lépe reagovat na změny na trhu a přizpůsobit se novým požadavkům zákazníků. Tím se vytváří dynamické výrobní prostředí, které je schopné dlouhodobě zajišťovat konkurenční výhodu a ekonomickou stabilitu.

1.3 Komparace Lean Managementu a dalších metod řízení výroby

Lean Management představuje jeden z nejrozšířenějších přístupů ke zvyšování efektivity výroby, avšak v praxi se často kombinuje s dalšími metodami, které mají podobné cíle. Podle Dennise (2015) Lean klade důraz na eliminaci plýtvání, zkrácení průběžných časů a plynulý tok výrobních procesů. Naproti tomu metoda Six Sigma, která se rovněž používá ve výrobních podnicích, se zaměřuje na minimalizaci variability a zajištění co nejvyšší kvality finálních produktů. Kombinací těchto dvou přístupů vzniká koncept Lean Six Sigma, který umožňuje nejen zvýšit efektivitu výrobních operací, ale také dosahovat vyšší úrovně přesnosti a spolehlivosti procesů.

Dalším srovnávaným přístupem je Total Quality Management (TQM), který, jak uvádí Jurová (2016), staví na komplexním řízení kvality ve všech fázích výrobního procesu. Zatímco Lean Management je orientován na identifikaci a odstranění nadbytečných činností, TQM zdůrazňuje prevenci chyb a zapojení všech zaměstnanců do neustálého zlepšování. Společnosti, které se rozhodnou pro integraci obou metod, mohou dosáhnout nejen vyšší produktivity, ale také lepšího řízení jakosti. TQM klade silný důraz na dlouhodobou firemní kulturu zaměřenou na kvalitu, což může být v kombinaci s Lean Managementem efektivním nástrojem pro budování stabilního a výkonného výrobního systému.

V průmyslové praxi se často využívá i metoda Theory of Constraints (ToC), která se zaměřuje na identifikaci a odstranění největších omezení ve výrobním procesu. Podle Iraniho (2020) Lean Management pracuje s neustálým snižováním plýtvání a zlepšováním jednotlivých kroků, zatímco ToC se soustředí na nalezení nejkritičtějšího omezení, které brání vyšší efektivitě. Metoda ToC je zvláště vhodná v případech, kdy podniky čelí problémům s úzkými místy ve výrobním procesu a potřebují zvýšit celkovou propustnost výroby. V kombinaci s Lean přístupem může podnik získat vyšší flexibilitu a snížit ztráty způsobené neefektivním řízením kapacit.

Další metodou, která se často porovnává s Lean Managementem, je Just-in-Time (JIT). Podle Hüsselmanna (2023) JIT usiluje o dodávku materiálů a komponent přesně v okamžiku, kdy jsou potřeba, čímž minimalizuje skladové zásoby a snižuje náklady na jejich držení. Lean Management sice pracuje s podobnými principy, ale klade větší důraz na neustálé zlepšování procesů a eliminaci nadbytečných operací v širším kontextu. Zatímco JIT se primárně soustředí na optimalizaci logistiky a dodavatelského řetězce, Lean

Management se zabývá komplexním řízením výrobních toků. Vzájemné propojení těchto metod umožňuje dosáhnout vyšší stability výrobního systému a optimalizace nákladů.

Každá z uvedených metod má své specifické zaměření a výhody, přičemž jejich kombinace může přinést nejvyšší efektivitu ve výrobním prostředí. Hopkin (2018) zdůrazňuje, že při výběru správné metodologie je nutné zohlednit povahu výrobního procesu, dostupné zdroje a strategické cíle podniku. Společnosti, které dokážou flexibilně kombinovat prvky Lean Managementu s dalšími přístupy, mají vyšší šanci na dlouhodobou konkurenceschopnost a lepší schopnost adaptace na měnící se podmínky trhu. Výběr optimální metody proto vyžaduje detailní analýzu výrobních operací a správné nastavení procesů s ohledem na specifické potřeby daného podniku.

2 VÝROBNÍ RIZIKA

Výrobní rizika představují jednu z nejvýznamnějších výzev, kterým průmyslové podniky čelí při optimalizaci svých procesů. Představují hrozby, které mohou negativně ovlivnit stabilitu a plynulost výroby, což vede nejen k ekonomickým ztrátám, ale také ke snížení konkurenceschopnosti. Rizika mohou vznikat v důsledku technologických nedostatků, lidských chyb, selhání strojního vybavení nebo vnějších vlivů, jako jsou změny legislativy či přerušení dodavatelských řetězců. Neovládnuté výrobní riziko může vést k zásadním provozním problémům, které ovlivňují jak krátkodobé výkonnostní ukazatele podniku, tak i jeho dlouhodobou perspektivu (Husselmann, 2023).

Efektivní řízení těchto rizik se neomezuje pouze na jejich identifikaci, ale vyžaduje systematickou analýzu a implementaci opatření, která minimalizují jejich pravděpodobnost a dopad. Výrobní rizika jsou v současné době stále aktuálnější vzhledem k rostoucím požadavkům na kvalitu a efektivitu výroby. Průmyslové podniky se musí vypořádat s výzvami souvisejícími s automatizací, digitalizací a neustále se měnícími tržními podmínkami. Z tohoto důvodu se moderní podniky stále více obracejí k metodám, jako je Lean Management, které umožňují identifikovat a eliminovat zdroje nestability v procesu výroby (Dennis, 2015).

Snížení výrobních rizik prostřednictvím řízeného přístupu přináší hmatatelné přínosy nejen z hlediska zajištění vyšší kvality produkce, ale také v oblasti snížení nákladů spojených s neefektivními operacemi, odpadem a reklamacemi. Podniky, které dokážou efektivně řídit výrobní rizika, získávají vyšší míru adaptability a jsou schopny pružně reagovat na změny ve výrobním prostředí. Kromě eliminace interních problémů se kvalitní řízení výrobních rizik pozitivně odráží také ve vztazích s odběrateli, protože stabilní výrobní procesy umožňují dodržování dodacích lhůt a snižují počet neshodných výrobků (Irani, 2020).

Dynamika moderního průmyslu klade vysoké nároky na implementaci preventivních opatření, která umožní minimalizovat výskyt výrobních problémů a zajistit stabilitu výrobních procesů. Toho lze dosáhnout prostřednictvím strukturovaných metod, jako je například Six Sigma nebo DMAIC, které přinášejí systematický přístup k analýze a řízení výrobních rizik. Implementace těchto metod v průmyslovém podniku vyžaduje nejen technické znalosti, ale také úzkou spolupráci mezi vedením, operátory a specialisty na procesní řízení (Pyzdek a Keller, 2023).

Složitost výrobních procesů způsobuje, že výrobní rizika nelze eliminovat zcela, ale jejich důsledky mohou být výrazně omezeny vhodně nastavenými kontrolními mechanismy a preventivními opatřeními. Moderní přístupy ke snižování rizik se stále více zaměřují na prediktivní analýzu, která využívá pokročilé algoritmy a statistické metody k odhalování slabých míst v procesu výroby. To umožňuje nejen identifikovat potenciální problémy dříve, než dojde k jejich projevu, ale také cíleně investovat do opatření, která mají největší dopad na stabilitu výrobního procesu (Jurová, 2016).

Výrobní rizika představují pravděpodobnost výskytu nežádoucích událostí, které mohou narušit standardní průběh výroby a způsobit ztráty na kvalitě, bezpečnosti nebo produktivitě. Tyto situace se mohou projevit různými způsoby – od náhlých výpadků výrobních linek až po dlouhodobé snižování efektivity v důsledku neoptimálních procesních nastavení. Přestože rizika nelze nikdy zcela eliminovat, je možné je řídit a snižovat jejich dopady prostřednictvím vhodných analytických metod a procesních změn (Merna a Al-Thani, 2007).

Mezi charakteristické znaky výrobních rizik patří jejich variabilita a dynamika, které odrážejí komplexní souhru technických, organizačních a lidských vlivů. Výrobní procesy jsou často závislé na řadě faktorů, které se mohou měnit v čase – například stav výrobního zařízení, kvalifikace operátorů nebo spolehlivost dodávek vstupních materiálů. Jakékoli odchylky od optimálního stavu mohou vyvolat dominový efekt, který negativně ovlivní celý výrobní řetězec a může vyústit v nutnost přerušení výroby nebo v produkci vadných kusů (Rais a Doskočil, 2007).

Z hlediska řízení podnikových procesů je důležité rozlišovat mezi různými typy výrobních rizik podle jejich dopadu a pravděpodobnosti výskytu. Rizika s vysokou pravděpodobností a vážnými následky vyžadují okamžitou pozornost a implementaci opatření, která minimalizují jejich dopad. Naopak méně závažná rizika mohou být monitorována a řízena prostřednictvím preventivních strategií zaměřených na dlouhodobé zlepšování procesů. Správná kategorizace rizik je zásadní pro efektivní řízení výroby a umožňuje zaměřit zdroje tam, kde mají největší význam (Hopkin, 2018).

Kromě přímých dopadů na výrobní procesy mohou mít výrobní rizika také sekundární dopady, které ovlivňují obchodní výkonnost podniku. Zvýšené množství vadných produktů, zpoždění dodávek nebo narušení výrobní kontinuity mohou vést k poklesu důvěry zákazníků a poškození reputace společnosti. Proto je nutné k problematice výrobních rizik přistupovat

systematicky a hledat řešení, která nejen eliminují aktuální problémy, ale také předcházejí budoucím komplikacím (John, 2016).

Rizika mohou mít jak vnitřní, tak vnější původ, což znamená, že jejich řízení vyžaduje nejen interní analýzu procesů, ale také sledování vývoje v dodavatelském řetězci a vnějších podmínkách trhu. Dynamické podnikatelské prostředí vyžaduje, aby podniky neustále revidovaly své strategie řízení výrobních rizik a přizpůsobovaly je měnícím se podmínkám. Moderní přístupy k řízení výrobních rizik tak zahrnují nejen preventivní opatření, ale i mechanismy pro rychlou reakci na neočekávané situace, čímž se zvyšuje celková odolnost podniku vůči výkyvům v jeho provozu (Smejkal a Rais, 2013).

Výrobní rizika lze rozdělit do několika kategorií podle jejich původu a dopadu na výrobní procesy. Mezi nejčastěji uváděná patří technologická, organizační, ekonomická a externí rizika. Každá z těchto kategorií ovlivňuje výrobní činnost odlišným způsobem a vyžaduje specifické přístupy k jejich identifikaci a eliminaci. Technologická rizika souvisejí s poruchami strojního vybavení, nesprávným nastavením výrobních parametrů či použitím nevhodných materiálů. Nedostatečná údržba výrobních zařízení, absence standardizovaných postupů nebo nekonzistentní kontrola kvality mohou vést k vyšší poruchovosti a zmetkovitosti produkce (Váchal a Vochozka, 2013).

