

Racionalizace vybraného pracoviště pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství

Bc. Lubomír Horáček

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Lubomír Horáček**
Osobní číslo: **M210225**
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Racionalizace vybraného pracoviště pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíl práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na téma racionalizace výrobních procesů pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav vybraného pracoviště.
- Na základě hodnocení současného stavu identifikujte jeho nedostatky a potenciál pro racionalizaci.
- Definujte projekt pro racionalizaci vybraného pracoviště.
- Zhodnoťte přínosy projektu.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

GALSWORTH, D. Gwendolyn. *Visual Workplace Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence Through the Technologies of the Visual Workplace*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017, 278 s. ISBN 978-1-138-68468-3.
CHROMJAKOVÁ, Felicitá. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 264 s. ISBN 978-80-271-9330-1.
LEWRICK, Michael, Patrick LINK a Larry J. LEIFER. *The design thinking playbook: mindful digital transformation of teams, products, services, businesses and ecosystems*. Hoboken: Wiley, 2018, 349 s. ISBN 978-1-119-46748-9.
MANN, David. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2015, 367 s. ISBN 978-1-4822-4323-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Hrušková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2023**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2023**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 21.4.2023

Jméno a příjmení: Bc. Lubomír Horáček

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá racionalizací vybraného pracoviště pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství. Teoretická část práce popisuje řízení výroby, vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství. Hlavním cílem je zvýšit celkovou efektivitu pracoviště. Praktická část se zaměřuje na analýzu výchozího stavu pomocí metod jako je SWOT analýza, měření celkové efektivity zařízení nebo brainwritteing. Následně se práce zabývá projektem, který vedl ke zvýšení disponibility výrobního zařízení. V rámci projektové části byla navržena nápravná opatření v oblasti údržby, jako například úprava pracovního postupu čištění zařízení. Navržená opatření vedla k naplnění hlavního cíle.

Klíčová slova: SWOT analýza, ABC analýza, CEZ, Brainwritteing

ABSTRACT

This Master's thesis deals with the rationalization of a selected workplace using methods and tools of industrial engineering. The theoretical part describes production management, selected methods, and tools of industrial engineering. The main goal is to increase the overall efficiency of the equipment. The practical part focuses on the analysis of the initial state using methods such as SWOT analysis, measurement of overall equipment effectiveness, or brainwriting. Subsequently, the work deals with a project that aims to increase the availability of the production equipment. Within the project part, corrective measures were proposed in the area of maintenance, such as adjusting the cleaning procedure of the equipment. The proposed measures led to the fulfillment of the main goal.

Keywords: SWOT analysis, ABC analysis, OEE, Brainwriting

Touto formou bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Denise Hruškové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady, trpělivost a velkou ochotu.

Dále chci poděkovat zaměstnancům firmy KM Beta a.s. za jejich pomoc při tvorbě této diplomové práce.

Velké poděkování patří zejména mé drahé manželce a dcerám za podporu a lásku.

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

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 RACIONALIZACE VÝROBY	13
1.1 LEAN.....	13
1.2 TYPY VÝROBNÍCH PROCESŮ	14
1.3 ŘÍZENÍ VÝROBY.....	14
1.4 KONCEPTY ŘÍZENÍ VÝROBY	15
1.4.1 MRP I, Material Requirement Planning.....	15
1.4.2 MRP II, Manufacturing Resource Planning.....	15
1.4.3 DBR, Drum Buffer Rope	16
1.4.4 JIT, Just-in-Time	16
1.4.5 Kanban	18
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	19
2.1 ROLE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRA	19
2.2 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	20
3 VYBRANÉ METODY A NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	22
3.1 KAIZEN	22
3.2 SWOT ANALÝZA	23
3.3 PROCESNÍ ANALÝZA	24
3.4 ABC ANALÝZA.....	25
3.5 BRAINSTORMING.....	26
3.6 DIAGRAM NÁSLEDKŮ A PŘÍČIN	27
3.7 GEMBA WALK.....	28
3.8 STANDARDIZACE A VIZUALIZACE	29
4 ÚDRŽBA	30
4.1 TPM.....	30
4.2 ZTRÁTY NA VÝROBNÍM ZAŘÍZENÍ	31
4.3 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ (CEZ).....	31
5 VÝROBA BETONOVÉ STŘEŠNÍ KRYTINY	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI KM BETA	36
6.1 FIREMNÍ HODNOTY	36
6.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	37