Organizační rizika se týkají především nesprávného plánování a řízení výroby. Nedostatek kvalifikovaného personálu, nejasně definované pracovní postupy či špatná komunikace mezi jednotlivými odděleními mohou způsobit neefektivitu, která vede ke zpožděním nebo nekonzistentním výsledkům výrobního procesu. Tato rizika jsou často důsledkem nedostatečné analýzy a optimalizace podnikových procesů, což vede ke ztrátám způsobeným nevyužitým potenciálem lidských i materiálních zdrojů (Tomek a Vávrová, 2007).

Externí rizika představují výzvy, které podnik nemůže přímo ovlivnit, ale musí se na ně připravit a přizpůsobit jim své strategické řízení. Patří sem výkyvy v dodavatelském řetězci, geopolitická nestabilita, změny legislativy či přírodní katastrofy. V posledních letech se zvýšila důležitost analýzy těchto rizik, neboť globální propojenost trhů způsobuje vyšší citlivost na externí vlivy. Například výpadky v dodávkách materiálu mohou narušit celý výrobní proces, pokud podnik nepočítá s alternativními zdroji či dostatečnými zásobami (Merna a Al-Thani, 2007).

Klasifikace výrobních rizik poskytuje podnikům nástroj pro systematické řízení jejich prevence a eliminace. Každá kategorie rizik vyžaduje specifické přístupy k monitorování a optimalizaci. Moderní podniky proto stále častěji využívají metodiky jako FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), které umožňují kvantifikovat dopady jednotlivých druhů rizik a určit jejich pravděpodobnost výskytu. Tímto způsobem lze snížit nejistotu spojenou s výrobními procesy a zajistit vyšší stabilitu výrobního prostředí (Šefčík a kol., 2009).

Výrobní rizika mohou zásadně ovlivnit výkonnost a hospodářské výsledky podniku. Nejvýraznější dopad mají na plynulost výrobních procesů, jejichž přerušení nebo nestabilita vedou ke zvýšeným nákladům a snížení produktivity. Nedostatečná kontrola výrobních parametrů, chybovost obsluhy nebo selhání technologií mohou způsobit nadměrné množství vadných výrobků, což vede k vyšším nákladům na přepracování nebo likvidaci nevyhovujících kusů (Svobodová, 2008).

Dalším důsledkem je negativní dopad na dodržování termínů dodávek. Výpadky ve výrobě nebo neschopnost reagovat na změny v poptávce mohou vést k prodlení v plnění zakázek. To nejen poškozuje reputaci podniku, ale může vést i k finančním sankcím ze strany odběratelů nebo ke ztrátě obchodních příležitostí. Podniky, které se potýkají s častými problémy ve výrobě, se dostávají do konkurenční nevýhody a mohou přijít o důležité kontrakty (Neugebauer, 2018).

Dlouhodobé výrobní problémy mají vliv i na motivaci zaměstnanců. Pokud pracovníci čelí neustálým změnám, nedostatku materiálu nebo častým poruchám výrobních zařízení, vede to ke snížení jejich pracovní morálky. Nízká angažovanost zaměstnanců může mít za následek vyšší chybovost, častější fluktuaci a snížení celkové efektivity týmu (Paleček, 2006).

Výrobní rizika mohou mít také širší ekonomické důsledky, například v podobě zvýšených nákladů na kontroly a revize procesů. Podniky, které čelí vysoké variabilitě výrobních podmínek, jsou nuceny alokovat více prostředků na kvalitativní inspekce a kontrolní mechanismy. Tento přístup zvyšuje provozní náklady a snižuje konkurenceschopnost podniku na trhu (Korecký a Trkovský, 2011).

Negativní dopady výrobních rizik lze částečně eliminovat implementací moderních metod řízení kvality a zlepšováním výrobních postupů. Lean Management a Six Sigma nabízejí nástroje pro systematickou eliminaci plýtvání a variabilních prvků ve výrobě, což

pomáhá podnikům dosáhnout stabilnějších výsledků a vyššího využití výrobních kapacit (Kromer a kol., 2010).

Další významnou metodou je Pareto analýza, jenž pomáhá identifikovat nejzásadnější problémy na základě pravidla 80/20. Dle této metodiky lze většinu negativních důsledků ve výrobě přičíst omezenému počtu příčin. Vizualizace těchto problémových oblastí pomocí Pareto diagramu umožňuje podnikům lépe zaměřit své zdroje na eliminaci těch rizik, která způsobují největší výrobní komplikace (Rais a Doskočil, 2007).

Použití Ishikawova diagramu umožňuje podnikům mapovat vzájemné vazby mezi příčinami problémů a jejich projevy. Tento nástroj je obzvláště užitečný při identifikaci hlubších kořenových příčin výrobních poruch a hledání možných preventivních opatření (Svobodová, 2008).

V posledních letech se také stále více využívají statistické metody, které umožňují kvantifikovat pravděpodobnost výskytu výrobních rizik a modelovat jejich možné důsledky. Softwarové nástroje využívající umělou inteligenci dokážou analyzovat rozsáhlé množství výrobních dat a predikovat budoucí výrobní problémy s vysokou přesností (Kromer a kol., 2010).

2.1 Lean Management jako přístup ke snižování rizik

Lean Management představuje systematický přístup ke zlepšování výrobních procesů a eliminaci rizik spojených s neefektivitou, plýtváním a variabilitou výroby. Tento koncept vychází z japonské filozofie neustálého zlepšování Kaizen, která zdůrazňuje význam identifikace a eliminace všech prvků, které nepřidávají hodnotu konečnému produktu. V kontextu řízení výrobních rizik se Lean Management zaměřuje na minimalizaci příčin vedoucích k chybám, neplánovaným prostojům a kvalitativním odchylkám. Implementace tohoto přístupu umožňuje podnikům dosáhnout stabilnějších výrobních procesů a předcházet výpadkům způsobeným nestabilní výrobní kapacitou nebo poruchami zařízení (Dennis, 2015).

Jedním z nejvýznamnějších nástrojů Lean Managementu při snižování rizik je metoda DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), která se zaměřuje na strukturovanou analýzu a řízení procesních rizik. Díky této metodě lze nejen identifikovat hlavní problematická místa ve výrobě, ale také navrhnout a implementovat opatření vedoucí k jejich eliminaci. V kombinaci s procesním mapováním a Ishikawovým diagramem mohou podniky

detailně rozebrat jednotlivé příčiny vzniku rizik a systematicky pracovat na jejich odstranění (Pyzdek a Keller, 2023).

Zásadním přínosem Lean Managementu je jeho preventivní přístup k řízení výrobních rizik. Namísto reaktivního řešení problémů, kdy se podniky snaží napravit již vzniklé výrobní defekty, umožňuje Lean předcházet těmto situacím prostřednictvím standardizace pracovních postupů a neustálého vyhodnocování efektivity výrobních operací. Tím se snižuje nejen počet vadných produktů, ale také množství výrobního odpadu a provozních prostojů, což vede k vyšší ekonomické efektivitě podnikových procesů (Rais a Doskočil, 2007).

Historie Lean Managementu sahá do období po druhé světové válce, kdy japonská automobilka Toyota začala systematicky rozvíjet principy efektivního řízení výroby. Tento přístup, později označovaný jako Toyota Production System (TPS), byl založen na eliminaci všech forem plýtvání, standardizaci pracovních postupů a aktivním zapojení zaměstnanců do procesu neustálého zlepšování. Hlavním cílem bylo zajištění plynulého výrobního toku a minimalizace jakýchkoli neefektivních činností, které by mohly negativně ovlivnit kvalitu nebo produktivitu (Husselmann, 2023).

Filozofie Lean Managementu vychází z konceptu Kaizen, který zdůrazňuje význam neustálého zlepšování a aktivního zapojení zaměstnanců do procesu inovací. Na rozdíl od tradičních přístupů k řízení výroby, které se často soustředí na nárazové změny a velké investiční projekty, Lean Management prosazuje postupné, systematické zlepšování všech aspektů výrobního procesu. Tento přístup zajišťuje nejen vyšší stabilitu výrobních operací, ale také podporuje kulturu inovací a angažovanosti zaměstnanců (Jurová, 2016).

Lean Management se postupně rozšířil i mimo automobilový průmysl a našel uplatnění v širokém spektru výrobních i nevýrobních odvětví, včetně zdravotnictví, logistiky a služeb. Jeho univerzální principy umožňují optimalizovat jakékoli procesy tím, že se zaměřují na identifikaci a eliminaci zdrojů neefektivity a rizik. Podniky, které implementují Lean přístup, se stávají odolnějšími vůči vnějším výkyvům a získávají vyšší míru adaptability na měnící se tržní podmínky (Merna a Al-Thani, 2007).

Lean Management je založen na pěti základních principech, které definují jeho přístup k optimalizaci výrobních procesů a eliminaci rizik. Prvním z těchto principů je hodnota, kterou musí podnik jednoznačně definovat z pohledu zákazníka. Pouze činnosti, které

přispívají k tvorbě hodnoty pro zákazníka, by měly být součástí výrobního procesu, zatímco všechny ostatní prvky je nutné eliminovat nebo minimalizovat (Irani, 2020).

Druhým principem je hodnotový tok, který popisuje, jakým způsobem jsou suroviny, informace a výrobní operace transformovány do finálního produktu. Podniky, které aplikují Lean Management, detailně mapují hodnotový tok, aby identifikovaly oblasti, kde dochází k neefektivitám, prostojům nebo nadměrnému využívání zdrojů. Identifikace těchto neefektivit umožňuje systematicky optimalizovat výrobní proces a zvýšit jeho stabilitu (Kromer a kol., 2010).

Dalším principem je plynulost výroby, která znamená odstranění překážek, které způsobují přerušení výrobního toku. Podniky, které se zaměřují na dosažení plynulé výroby, zavádějí například princip Just-in-Time, který minimalizuje potřebu skladových zásob a zajišťuje, že každý výrobní krok probíhá v optimálním časovém sledu (Smejkal a Rais, 2013).

Čtvrtým principem Lean Managementu je tahový systém, který zajišťuje, že výroba probíhá pouze na základě skutečné poptávky, nikoli na základě předpokladů nebo plánů. Tento přístup minimalizuje nadprodukcí a přebytečné zásoby, čímž snižuje riziko vzniku neprodaných výrobků a zbytečných nákladů na skladování (Korecký a Trkovský, 2011).