6.3	ZÁKLADNÍ EKONOMICKÉ ÚDAJE	37
7	POPIS SOUČASNÉHO STAVU.....	38
7.1	VÝROBNÍ ZAMĚŘENÍ.....	38
7.2	SLOŽENÍ TRŽEB SPOLEČNOSTI	38
7.3	ANALÝZA VÝROBKOVÉHO PORTFOLIA.....	39
7.4	SWOT ANALÝZA	39
7.4.1	SWOT analýza vnitřního prostředí	39
7.4.2	SWOT analýza vnějšího prostředí	41
7.4.3	Výstup SWOT analýzy	43
8	POPIS VÝROBY	45
8.1	POPIS TAŠKY BETONOVÉ ZÁKLADNÍ	45
8.1.1	Technické údaje tašky základní	45
8.2	POPIS TECHNOLOGIE VÝROBY BETONOVÉ STŘEŠNÍ KRYTINY	46
8.2.1	Základní suroviny.....	46
8.2.2	Cement	47
8.2.3	Záměsová voda.....	47
8.2.4	Barvivo k probarvení čerstvého betonu	47
8.2.5	Barvení	47
8.2.6	Výroba čerstvého betonu.....	47
8.2.7	Vytváření tašek.....	48
8.2.8	Povrchová úprava a vytvrzování krytiny	48
8.2.9	Paletizace krytiny	49
8.3	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÝROBY	50
8.4	PROCESNÍ ANALÝZA	51
9	CEZ VÝROBNÍ LINKY.....	53
9.1	ANALÝZA ZAZNAMENANÝCH PROSTOJŮ	55
9.1.1	Popis nejvýznamnějších prostojů	56
9.2	BRAINWRITTEING – IDENTIFIKACE KOŘENOVÝCH PŘÍČIN PŘERUŠENÍ	58
9.2.1	Složení týmu.....	58
9.2.2	Vizuální podoba Ishikawova diagramu.....	59
9.2.3	Pravidla brainwritteingu.....	59
9.2.4	Scénář brainwritteingů	59
9.2.5	Brainwritteing 1. Časté čištění ústí lisu.....	59
9.2.6	Brainwritteing 2. Porucha nanášení barvy	61
10	SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	63
11	PROJEKT RACIONALIZACE LINKY NA VÝROBU BSK	64
11.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTOVÉHO CÍLE PROSTŘEDNICTVÍM METODY SMART	64
11.2	NÁVRH PROJEKTOVÉHO TÝMU,	65
11.3	HARMONOGRAM PROJEKTU	65
11.4	RACÍ MATICE	66

11.5	RIPRAN ANALÝZA	66
11.6	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	66
11.6.2	Provádění čištění barvicích stanic	68
11.6.3	Změna chování managementu.....	69
11.7	NÁKLADY NA REALIZACI PROJEKTU	70
11.8	REALIZACE OPATŘENÍ	72
11.8.1	Čištění ústí.....	72
11.8.2	Barvicí stanice základní	75
11.8.3	Barvicí stanice finální	78
11.9	VLIV APLIKOVANÝCH OPATŘENÍ NA CEZ.....	78
11.9.1	Čištění ústí lisu.....	79
11.9.2	Barvicí stanice základní	80
11.9.3	Barvicí stanice finální	81
11.10	SHRnutí PROJEKTOVÉ ČÁSTI.....	82
12	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	83
12.1	NÁKLADY NA TESTOVÁNÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....	83
12.2	DOPAD ZVÝŠENÉ CEZ NA LINKU BSK	83
12.3	NÁKLADY NA OPATŘENÍ PO ZAVEDENÍ DO PROVOZU	84
12.4	BILANCE.....	85
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ	93
	SEZNAM TABULEK.....	95
	SEZNAM PŘÍLOH.....	96

ÚVOD

Hlavní poslání firem spočívá ve snaze přinášet na trh produkty, které uspokojí očekávání zákazníků, produkty, jež vznikly bez plýtvání zdroji a nepříznivých dopadů na sociální a životní prostředí.

Náhlé změny, které nastaly po roce 2020 reprezentované pandemií koronaviru, narušením dodavatelských řetězců a růstem cen energií významně motivují firmy k realizaci kroků vedoucích k racionalizaci jejich aktivit. Současná situace ovlivněná výše jmenovanými vlivy představuje pro mnoho podniků vážný problém v některých případech i existenční. Nicméně nejen z perspektivy průmyslového inženýrství jde o příležitost ke zefektivňování procesů v podnicích, ale i ve společnosti jako celku.