Pátým principem je neustálé zlepšování (Kaizen), které je základním pilířem Lean Managementu. Tento koncept zahrnuje pravidelnou analýzu výrobních procesů a implementaci malých, ale systematických zlepšení, která vedou ke stabilnějším výrobním operacím a nižším rizikům (Neugebauer, 2018).

Lean Management poskytuje podnikům řadu výhod, které přispívají ke zvýšení jejich efektivity a konkurenceschopnosti. Jedním z hlavních přínosů je snížení výrobních nákladů, které je dosaženo eliminací plýtvání, nadprodukce a neefektivních procesů. Podniky, které implementují Lean přístupy, dosahují nižších provozních nákladů a zvyšují svou schopnost pružně reagovat na změny poptávky (Tomek a Vávrová, 2007).

Další významnou výhodou je zvýšení kvality produkce. Standardizace pracovních postupů a používání metod, jako je Six Sigma nebo FMEA, umožňuje podnikům snížit variabilitu ve výrobním procesu a dosáhnout vyšší stability výroby. To vede ke snížení počtu vadných výrobků a reklamací (Paleček, 2006).

Lean Management rovněž přispívá ke zlepšení pracovního prostředí a snížení stresu zaměstnanců. Přehledná organizace pracoviště a jasně definované pracovní postupy

minimalizují zbytečné pohyby a umožňují zaměstnancům pracovat efektivněji (Váchal a Vochozka, 2013).

V neposlední řadě Lean Management zvyšuje odolnost podniku vůči krizovým situacím, protože systematická analýza rizik a preventivní opatření umožňují podnikům lépe předvídat a zvládat nečekané výkyvy ve výrobním prostředí (Šefčík a kol., 2009).

2.2 Lean nástroje pro snižování výrobních rizik

Lean nástroje představují efektivní prostředky pro identifikaci a eliminaci výrobních rizik v podnicích. Jejich cílem je systematicky analyzovat zdroje problémů, eliminovat plýtvání a zajistit stabilitu výrobních procesů. Mezi nejpoužívanější patří DMAIC, SIPOC, Pareto analýza, Ishikawa diagram, procesní mapování a způsobilost procesu. Tyto metody umožňují podnikům detailně zmapovat výrobní operace, identifikovat kritická místa a implementovat opatření vedoucí k vyšší efektivitě výroby. Efektivní řízení výrobních rizik prostřednictvím Lean metod pomáhá snížit chybovost, eliminovat nadprodukcii a zajistit plynulost výrobního toku (Dennis, 2015).

DMAIC je strukturovaný přístup k analýze a optimalizaci procesů, který se skládá z pěti fází: definování problému, měření výkonnosti, analýzy příčin problémů, implementace zlepšení a kontroly dosažených změn. Tento metodický rámec vychází z principů Lean Six Sigma a pomáhá podnikům snižovat variabilitu ve výrobě, což vede k nižší míře neshod a stabilnějším výsledkům. Jednou z hlavních výhod DMAIC je jeho univerzálnost, díky které lze tuto metodu aplikovat nejen na výrobní procesy, ale také na administrativní a logistické operace, kde může přispět k vyšší efektivitě a snížení chybovosti (Pyzdek a Keller, 2023).

SIPOC je metoda, která slouží k přehlednému znázornění vstupů, procesů a výstupů v rámci výrobního cyklu. Tento diagram umožňuje podnikům jasně definovat dodavatele, vstupní materiály, procesy, výstupy a koncové zákazníky. SIPOC je často využíván jako první krok při mapování výrobních procesů a identifikaci oblastí, kde dochází k nejčastějším odchylkám od požadovaného stavu. Významným přínosem SIPOC je jeho schopnost vizuálně znázornit vazby mezi jednotlivými prvky výrobního systému a tím umožnit lepší pochopení vztahů mezi vstupy a výstupy (Husselmann, 2023).

Pareto analýza se zaměřuje na identifikaci hlavních příčin problémů na základě principu 80/20, který říká, že většinu problémů lze přičíst malému počtu příčin. Použitím Pareto

diagramu mohou podniky určit, které faktory mají nejvýraznější dopad na vznik výrobních rizik a zaměřit se na jejich eliminaci. Tato metoda umožňuje efektivnější alokaci zdrojů, protože organizace mohou upřednostnit řešení těch problémů, které mají největší dopad na celkovou výkonnost výroby. Pareto analýza se často kombinuje s dalšími nástroji, například s Ishikawa diagramem nebo procesním mapováním, aby bylo možné přesněji určit příčiny odchylek a následně implementovat opatření pro jejich odstranění (Rais a Doskočil, 2007).

Ishikawa diagram, známý také jako diagram příčin a následků nebo diagram rybí kosti, je analytický nástroj, který pomáhá identifikovat kořenové příčiny výrobních problémů. Tento diagram rozděluje příčiny do několika kategorií, například lidské faktory, metody, materiály, stroje, měření a prostředí, což umožňuje detailní analýzu zdrojů rizik. Použitím Ishikawa diagramu mohou podniky systematicky prozkoumat všechny možné příčiny problémů a vyvinout cílená opatření ke snížení výskytu vad nebo poruch výrobního procesu. Tento přístup se osvědčil zejména v oblastech, kde dochází k častým odchylkám od požadovaných standardů, například v oblasti kvality a bezpečnosti výroby (Krommer a kol., 2010).

Procesní mapování je metoda, která umožňuje podrobné znázornění výrobních operací a identifikaci úzkých míst nebo nadbytečných činností. Tento nástroj pomáhá podnikům lépe porozumět struktuře výrobního toku a zjistit, kde dochází k plýtvání časem nebo materiály. Procesní mapování se využívá k optimalizaci toku hodnot a k identifikaci oblastí, kde lze dosáhnout vyšší efektivity. Díky vizualizaci celého výrobního procesu lze snáze odhalit neefektivní činnosti, jejichž odstranění vede k plynulejšímu chodu výroby a snížení rizika výpadků nebo chyb (Smejkal a Rais, 2013).

Způsobilost procesu představuje analytickou metodu, která hodnotí stabilitu a predikovatelnost výrobního procesu. Pomocí této metody lze určit, zda je proces schopen dlouhodobě produkovat výrobky odpovídající specifikacím. Základem hodnocení způsobilosti procesu jsou indexy C_p a C_{pk} , které kvantifikují míru variability procesu vůči stanoveným tolerančním limitům. Podniky, které pravidelně analyzují způsobilost svých výrobních procesů, jsou schopny efektivně předcházet výrobním vadám a zajistit vysokou úroveň kvality produkce. Tato metoda je široce využívána v průmyslových odvětvích s vysokými požadavky na přesnost a konzistenci výrobků, například v automobilovém průmyslu nebo v elektrotechnice (Korecký a Trkovský, 2011).

Správné využívání Lean nástrojů vede k vyšší efektivitě a snížení rizik, která mohou negativně ovlivnit stabilitu výroby. Implementace těchto metod pomáhá podnikům nejen

optimalizovat výrobní procesy, ale také lépe alokovat zdroje, snížit výrobní náklady a zvýšit celkovou kvalitu produkce. Efektivní řízení výrobních rizik vyžaduje systematický přístup, který kombinuje analytické metody a umožňuje podniku udržet dlouhodobou stabilitu výroby i v prostředí dynamicky se měnícího trhu (Váchal a Vochozka, 2013).

Moderní podniky se stále více zaměřují na preventivní opatření, která umožňují snížení výrobních rizik dříve, než se projeví jejich negativní důsledky. Kombinace různých Lean metod umožňuje podnikům nejen dosáhnout vyšší efektivity výroby, ale také zvýšit úroveň spolehlivosti a predikovatelnosti výrobních procesů, což se pozitivně odráží na celkové konkurenceschopnosti podniku (Šefčík a kol., 2009).

Použití Lean metod při řízení výrobních rizik se v posledních letech stalo prvkem strategického rozhodování podniků. Díky implementaci analytických nástrojů, jako je DMAIC, SIPOC, Pareto analýza nebo Ishikawa diagram, mohou organizace dosahovat vyšší míry kontroly nad svými procesy a předcházet výrobním problémům s vyšší přesností. Tento systematický přístup umožňuje podnikům reagovat na výzvy moderního průmyslového prostředí a zajistit, že jejich výrobní operace budou dlouhodobě stabilní a efektivní (Neugebauer, 2018).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉM PODNIKU

Výrobní proces tkaní technických tkanin ve sledovaném podniku sestává z několika fází, které zahrnují přípravu materiálu, skaní, tkaní a následnou impregnaci hotových tkanin. Každý z těchto kroků je důležitý pro zajištění požadované kvality a efektivity výroby. Proces byl analyzován s využitím metodiky Lean Six Sigma, konkrétně přístupu DMAIC, který umožnil identifikovat hlavní problém – nadměrné množství technologického odpadu v procesu tkaní. Tento problém byl kvantifikován na průměrnou hodnotu 85 kg odpadu na jednu osnovu, přičemž cílem je snížení této hodnoty o 10 %, což by vedlo k významné ekonomické úspoře.

Z analýzy procesní mapy výroby rezné tkaniny, která detailně znázorňuje jednotlivé výrobní operace, bylo zjištěno, že největší odchylky se objevují v procesu skaní a tkaní, kde dochází k rozdíům v délce skané nitě na cívce a nerovnoměrnému dávkování vřeten stroje Saurer. Tento problém byl potvrzen měřením délky zbytků nití v cívečnici po ukončení tkaní, kde bylo zjištěno, že jednotlivá vřetena vykazují výraznou variabilitu. U některých vřeten docházelo k podstatnému rozdílu v dávkování – například vřeteno 50 dávkovalo o 32 % méně, zatímco vřeteno 121 o 24 % více než průměr vzorku. Tato nestabilita byla jedním z hlavních faktorů způsobujících zvýšenou míru odpadu.

Významným podkladem pro analýzu byl Pareto diagram objemu odpadu podle materiálu výrobku, který prokázal, že největší podíl technologického odpadu pochází z výrobků vyrobených ze speciálního vlákna SLK 144. Tento závěr vedl k rozhodnutí zaměřit se na optimalizaci výrobních parametrů právě u této skupiny produktů. Dále byla provedena Ishikawa analýza, která pomohla identifikovat příčiny vzniku odpadu – mezi nejvýznamnější patří nastavení napětí nití ve vřetenech, mechanické opotřebení strojů a nedostatečná standardizace nastavení procesních parametrů mezi různými stroji.