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci pracoviště pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství.

Efektivní řízení organizace, obor průmyslové inženýrství včetně vybraných nástrojů a metod jsou popsány v teoretické části práce.

Firmu a její nejdůležitější produkt popisuje praktická část. Klíčovou roli ve fázi výzkumu zastávají vstupní data a informace, pravdivé a nezkreslené. Předpokladem pro úspěšnou racionalizaci ekonomického systému je analýza aktuálního stavu a následná identifikace zásadních problémů, na které reagují návrhy nápravných opatření v projektové části.

Aplikace navržených racionalizačních opatření má vést ke zvýšení konkurenceschopnosti podniku v důsledku lepšího využívání výrobních zdrojů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo racionalizovat vybrané pracoviště, tak aby došlo ke zvýšení CEZ o 10 %. Výzkum byl realizován ve výrobním závodě, který provozuje v Kyjově společnost KM Beta a.s. v období od listopadu 2022 do poloviny března 2023. Pro ověření účinnosti aplikovaných řešení pro zlepšení stávajícího stavu byl využitý nástroj pro měření celkové efektivity zařízení.

Analytické části předchází SWOT analýza vytvořená za účelem získání přehledu o firmě a prostředí v němž se nachází.

Předmětem zkoumání v rámci analytické části byla linka určená k výrobě betonové střešní krytiny. Výchozí stav efektivity pracoviště byl určen pomocí nástroje CEZ poté následovalo hledání nejvýznamnějších překážek dostupnosti zařízení a to za pomoci ABC analýzy. K nalezení příčin časových ztrát přispěl Brainwritteing doplněný Ishikawovým diagramem. Analytickou část doplňuje procesní analýza a jednoduchý diagram znázorňující výrobu. Vybraní zaměstnanci společnosti pomohli identifikovat příčiny problémů a také navrhly opatření k nápravě.

Prostřednictvím identifikovaných příčin snížené dostupnosti bylo možné vytvořit projekt za účelem aplikace akcí, které vedly k omezení plýtvání na daném ekonomickém systému, což přispělo k jeho racionalizaci. Projekt byl odůvodněn prostřednictvím logického rámce a cíl definován metodou SMART. Finanční náročnost navržených řešení a jejich návratnost byla podrobena analýze. Za účelem vyhodnocení možných rizik vznikla RIPRAN analýza.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 RACIONALIZACE VÝROBY

Podle Šajdlerové (2012, s. 190) máme chápat racionalizaci jako snahu o maximální zvýšení produktivity při minimálních investicích.

Racionalizaci můžeme dále charakterizovat jako neustálé, promyšlené a cílevědomé zdokonalování činností, postupů, procesů a systémů. Cíl racionalizace spočívá v dosažení efektivnějších výsledků práce a kultury práce, za přispění různých přístupů, metod, technik či nástrojů.

1.1 Lean

V průmyslových podnicích se uplatňuje důležitý koncept nazývaný „Lean Production – Štíhlá výroba“. Tento komplexní systém se zaměřuje na podporu proměny myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů, které jsou prováděny na základě iniciativ lidí, zejména manažerů. Hlavním cílem je dosažení efektivního řízení optimalizace výrobních procesů a souvisejících operací založených na uvědomování si potenciálu v oblasti zvýšení podílu produktivních prvků přidávajících hodnotu a efektivitu podnikových procesů.

Potěšitelné je, že koncept a metody štíhlé výroby pronikají i do sféry administrativních a obslužných procesů, které fungují na základě podobných principů jako výrobní procesy. Pro úspěšnou implementaci tohoto konceptu je klíčové správně motivovat zaměstnance a zapojit je do všech procesů optimalizace a zlepšování. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 44)



Obrázek 1 Slovní mapa štíhlých operací (Boardman, 2020, s. 45)

Autor Mann (2015, s. 4 a 5) uvádí, že úspěšné zavedení Lean závisí na vybudování podpůrného systému řízení. Úspěšná adaptace na Lean systém spočívá z 20 % ve změnách, jako je nové uspořádání materiálových toků nebo zlepšení předávání informací mezi

odděleními. V pokročilejší verzi se používají vizuální metody a standardizovaná práce. To však představuje jen 20 % úspěchu a s tím je spojeno riziko zklamání z výsledku. Implementace Lean dokončená pouze z 20 % nebude úspěšná. Zbývajících 80 % času a úsilí zahrnují méně zjevné a současně náročnější úkoly. Dochází ke změnám v komunikaci, způsobu získávání informací a přemýšlení o problémech.

1.2 Typy výrobních procesů

Dle organizace výrobního procesu, kde má zásadní vliv vybavení a uspořádání výroby a řízení materiálových toků, můžeme rozlišit tři formy výroby:

- Proudová výroba – charakteristická výrobními linkami a zaměřená na výrobu jednoho nebo několika málo produktů.
- Skupinová výroba – zahrnuje výrobu více druhů produktů v menším množství, přičemž z ekonomického hlediska není možné vyrábět produkt na výrobní lince.
- Fázová výroba – v malé výrobě celé řady produktů, avšak v malém množství u každého druhu. (Jurová, 2016, s. 111)

1.3 Řízení výroby

Pojem řízení a organizace výroby je starý jako lidstvo samo. Od počátku bylo nutné řídit a organizovat procesy získávání potravy, prvních výrobků, vývoje technologií a inovace procesů a produktů. V posledním století došlo k radikálním změnám v řízení a organizaci výroby, s důrazem na sofistikovanou a automatizovanou produkci, zaměřenou na flexibilní a komplexní zpracování zákaznických požadavků. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 30)

Autoři Tomek a Vávrová (2014, s. 64) tvrdí, že Výroba je klíčová součást hodnototvorného řetězce, uspokojuje zákaznické potřeby prostřednictvím statků a služeb. Efektivní fungování je nezbytné pro dosažení konkurenčních výhod a zajištění ekonomické existence firmy. Výrobní proces, charakterizován jako cílevědomé lidské chování, využívá vstupní faktory pro co nejhodnotnější výstup. Ve své podstatě se jedná o účelnou kombinaci faktorů s cílem vytváření statků a služeb realizovaných prostřednictvím podnikových výrobních systémů.

Jak uvádí Jurová (2016, s. 97) mohou být výrobní systémy v podnicích řízeny dvěma metodami. V některých odvětvích se upřednostňuje výroba na základě přijatých objednávek. Na druhou stranu jiné podniky podle odhadů, což znamená, že se výroba řídí na základě

očekávání budoucích objednávek. V takovém případě se výrobní činnost založí na odůvodněných předpokladech realizace specifických výrobků v určeném časovém rámci.

1.4 Koncepty řízení výroby

Moderní koncepty řízení výroby vznikaly v posledním půlstoletí. Jednotlivé koncepty vycházejí z konkrétních přístupů a filozofií výrobního managementu dále ovlivňovaného kontextem doby v nichž byly formovány. Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 77) mají moderní koncepty výroby eliminovat neefektivitu svých předchůdců.

Koncept řízení koncipovaný na základě tlaku vychází z odhadu poptávky bez ohledu na skutečnost. Kdežto řízení výroby podle skutečné potřeby trhu po produktu je založeno na tahu. (Mašín, 2005, str.80)

1.4.1 MRP I, Material Requirement Planning

Plánování podle požadavků materiálu bylo vyvinuto v USA na začátku 60. let a spíše, než o organizaci výroby se jedná o řízení zásob. Drexl a Kimms (2013, s. 45-46) uvádějí, že materiál se objednává s přihlédnutím ke skutečné výrobě ve výrobě, kterou kalkuluje výpočetní technika. Prvním krokem pro výpočet potřeb materiálu je hrubý výrobní rozvrh, který Toomey (2013, s. 8) popisuje jako plán dokončených výrobků v určených časových úsecích.

Plánování požadavků na materiál představuje tlačný systém schopný vypočítat bod a velikost objednávky. Vstupní data pocházela z kusovníků a norem spotřeb materiálu. (Tuček, Bobák, 2006, s. 64) Autoři Pieters a Nteje (2012, s. 80) uvádějí, že MRP I neslouží jen jako kalkulace, avšak pomáhá porozumět způsobu jakým výrobek vzniká.

Podle Tučka a Bobáka (2006, s. 65) dochází při plánování požadavků na materiál ke snížení úrovně rozpracovanosti a výrobních zásob. Další benefit reprezentuje dobrá orientace v materiálových potřebách a také možnost vzniku dalších řešení.

Autoři Keřkovský a Valsa (2012, s. 77) vidí nevýhodu systému MRP I ve využívání hrubého plánu výroby, protože zde při odchylkách roste hladina zásob.