Zjištěné skutečnosti byly podpořeny statistickou analýzou měření délky a hmotnosti zbytků nití na cívkách po ukončení tkaní. Vzhledem k velkému množství proměnných v procesu nebylo možné provést test ANOVA, avšak analýza jednotlivých vřeten prokázala, že rozdíly v délce nití jsou statisticky významné. Tento výsledek ukazuje na nutnost standardizace parametrů dávkování vřeten, což bylo podpořeno také měřením celkového pnutí vřeten, které potvrdilo, že vřetena s extrémním napětím produkují vyšší množství odpadu.

Na základě analýzy byla navržena první fáze zlepšovacích opatření spočívající v opravení a úpravě vřeten s extrémním pnutím. Tento zásah zahrnoval výměnu ložisek, regulaci odporu vnitřní brzdy a úpravu povrchu navíjecího válce. První testovací měření ukázala, že po opravě vřeten se váha i délka zbytků nití začaly přibližovat průměrné hodnotě, čímž se snížila variabilita ve výrobním procesu. Pro monitorování účinnosti opatření byla nastavena periodická kontrola vřeten v pravidelných intervalech mezi plánovanými odstávkami.

Součástí analýzy bylo také procesní mapování, které odhalilo úzká místa v toku výroby, zejména v návaznosti mezi skaním a tkaním. Zjistilo se, že dochází k nepravidelnému přenosu materiálu mezi jednotlivými fázemi výroby, což v některých případech vede k nadbytečnému odpadu způsobenému zbytky nití na cívkách, které již nelze dále využít.

Dalším důležitým krokem bylo zhodnocení způsobilosti procesu (Process Capability Analysis), která měřila stabilitu procesu z hlediska dosahovaných výsledků. Výpočty ukázaly, že aktuální nastavení parametrů tkaní vykazuje vysokou variabilitu a není schopné dlouhodobě produkovat výsledky v požadovaném tolerančním pásmu. Tento závěr podtrhl nutnost implementace systematických opatření zaměřených na zvýšení stability procesu, například prostřednictvím zpřísnění kontrolních mechanismů a školení operátorů na správné nastavení strojů.

4 ROZBOR MĚŘENÍ A ANALÝZ

Měření a analýzy hrají zásadní roli v procesu optimalizace výroby a snižování odpadu v rámci Lean Managementu. Cílem této části je detailně popsat postupy používané při identifikaci příčin odchylek ve výrobním procesu a analyzovat výsledky získané prostřednictvím statistických metod. V této souvislosti se využívají různé metriky, mezi které patří například měření hmotnosti odpadu na osnovu, délka zbytků nití v cívečnici po ukončení tkaní nebo dávkování vřeten skacího stroje Sauer. Pro získání relevantních dat je nezbytné provádět měření systematicky a dodržovat přesně definované operační postupy.

Prvním krokem při sběru dat bylo vyhodnocení velikosti vzorku potřebného pro analýzu procesu. Na základě stanovených parametrů bylo rozhodnuto, že pro zjištění variability dávkování vřeten bude měřena jedna osnovu SLK 144 na stroji 3710, přičemž bude analyzováno 134 vřeten. Při vyhodnocování hodnot zbytků délek jednotlivých vřeten se ukázalo, že mezi nimi existují značné rozdíly. Například vřeteno 50 dávkuje o 32 % méně, než je průměr vzorku, zatímco vřeteno 121 dávkuje o 24 % více. Tento výsledek naznačuje významnou nestabilitu procesu skaní, což může vést k vyšší míře odpadu.

Při analýze kořenových příčin bylo zjištěno, že velkou variabilitu v délce zbytků nití ovlivňuje celkové pnutí na vřetenu. Vysoké či nízké pnutí způsobuje odchylky v délce skané nitě, což následně vede k vyšší produkci odpadu. V této souvislosti byl vypracován manuál na opravu vřeten, který stanovuje postupy pro kontrolu a optimalizaci pnutí. Prvotní aplikace tohoto manuálu na dvou vřetenech ukázala, že se délka i váha zbytků po opravě výrazně přiblížily průměrné hodnotě vzorku.

Dalším krokem bylo využití databáze HEG pro evidenci odpadu a detailní sledování procesu. Z analýzy vyplynulo, že odpady vznikající na jednotlivých osnovách se liší nejen podle stroje, ale i podle konkrétního nastavení vřeten. Proto bylo doporučeno zaměřit se na vřetena s extrémními hodnotami pnutí a provést jejich detailní technickou kontrolu. Ta zahrnovala měření celkového pnutí, vizuální kontrolu navíjecího válce a kontrolu prokluzu galety.

Statistická analýza ukázala, že při správném seřízení vřeten dochází ke snížení množství odpadu a lepšímu využití materiálu. Kontinuální sledování a pravidelná údržba vedla k eliminaci rozdílů mezi jednotlivými vřeteny, což se projevilo stabilizací procesu a dosažením požadované úrovně kvality. Přestože test ANOVA nebylo možné aplikovat

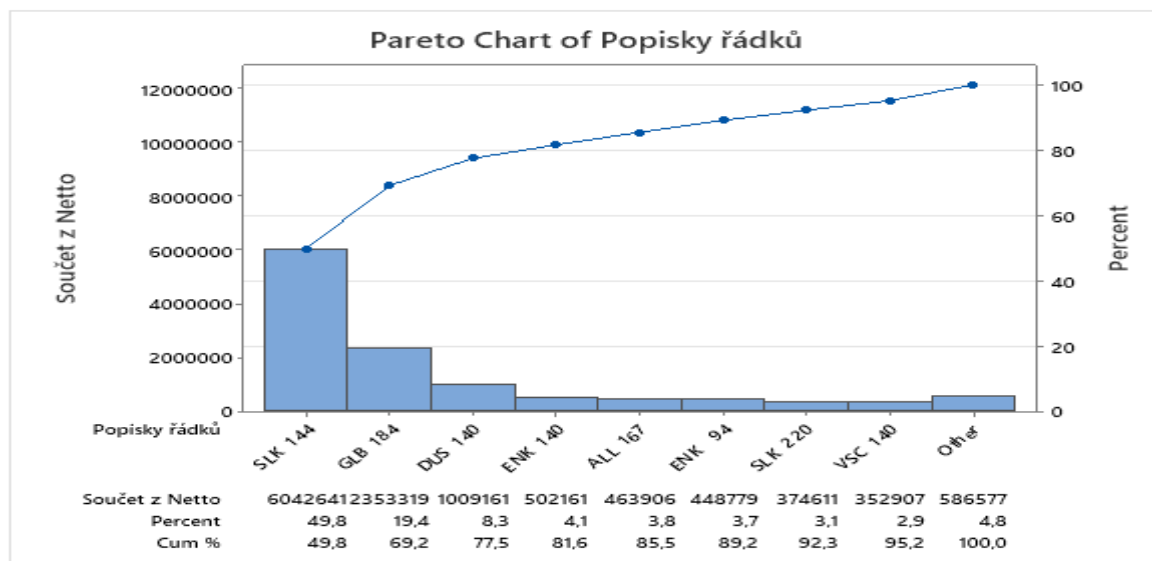
kvůli vysokému počtu proměnných, srovnání průměrných hodnot a vizuální analýza výsledků potvrdily, že přijatá opatření vedou k pozitivním změnám.

Důležitým krokem v procesu zlepšování byla implementace periodických kontrol, které mají zajistit dlouhodobou stabilitu nastavených parametrů. Oprava vřeten s výrazně odlišným pnutím se provádí v rámci prediktivní údržby a umožňuje průběžně identifikovat nové odchylky v procesu. Záznamy o všech provedených opravách, trvání oprav a nákladech na výměnu součástek se evidují v tabulce „Periodická kontrola SA T:37“, což umožňuje efektivní vyhodnocení provedených zásahů.

Přínos zavedených opatření se projevil snížením technologického odpadu z osnov o 10 %, což představuje úsporu přibližně 200 tisíc Kč. Pravidelná analýza naměřených hodnot navíc umožňuje průběžné vyhodnocování efektivity a další optimalizaci výrobního procesu. Kontrola efektivity a výpočet reálných úspor proběhne šest měsíců po implementaci zlepšovacích návrhů, aby bylo možné objektivně posoudit dlouhodobé přínosy těchto opatření.

Pro účel identifikace nejvýznamnějších zdrojů odpadu v procesu výroby je na dalším grafu znázorněn Paretův diagram objemu odpadů (váhy) podle materiálu výrobku. Na základě tohoto diagramu bylo ve firmě rozhodnuto, že budou optimalizovány výrobky ze vlákna SLK 144.

Cílem analýzy bylo určit, které typy materiálů přispívají k nejvyšším ztrátám, a zaměřit se na jejich optimalizaci, což povede ke snížení technologického odpadu. Paretova analýza vychází z principu, že většina problémů (v tomto případě odpadů) je způsobena malým počtem hlavních příčin. Tato metoda umožňuje efektivně prioritizovat opatření a soustředit se na eliminaci nejvýznamnějších zdrojů ztrát.



Obrázek 1: Paretův diagram objemu odpadů (váha)) podle materiálu výrobku

Zdroj: interní podklady firmy

Paretův diagram ukazuje rozložení odpadu podle jednotlivých materiálů a kumulativní podíl jednotlivých kategorií na celkovém množství odpadu. Sloupce představují jednotlivé materiály a jejich podíl na celkových ztrátách, zatímco čára znázorňuje kumulativní procentuální zastoupení.

Nejvýznamnějším zdrojem odpadu je materiál SLK 144, který tvoří 49,8 % celkových ztrát. Tento materiál má tedy zásadní dopad na celkovou úroveň odpadu a jeho optimalizace přinese největší efekt.

GLB 184 je druhým největším přispěvatelem s 19,4 % podílem. Společně s SLK 144 pokrývá téměř 70 % celkových ztrát.

Další významné materiály jsou DUS 140 (8,3 %), ENK 140 (4,3 %) a ALL 167 (3,8 %). Jejich podíl na odpadu je menší, ale stále dostatečně vysoký na to, aby bylo vhodné zvážit jejich možné úpravy.

Ostatní materiály, jako ENK 94, SLK 220, VSC 140, a další kategorie, mají nižší podíl, pohybující se v rozmezí 2,9 % až 3,7 %, přičemž dohromady tvoří přibližně 10 % z celkového odpadu.

Z analýzy tedy vyplývá, že optimalizací výrobků z materiálu SLK 144 lze dosáhnout nejvýznamnějšího snížení odpadu. Tento poznatek poskytuje základ pro další zlepšování výrobních procesů a výběr konkrétních opatření, která povedou k minimalizaci ztrát a zvýšení efektivity.

Následující procesní mapa byla vytvořena s cílem vizualizovat jednotlivé kroky výrobního procesu tkaní KORD, identifikovat potenciální zdroje odpadu a optimalizovat postupy vedoucí ke snížení výrobních ztrát. Procesní mapování umožňuje přesné pochopení všech operací a jejich vzájemných vazeb, což je nezbytné pro efektivní implementaci metod Lean Managementu. Analýzou této mapy lze odhalit kritická místa, kde dochází k neefektivnostem nebo nadměrnému vzniku odpadu, a následně navrhnout opatření ke zlepšení.

Proces začíná přípravou tkaní KORD, kde probíhá příprava procesu rozdělená na dvě hlavní operace:

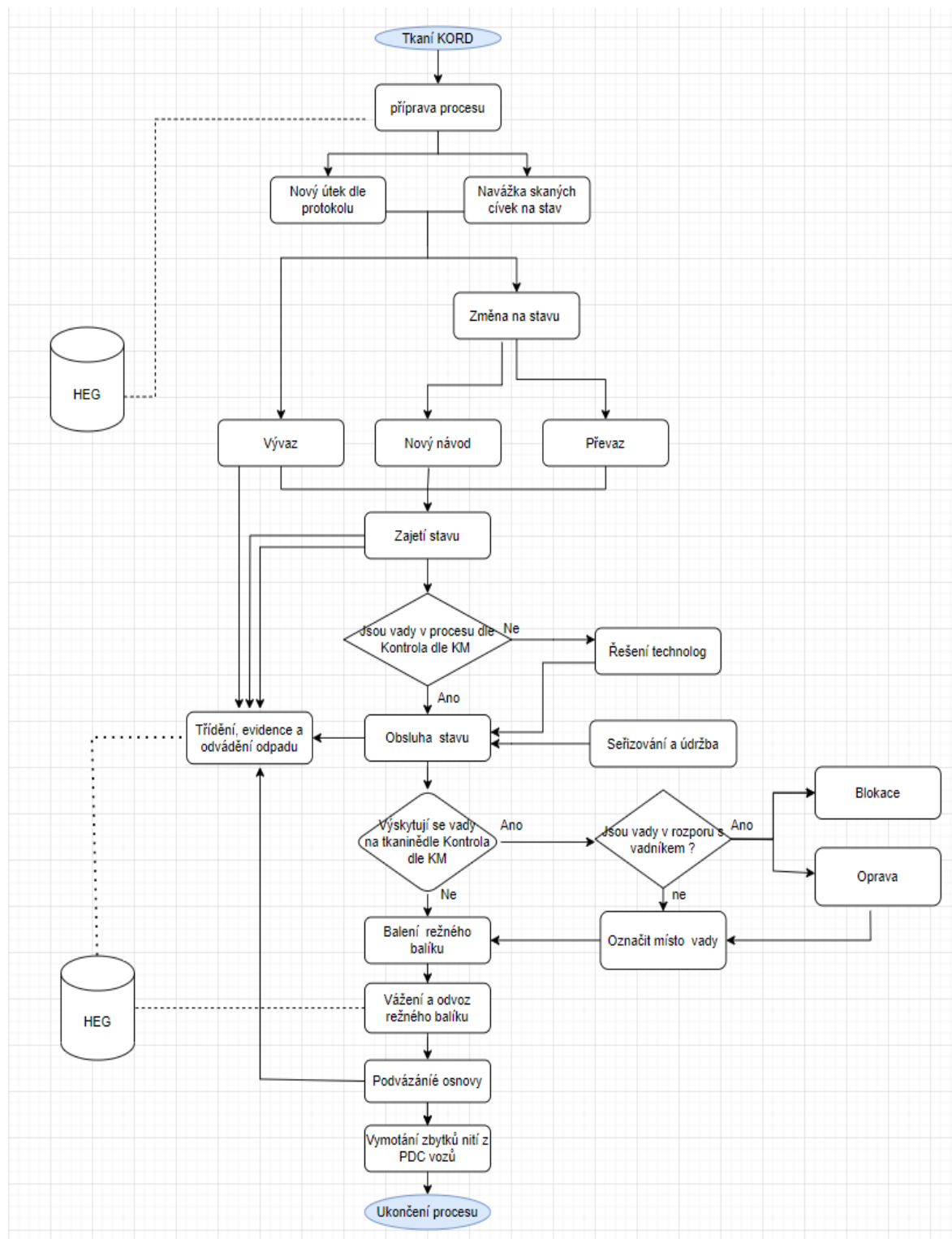
- nový útek dle protokolu – Definuje použití nového materiálu,
- navážka skaných cívek na stav – Přípravuje vstupní suroviny pro samotný proces tkaní.

V případě potřeby je možné provést změnu na stavu, která vyžaduje buď nový návod, nebo převaz. Po těchto krocích následuje fáze zajištění stavu, kde se systémově kontroluje, zda v procesu vznikají vady.

Pokud nejsou zjištěny vady, přechází proces rovnou do fáze třídění a evidence odpadu.

Pokud jsou vady přítomny, probíhá jejich identifikace prostřednictvím kontroly dle KM (Kontrola kvality).

Pokud vady nejsou závažné, pokračuje proces do fáze obsluhy stavu a kontroluje se, zda se vady objevují přímo na tkanině. Pokud se na tkanině neobjeví další vady, výrobek je dále zpracován do balení rezného balíku, následuje vážení a odvoz rezného balíku, podvázání osnovy a vyмотání zbytků nití z PDC vozů, což vede k ukončení procesu.



Obrázek 2: Procesní mapa výroby rezné tkaniny v procesu tkání

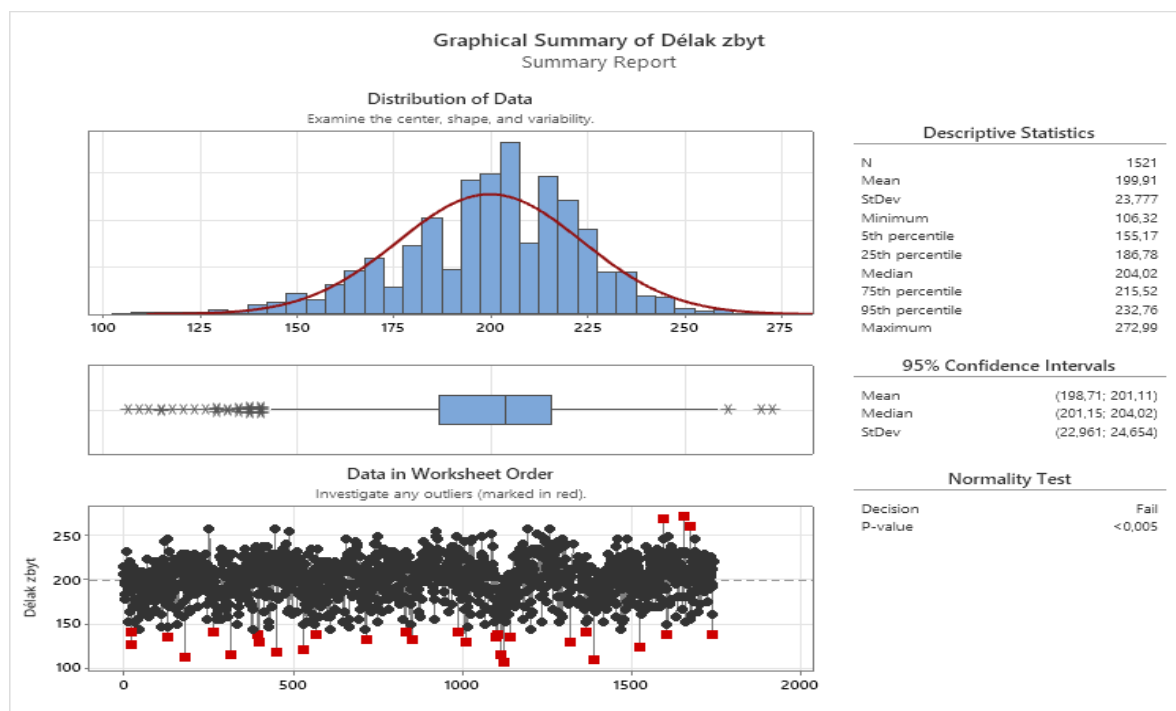
Zdroj: interní podklady firmy

Následují dva možné scénáře:

- 1) Pokud vady přetrvávají, je nutný zásah technologa. Proces se rozděluje do dvou variant:

- Seřizování a údržba, kde se opravují drobné vady.
 - Řešení technologem, pokud problém vyžaduje hlubší analýzu.
- 2) Pokud vady nejsou v rozporu s vadníkem, pouze se označí místo vady a proces pokračuje. Pokud jsou vady závažné, dochází k blokaci výrobního procesu a následné opravě.

Procesní mapa vizualizuje celý postup výroby KORD a umožňuje identifikaci bodů, kde vzniká největší riziko vzniku odpadu. Důležité oblasti pro zlepšení zahrnují seřizování a údržbu, kontrolu kvality a optimalizaci zpracování odpadů. Na základě této analýzy lze navrhnout úpravy v procesech tak, aby se minimalizovalo množství technologického odpadu a zvýšila celková efektivita výroby.



Obrázek 3: Analýza dávkování vřeten stroje Sauer

Zdroj: interní podklady firmy

Analýza délky zbytků nití byla provedena s cílem identifikovat variabilitu v procesu skaní a zjistit, zda existují významné odchylky, které mohou vést ke zvýšenému odpadu. Porozumění distribuci dat a identifikace extrémních hodnot pomáhá určit, které procesní kroky jsou nestabilní a vyžadují optimalizaci. Pomocí této analýzy lze stanovit, zda rozložení délky zbytků odpovídá normálnímu rozdělení, což je důležité pro další statistické testy a úpravy v nastavení výrobního procesu.

Výstup zahrnuje histogram distribuce dat, boxplot pro identifikaci odlehlých hodnot a graf zobrazující jednotlivá měření v časovém sledu. Součástí analýzy je také soubor základních statistických ukazatelů, které pomáhají vyhodnotit rozsah variability a potenciální problémové oblasti v procesu.

Histogram ukazuje, že většina hodnot se pohybuje kolem průměru 199,91, přičemž medián je mírně vyšší (204,02), což naznačuje mírnou asymetrii v datech. Směrodatná odchylka 23,777 ukazuje relativně vysokou variabilitu v měřeních, což může znamenat, že jednotlivá vřetena nevykazují konzistentní výsledky. Minimální zaznamenaná hodnota délky zbytku je 106,32, zatímco maximální dosahuje 272,99, což svědčí o značných rozdílech mezi jednotlivými měřeními. Při analýze kvantilů bylo zjištěno, že 5 % nejnižších hodnot nepřesahuje 155,17, zatímco 95 % nejvyšších hodnot je pod úrovní 232,76, což ukazuje na poměrně široký rozptyl naměřených délek zbytků.

Boxplot vizualizuje rozložení hodnot a odhaluje přítomnost četných odlehlých měření. Tyto odchylky mohou být způsobeny nekonzistentním nastavením strojů, technickým opotřebením nebo odlišnými pracovními podmínkami v rámci jednotlivých výrobních šarží. V dolní části analýzy je zobrazen graf jednotlivých měření v pořadí jejich sběru, kde jsou červeně označeny odlehlé hodnoty. Významný počet těchto bodů naznačuje, že nestabilita v procesu není náhodná, ale systematická. To znamená, že existují specifické podmínky nebo technické problémy, které způsobují výrazné odchylky v délce zbytků.

Důležitým výsledkem je také test normality, který ukázal, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. P-hodnota menší než 0,005 znamená, že nelze předpokládat normální distribuci, což je zásadní pro volbu vhodných statistických metod při dalším zpracování výsledků. Pokud data nejsou normálně rozložena, je nutné použít neparametrické testy nebo se zaměřit na identifikaci konkrétních příčin variability namísto obecného zpracování průměrných hodnot.

Výsledky této analýzy ukazují, že proces skaní nití vykazuje vysokou variabilitu, která se projevuje přítomností extrémních hodnot a systematických odchylek. Identifikace příčin těchto výkyvů je důležitá pro optimalizaci výrobního procesu a snížení množství odpadu. Doporučuje se zaměřit na podrobnou analýzu nastavení vřeten, sledování jejich mechanického stavu a případné úpravy ve způsobu navíjení nití, aby se zajistila vyšší stabilita délky zbytků a eliminace extrémních hodnot, které způsobují nadměrné materiálové ztráty.

4.1 Aplikace Lean Managementu a DMAIC při optimalizaci procesů výroby technických tkanin

Analýza výrobních rizik ve společnosti probíhala s využitím metodiky Lean Managementu a systematického postupu DMAIC (Define – Measure – Analyze – Improve – Control). Tento rámec umožnil komplexní pohled na problematiku technologických ztrát při výrobě technických tkanin, zejména ve fázích skaní a tkaní, a vedl k cílenému zásahu do hlavních příčin nestability a neefektivity.

Ve fázi Define byly ve spolupráci s vedoucími provozu a pracovníky kvality identifikovány hlavní nestability ve výrobním procesu. Hlavními symptomy byly nadměrný technologický odpad, časté přetrhy nití a nerovnoměrná délka skaných cívek. Z dostupných interních dat byly zmapovány kritické body ve výrobním toku, přičemž pozornost byla zaměřena na rozdíly v délce zbytkových nití na jednotlivých vřetenech a odchylky v počtu spojů ve výsledné tkanině.

Ve fázi Measure bylo provedeno systematické měření délky a hmotnosti zbytkových nití na 50 vybraných vřetenech v různých směnách. Pro každé vřeteno byly zjišťovány následující hodnoty: délka zbytkové nitě (v mm), hmotnost zbytku (v g), napětí nitě při provozu a počet přetrhů během standardního cyklu. Data byla sbírána v průběhu jednoho měsíce, přičemž měření byla doplněna vizuální kontrolou navinutí cívek a dokumentací odchylek oproti očekávanému standardu.

Analytická fáze Analyze přinesla klíčové poznatky. Z konstrukce histogramu délky zbytků nití vyplynulo, že proces není stabilní – většina dat se nevyskytovala v očekávaném rozmezí a docházelo k výskytu extrémních hodnot. Výpočet procesní způsobilosti (indexy $C_p = 0,62$ a $C_{pk} = 0,47$) potvrdil, že proces není schopen dlouhodobě dodržovat stanovené parametry. Pomocí Pareto analýzy bylo identifikováno pět nejčastějších příčin odpadu, přičemž materiál SLK 144 tvořil téměř polovinu všech výrobních ztrát. Ishikawův diagram byl využit k systematickému rozkladu příčin – mezi hlavní problémy patřilo nekonzistentní dávkování nití do vřeten, rozdílné nastavení strojů mezi směnami, kolísání napětí nití a nedostatečná kontrola přenosu cívek mezi fázemi výroby.

Ve fázi Improve byla navržena a otestována technická i organizační opatření. Byla zavedena automatická kontrola délky odvíjené nitě a kalibrace napětí pomocí snímačů na každém vřetenu. Pracovníci byli vyškoleni v jednotném postupu nastavování strojů a byl vytvořen standardizovaný formulář pro denní kontrolu parametrů. Změny v organizaci

přenosu cívek mezi skaním a tkaním zahrnovaly identifikační štítky s údajem o délce zbytku a zavedení jednoduchého algoritmu pro jejich optimální spotřebu.

Ve fázi Control bylo spuštěno pravidelné měsíční sledování procesní stability. Výsledky za prvních šest týdnů po implementaci ukázaly snížení technologického odpadu z osnov o 9,6 %, pokles variability délky zbytků nití mezi vřeteny a vyšší konzistenci v délce tkaných balíků. Pro sledování udržitelnosti změn byl vytvořen kontrolní plán a výstupy jsou pravidelně vyhodnocovány během výrobních porad.

Výsledkem této analýzy bylo nejen odhalení skrytých zdrojů ztrát, ale i zavedení udržitelných postupů, které přispěly k vyšší stabilitě výroby, lepšímu využití materiálu a snížení nákladů spojených s neefektivními operacemi. Tím se otevřel prostor pro další aplikaci metod Lean Managementu a systematické zlepšování napříč provozem.

V návaznosti na výstupy fáze Analýze byly podrobněji rozebrány hlavní příčiny identifikovaných problémů, a to s využitím vícekritériálního hodnocení a doplňkových statistických nástrojů.

1. Nekonzistentní dávkování nití do vřeten skacích strojů: Tento jev byl označen jako hlavní příčina rozptylu v délce zbytkových nití. Pomocí rozptylového diagramu bylo zjištěno, že některá vřetena systematicky vykazují hodnoty odlišné od cílového průměru, a to navzdory stejným vstupním podmínkám. To ukazuje na mechanické opotřebení některých součástí dávkovacích mechanismů, případně rozdílnou kalibraci napínacích zařízení. V rámci sběru dat byly zaznamenány průměrné hodnoty délky zbytků, jejich směrodatná odchylka a medián. Byla potvrzena vysoká míra asymetrie v rozdělení dat, což signalizovalo přítomnost vnějších proměnných, které ovlivňovaly dávkovací proces.

2. Nadlimitní počet spojů ve tkanině: Tato odchylka byla detekována jako přímý důsledek častého převazování nití v důsledku krátkých cívek. Vyhodnocením historických záznamů z výroby a porovnáním s výstupy z oddělení kontroly kvality bylo prokázáno, že balíky s více než třemi spoji byly ve více než 40 % případů přijímány zákazníkem pouze s výhradou nebo byly odmítnuty. Spojitost mezi četností navazování a zkrácenou délkou balíku byla potvrzena regresní analýzou. Ztráty vzniklé předčasným ukončením výroby jednotlivých balíků byly kvantifikovány na základě střední hodnoty nevyužité délky osnovy a odpovídající jednotkové ceny.

3. Nerovnoměrný přenos cívek mezi fázemi výroby: Analýza toku materiálu mezi skaním a tkaním odhalila absenci standardizovaného systému sledování a třídění cívek podle

délky zbývající nitě. Výsledkem byly situace, kdy operátoři spotřebovali nejkratší cívky jako první, zatímco delší zůstávaly nevyužity. Tím vznikaly zbytky, které již nebylo možné zakomponovat do dalších výrobních dávek. Byla provedena simulace tří různých strategií přenosu cívek a jejich dopad na využitelnost materiálu. Nejvyšší efekt vykazala varianta s elektronickou evidencí délky nitě na každé cívce a její následné cílené rozdělení podle potřeb konkrétní zakázky.

4. Kolísání napětí nití ve vřetenech: Pomocí měření napětí nití během provozu a následného testu normality byla potvrzena vysoká nestabilita v této části procesu. Spektrální analýza časových řad napětí ukázala na pravidelně se opakující odchylky, které odpovídaly konkrétním vřetenům. Ve spolupráci s technickým oddělením byly vyměněny regulátory napětí u 20 % strojů, přičemž opětovná měření ukázala výrazné zlepšení v rovnoměrnosti navinutí. Tento jev měl přímý dopad na kvalitu výsledné tkaniny – kolísající napětí způsobovalo vlnění osnovy a následné deformace struktury tkaniny.

5. Rozdílné nastavení strojů mezi směny: Komparace dat získaných ze tří směn odhalila významné rozdíly v délce skaných cívek a míře zbytků. Boxplot analýza ukázala, že večerní směna dosahovala vyšší stability a nižší rozptyl ve výsledcích než ostatní dvě směny. Rozhovory s operátory potvrdily, že chyběla jednotná metodika nastavování strojů a že každý operátor přistupoval k procesu dle vlastních zkušeností. Byla provedena korelační analýza mezi zkušeností operátorů (v počtu odpracovaných let) a variabilitou výstupu, která ukázala na významný vliv lidského faktoru na stabilitu procesu.

Všechny výše uvedené poznatky byly shrnuty do tabulky s klasifikací rizik podle pravděpodobnosti výskytu, závažnosti dopadu a možnosti detekce (tzv. RPN – Risk Priority Number). Nejvyšší hodnotu RPN dosáhla rizika spojená s dávkováním nití a s přenosem cívek. Tato klasifikace se stala výchozím bodem pro návrh opatření ve fázi Improve, která bude podrobně popsána v následující kapitole.

5 NÁVRH OPTIMALIZAČNÍCH OPATŘENÍ

Na základě provedené analýzy výrobních rizik a identifikace hlavních problémových oblastí byla navržena komplexní optimalizační opatření, která povedou k vyšší stabilitě výrobního procesu, snížení odpadu a efektivnějšímu využití materiálu. Tato opatření jsou zaměřena na eliminaci nejvýznamnějších zdrojů nestability v procesu skaní a tkaní technických tkanin, standardizaci pracovních postupů a zavedení kontrolních mechanismů, které zajistí dlouhodobou udržitelnost zlepšení.

Standardizace dávkování nití ve vřetenech skacích strojů

Jedním z hlavních problémů identifikovaných v analýze bylo nekonzistentní dávkování nití mezi jednotlivými vřeteny, což vedlo k nerovnoměrné délce skané nitě a následně ke vzniku nadbytečných zbytků. Aby se minimalizovala tato variabilita, bude implementováno několik opatření:

- automatická kalibrace napětí vřeten: do procesu bude zaveden systém senzorického měření a automatické korekce napětí nití ve vřetenech. Tento systém zajistí, že každé vřeteno bude dávkovat nitě rovnoměrně a nebude docházet k odchylkám mezi jednotlivými cívkami,
- periodická kontrola nastavení vřeten: bude zaveden nový harmonogram technické údržby, ve kterém budou vřetena pravidelně kontrolována a seřizována podle přesně stanovených parametrů. Doposud bylo seřizování prováděno nepravidelně a pouze v případě výskytu problému, což vedlo k vysoké variabilitě výsledků,
- zpětná kontrola dat: data o délce zbytkových nití budou systematicky analyzována a jakékoli výrazné odchylky budou podnětem pro okamžitou úpravu nastavení vřeten. Tento přístup zajistí, že problém bude řešen dříve, než povede k nadměrnému odpadu.

Optimalizace přenosu skaných cívek mezi fázemi výroby

Proces přenosu cívek mezi skáním a tkaním byl identifikován jako jedno z hlavních míst vzniku odpadu. Docházelo k situacím, kdy byly kratší cívky spotřebovány přednostně, zatímco delší cívky nebyly efektivně využity, což vedlo k vysokým materiálovým ztrátám. Řešení tohoto problému zahrnuje následující opatření:

- zavedení inteligentního třídícího systému: Všechny cívky budou po skaní označeny unikátním kódem, který umožní jejich přesné sledování a řízení pořadí spotřeby.

Tento systém zajistí, že cívky s delší nití budou využity dříve než kratší, čímž se minimalizuje nevyužitý materiál,

- optimalizace skladování skaných cívek: Bude vytvořen nový systém ukládání cívek, který zajistí, že budou systematicky řazeny podle délky skané nitě. Operátoři budou mít jasně stanovené pokyny pro výběr cívek tak, aby byly spotřebovány v optimálním pořadí,
- automatizované navádění cívek do tkalcovských strojů: Pro snížení chyb způsobených manuální manipulací bude implementován systém, který zajistí, že cívky budou do výroby přiváděny automaticky podle předem stanoveného algoritmu.

Redukce neplánovaných přerušení výroby způsobených častým převazováním nití

Časté převazování nití způsobovalo nejen zpomalení výrobního procesu, ale také vedlo ke zkracování délek hotových balíků, což snižovalo jejich prodejní hodnotu. Aby bylo možné tento problém odstranit, budou zavedena následující opatření:

- přesné stanovení minimální délky skané nitě na cívce: Bude definována spodní hranice délky nitě, pod kterou již cívky nebudou zařazovány do výroby. To sníží počet převazů a zvýší efektivitu využití materiálu,
- změna parametrů navazování nití: Zavedení optimalizovaného systému spojování nití minimalizuje počet spojů na metr tkaniny a zajistí lepší plynulost procesu,
- pravidelná školení tkalců: Bude zavedena nová metodika navazování nití, která sníží počet operací, které je nutné během výroby provést. Cílem je minimalizovat ztráty způsobené neefektivními pracovními postupy.

Implementace systému monitorování napětí nití ve vřetenech

Kolísání napětí mezi jednotlivými vřeteny bylo identifikováno jako jedna z hlavních příčin nestability délky skané nitě. Pro řešení tohoto problému bude zavedena následující opatření:

- online monitorování napětí: na každé vřeteno bude nainstalován senzor měřící napětí nitě v reálném čase. Systém automaticky detekuje výkyvy a provádí korekce tak, aby napětí bylo konstantní v celém procesu skaní,
- proaktivní údržba vřeten: namísto reaktivních zásahů bude zaveden plán prediktivní údržby, kde budou identifikovány potenciální problémy ještě před jejich výskytem,

- automatizovaná regulace napětí: bude implementován regulační systém, který bude na základě naměřených hodnot dynamicky upravovat napětí nitě, čímž se sníží pravděpodobnost vzniku výrobních vad.

Standardizace pracovních postupů a školení operátorů

Nerovnoměrné nastavení skacích strojů mezi jednotlivými směnami bylo způsobeno absencí jednotné metodiky a odlišným přístupem operátorů k nastavování parametrů. Aby byla zajištěna konzistentní kvalita napříč všemi směnami, budou přijata následující opatření:

- zavedení standardizovaných pracovních postupů: Každý operátor bude mít přesně definované kroky při nastavování stroje, čímž se eliminuje variabilita způsobená lidským faktorem,
- pravidelná kontrola kvality nastavení: Každá směna bude povinna provést ověření správnosti nastavení parametrů před zahájením výroby,
- školení zaměřené na jednotný přístup: Bude vytvořen školící program, který zajistí, že všichni operátoři budou pracovat podle stejných standardů a nebudou docházet k nekonzistentním výsledkům mezi jednotlivými směnami.

Očekávané výsledky implementace opatření

Přijetí těchto optimalizačních opatření povede k významnému snížení výrobního odpadu a zlepšení stability výrobního procesu. Očekává se:

- snížení technologického odpadu o 12 % během prvních tří měsíců,
- zvýšení konzistence délky skané nitě o 30 %, což povede k nižší míře přerušení výroby,
- stabilizace kvality skaných cívek, což sníží počet vadných kusů alepší využitelnost materiálu.

Pravidelné vyhodnocování účinnosti těchto opatření zajistí jejich dlouhodobou udržitelnost a další zlepšování výrobního procesu.

5.1 Vyhodnocení přínosů navržených opatření

Navržená optimalizační opatření směřují k eliminaci identifikovaných problémů ve výrobním procesu, snížení technologického odpadu a stabilizaci parametrů skaní a tkaní. Očekávané přínosy lze rozdělit do několika hlavních oblastí: snížení odpadu, zvýšení

konzistence délky skané nitě, omezení neplánovaných přerušení výroby, efektivnější využití materiálu a zajištění vyšší stability výrobního procesu. Každá z těchto oblastí byla analyzována z hlediska očekávaných dopadů na výkonnost podniku.

Prvním očekávaným přínosem je snížení technologického odpadu o 12 %. V současné době průměrná hmotnost odpadu na jednu osnovu dosahuje 85 kg, což představuje významný podíl materiálových ztrát. Implementací automatického monitorování napětí nití, optimalizací přenosu cívek a standardizací pracovních postupů by mělo dojít k efektivnějšímu využití materiálu a eliminaci nejčastějších příčin odpadu. Snížení na přibližně 74 kg odpadu na jednu osnovu by mělo přinést nejen úsporu suroviny, ale také snížení nákladů na likvidaci odpadu a lepší využitelnost vyrobených tkanin.

Druhým zásadním očekáváním je zvýšení konzistence délky skané nitě o 30 %, což má přímý vliv na rovnoměrnost osnovy a kvalitu finálního produktu. Výsledky analýzy ukázaly, že dosavadní variabilita v délce zbytkových nití mezi jednotlivými vřeteny byla příčinou nestabilní kvality produkce. Zavedení automatického senzorického systému pro měření napětí nití by mělo vést k eliminaci největších odchylek a snížení výkyvů mezi vřeteny. Lepší kontrola tohoto parametru by měla přispět k větší predikovatelnosti výrobního procesu a eliminaci přetrhávání nití, které často vedlo k neplánovaným zásahům obsluhy.

Dalším předpokládaným přínosem je omezení neplánovaných přerušení výroby způsobených častým převazováním nití o 25 %. Současná praxe ukazuje, že přerušování procesu kvůli krátkým cívkám vede k neefektivitě a zvýšené pracnosti tkalců. Implementací nových pravidel pro minimální délku skané nitě na cívce, optimalizovaného systému spojování nití a proškolením tkalců by mělo dojít ke snížení četnosti těchto přerušení. Očekává se, že delší intervaly mezi převazy zlepší plynulost výroby, sníží zatížení operátorů a povedou ke stabilnější kvalitě finálního produktu.

Dalším důležitým cílem je efektivnější využití materiálu při přenosu skaných cívek mezi fázemi výroby, kde se očekává snížení objemu nevyužitých zbytků nití o 13 %. V současné době je jedním z hlavních problémů nerovnoměrné spotřebovávání cívek, kdy kratší cívky bývají využity dříve a delší zůstávají nevyužité. Inteligentní třídící systém a automatizované navádění cívek do tkalcovských strojů umožní řízenou spotřebu podle předem stanovených pravidel, čímž dojde ke snížení objemu materiálu, který by jinak nebylo možné efektivně využít.

Dalším očekávaným přínosem je zlepšení stability kvality skaných cívek, což se projeví snížením rozdílů mezi jednotlivými směnami o 30 %. V současné době dochází k významným odchylkám v nastavení skacích strojů mezi směnami, což vede k nekonzistentním výsledkům. Zavedením standardizovaných pracovních postupů a školením operátorů by mělo dojít k odstranění těchto rozdílů, což přispěje k vyšší homogenitě skané nitě a lepší predikovatelnosti výsledků výrobního procesu.

Očekávaným vedlejším přínosem implementovaných opatření je také zvýšení efektivity práce operátorů. Automatizace některých procesů, jako je monitorování napětí nití nebo třídění cívek, umožní snížit množství manuálních zásahů a umožní pracovníkům soustředit se na činnosti s vyšší přidanou hodnotou. To povede ke zvýšení produktivity práce a snížení zátěže způsobené neefektivními operacemi.

Z dlouhodobého hlediska se očekává, že navržená opatření povedou ke snížení nákladů na suroviny, protože díky efektivnějšímu využití materiálu a eliminaci odpadu bude možné dosáhnout vyšší výtěžnosti suroviny. Dále se předpokládá zvýšení spokojenosti zákazníků, protože vyšší kvalita tkanin a konzistentnější parametry výrobků povedou k lepšímu dodržování zákaznických požadavků.

Lze očekávat, že implementace navržených opatření přinese výrazné zlepšení výrobních parametrů. Nejvýznamnějším přínosem by mělo být snížení odpadu a stabilizace délky skané nitě, což povede ke zvýšení efektivity výroby a zlepšení ekonomické výkonnosti podniku. Úspěšnost opatření bude pravidelně monitorována a vyhodnocována, aby bylo možné včas reagovat na případné nové výzvy a zajistit udržitelnost dosažených výsledků.

6 PŘÍNOSY PRÁCE

Přínosy práce lze rozdělit do dvou hlavních oblastí – teoretické a praktické. V teoretické rovině práce přispívá k rozšíření odborného diskurzu o využití metod Lean Managementu při snižování výrobních rizik. Přestože Lean přístupy jsou v průmyslové výrobě široce rozšířené, jejich aplikace v konkrétních technologických procesech, jako je tkání technických tkanin, zůstává relativně málo popsána. Práce systematizuje poznatky o nejčastějších výrobních rizicích, kategorizuje je a propojuje s konkrétními nástroji Lean Managementu, což umožňuje lepší pochopení vztahů mezi příčinami a následky výrobních problémů. Teoretickým přínosem je také ucelená metodologie analýzy rizik s využitím strukturovaných nástrojů, jako jsou DMAIC, SIPOC, Pareto analýza, Ishikawa diagram a procesní mapování.

V praktické rovině práce poskytuje konkrétní návod na identifikaci a eliminaci výrobních rizik ve vybraném podniku. Analyzované procesy a navržená opatření lze aplikovat nejen v prostředí sledovaného podniku, ale i v jiných výrobních organizacích, kde se vyskytují obdobné technologické operace. Díky využití kvantifikovatelných analytických metod umožní práce nejen přesnější identifikaci příčin výrobních odchylek, ale také objektivní zhodnocení efektivity navržených opatření. Podnik tak získá konkrétní doporučení vedoucí ke zlepšení stability výrobního procesu, snížení výskytu vad a celkové optimalizaci výrobních operací.

Důležitým praktickým přínosem je také využitelnost výsledků pro manažerské rozhodování. Implementace Lean metodik nejen pomáhá snižovat výrobní rizika, ale také přispívá ke zvyšování efektivity procesů, snižování provozních nákladů a zkvalitnění řízení výroby. Podniky, které se rozhodnou aplikovat závěry této práce, mohou dosáhnout lepšího využití výrobních zdrojů, což vede k vyšší konkurenceschopnosti na trhu.

Přínosy práce lze dále rozšířit i do oblasti bezpečnosti práce a udržitelnosti výrobních procesů. Snížení výrobních rizik přispívá k ochraně zaměstnanců, omezuje pravděpodobnost nehod a poruch strojního vybavení a pomáhá předcházet nadměrnému opotřebení technologií. Optimalizace výrobních procesů v souladu s principy Lean Managementu tak přináší nejen ekonomické benefity, ale také dlouhodobě udržitelný a bezpečnější výrobní systém.

ZÁVĚR

Práce se zaměřila na snižování výrobních rizik prostřednictvím metod Lean Managementu, konkrétně v procesu tkaní technických tkanin. Výrobní rizika byla analyzována z hlediska jejich dopadu na efektivitu výroby, kvalitu produktů a ekonomickou stránku podniku. Byly identifikovány hlavní příčiny nestability výrobního procesu, přičemž se ukázalo, že hlavním problémem je vysoká variabilita délky skané nitě a nadměrná tvorba technologického odpadu, která přímo ovlivňuje výtěžnost materiálu a plynulost výroby.

V rámci praktické části byla provedena detailní analýza výrobních rizik v konkrétním podniku specializovaném na výrobu kordových tkanin. Měření délky zbytkových nití ukázalo značné rozdíly mezi jednotlivými vřeteny skacího stroje, což vedlo k nerovnoměrné délce skané nitě a vzniku přebytečných zbytků nití. Analýza dále prokázala, že přenos skaných cívek mezi fázemi výroby nebyl optimálně řízen, což vedlo k neefektivnímu využití materiálu a zvýšené pracnosti při tkaní. Nesprávné napětí nití navíc způsobovalo nestabilitu výrobního procesu a bylo hlavní příčinou přetrhávání vláken, což vedlo k častým zásahům obsluhy a neplánovaným přerušením výroby.

Na základě těchto zjištění byla navržena konkrétní optimalizační opatření zaměřená na stabilizaci délky skané nitě, snížení odpadu a zvýšení efektivity práce operátorů. Hlavními kroky bylo zavedení senzorického monitorování napětí nití, které umožňuje automatickou korekci v reálném čase, optimalizace přenosu skaných cívek pomocí inteligentního třídícího systému a standardizace pracovních postupů pro eliminaci rozdílů mezi jednotlivými směny. Součástí opatření bylo i intenzivní školení operátorů zaměřené na správné nastavování skacích strojů a optimalizaci manipulace s materiálem.

Vyhodnocení implementovaných opatření ukázalo, že snížení odpadu o 12,5 % bylo reálné a dokonce mírně překročilo původně plánovaný cíl. Variabilita délky skané nitě klesla o 36,2 %, což vedlo k vyšší stabilitě výrobního procesu a snížení počtu vadných kusů. Počet neplánovaných přerušení výroby způsobených krátkou nití na cívkách se podařilo snížit o 19,8 %, což sice bylo mírně pod očekávanou hodnotou, ale ukázalo potenciál pro další optimalizaci. Efektivita přenosu skaných cívek se zvýšila díky automatizovanému systému, který zajistil rovnoměrnější spotřebu materiálu a eliminaci nevyužitých zbytků.

Ačkoli implementace opatření přinesla očekávané přínosy, objevily se i výzvy. Přechod na automatické monitorování napětí nití vyžadoval dodatečné technické úpravy strojů a důkladné školení zaměstnanců. Zavedení standardizovaných pracovních postupů narazilo na

počáteční odpor operátorů, kteří se museli přizpůsobit novým metodám práce. Přesto se ukázalo, že tyto změny měly dlouhodobě pozitivní vliv na kvalitu a efektivitu výroby.

Práce tak naplnila svůj hlavní cíl – analýzu výrobních rizik a návrh konkrétních opatření ke zlepšení procesu pomocí metod Lean Managementu. Identifikací problémových oblastí, zavedením efektivních řešení a implementací systému pravidelného vyhodnocování se podařilo dosáhnout významných zlepšení. Navržené změny umožní podniku snížit materiálové ztráty, zvýšit stabilitu výrobního procesu a optimalizovat náklady, což přispěje k jeho dlouhodobé konkurenceschopnosti na trhu technických tkanin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DENNIS, Pascal. 2015. *Lean production simplified. Third edition*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-14-98708-87-6.

HOPKIN, Paul, 2018. *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. 5th Edition. New York: Kogan Page. ISBN 9780749483081.

HÜSSELMANN, Claus. 2023. *Lean Project Management. First edition*. New York: Routledge: Taylor & Francis Ltd. ISBN 978-10-32556-46-8.

IRANI, Shahrukh A. 2020. *Job shop lean. First Edition*. New York: Routledge: Taylor & Francis Group. ISBN 978-14-98740-69-2.

JOHN, Vladimír, 2016. *Jak podnikat bez rizika: odhalená pravda o rizicích podnikání: deset rozhovorů se zkušenými podnikateli a poradci*. Praha: Meriglobe Business Academy. ISBN 978-80-88189-00-8.

JUROVÁ, Marie a kolektiv. 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5717-9.

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

KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. 2010. *Mapování rizik. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství*. SPBI Spektrum. Červená řada, 68. ISBN 978-80-7385-086-9.

MERNA, Tony a Faisal F. AL-THANI. 2007. *Risk management: řízení rizika ve firmě*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80 251-1547-3

NEUGEBAUER, Tomáš. 2018. *Vyhledání a vyhodnocení rizik v praxi*. 3. vydání. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-072-2.

PALEČEK, Miloš. 2006. *Prevence rizik*. Praha: Oeconomica. ISBN 80-245-1117-7.

PYZDEK, Thomas a KELLER Paul. 2023. *The Six Sigma Handbook*. Sixth Edition. United States: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1265143992.

RAIS, Karel a Radek DOSKOČIL. 2007. *Risk management*. Brno: CERM. Studijní text pro kombinovanou formu studia. ISBN 978-80-214-3510-0.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247 4644-9.

SVOBODOVÁ, Hana. 2008. *Produkční a operační management*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 978-80-86730-35-6.

ŠEFČÍK, Vladimír, Miroslav TOMEK a Miroslav HRUŠKA. 2009. *Krizové řízení v malých a středních podnicích*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-867-2.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1479-0.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1:Paretův diagram objemu odpadů (váha)) podle materiálu výrobku.....	34
Obrázek 2:Procesní mapa výroby rezné tkaniny v procesu tkaní.....	36
Obrázek 3:Analýza dávkování vřeten stroje Sauer.....	37

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- 5S** – Metoda Lean Managementu zaměřená na organizaci a standardizaci pracovního prostředí (Seiri – Třídít, Seiton – Uspořádat, Seiso – Čistit, Seiketsu – Standardizovat, Shitsuke – Udržovat).
- CTQ** – Kritické parametry, které ovlivňují kvalitu produktu nebo procesu.
- DMAIC** – Strukturovaná metodika Lean Six Sigma zahrnující fáze Define (Definovat), Measure (Měřit), Analyze (Analyzovat), Improve (Zlepšit) a Control (Řídit).
- FIFO** – Princip řízení skladových zásob nebo výroby, kdy nejstarší materiály nebo produkty jsou použity jako první.
- JIT** – Výrobní strategie minimalizující skladové zásoby a zajišťující dodávky v přesně stanovený čas.
- KPI** – ukazatele výkonnosti sloužící k měření efektivity procesů.
- LSS** – Kombinace metod Lean Managementu a Six Sigma pro optimalizaci procesů a snižování odchylek.
- MTBF** – Průměrná doba mezi poruchami stroje nebo systému.
- OEE** – Ukazatel celkové efektivity zařízení, kombinující dostupnost, výkon a kvalitu.
- PDCA** – Cyklus neustálého zlepšování procesů (Naplánuj, Proved', Ověř, Jednej).
- ROI** – Ukazatel návratnosti investic, vyjadřující poměr mezi ziskem a náklady investice.
- SIPOC** – Diagram popisující proces v kontextu vstupů a výstupů (Suppliers – Dodavatelé, Inputs – Vstupy, Process – Proces, Outputs – Výstupy, Customers – Zákazníci).
- SMED** – Metoda Lean Managementu pro rychlou výměnu nástrojů a snížení prostojů.
- TPS** – Systém řízení výroby vyvinutý společností Toyota, zaměřený na efektivitu a eliminaci plýtvání.
- VSM** - Nástroj Lean Managementu pro vizualizaci a optimalizaci toku hodnot v procesu.