1.4.2 MRP II, Manufacturing Resource Planning

Plánování výrobních zdrojů představuje vylepšení konceptu MRP I. Tento koncept byl uveden v 70. letech a jeho hlavním cílem, jak uvádějí Keřkovský a Valsa (2012, s. 78), bylo nutné provést propojení mezi zásobováním materiálu, výrobou a kapacitními výpočty.

Z perspektivy plánování a řízení výroby jde o koncept využívající tlak. MRP II má především snižovat náklady spojené s výrobou, zlepšit servis pro zákazníka a omezovat skladové rezervy (Salvendy, 2001, str. 86).

Největší inovací proti konceptu MRP I představuje využití tzv. „Capacity Requirement Planning“, česky „Plánování požadavků kapacit“. Nástroj CRP identifikuje nerovnováhu mezi kapacitou výroby a objednávkami, aby je následně mohl stabilizovat. Mohou však vznikat změny v plnění zakázek. (Pieters, Ntenje 2012, s. 86–87)

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 78) je MRP II přínosný zejména výrazným poklesem vázanosti peněz a dále pokles nákladů na zásoby. K výhodám patří také integrace výroby s klíčovými oblastmi řízení podniku, jak uvádějí Tuček a Bobák (2006, s. 67).

Hlavní nevýhodou konceptu MRP II, jak uvádějí Keřkovský a Valsa (2012, s. 78), jsou odchylky ve vstupních datech souvisejících s odhady prací a podobně. Pro udržení systému v podnicích je nutná motivace a školení zaměstnanců.

1.4.3 DBR, Drum Buffer Rope

Koncept Drum Buffer Rope (DBR) pro řízení výroby vznikl v 70. letech. DBR se zaměřuje na sladění výrobních toků a maximální využití úzkých míst pracovišť. Podle Keřkovského a Valsy (2012 s. 81) spočívá hlavní myšlenka v přesvědčení, že produktivita systému je určena průchodností úzkoprofilových míst. Stěžejní část metody zahrnuje řízení vstupů do výrobního systému na základě stavu činností v úzkém místě.

Jádro metody představuje řízení vstupů do výrobního systému podle stavu činností v úzkém místě. Úzké místo představuje buben udávající rytmus výrobnímu systému. Přenos informací proti materiálovému toku ke vstupu zajišťuje lano. (Nenadál, 2018, s. 325)

Jak uvádějí Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 103), představují časové a kusové zásobníky zvýšení pravděpodobnosti, že nenastane narušení plánu.

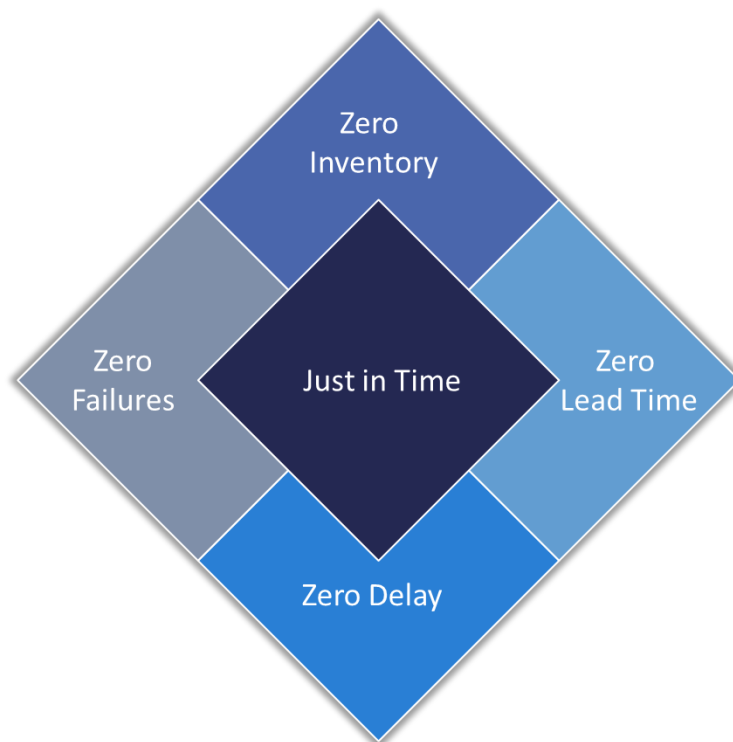
Keřkovský a Valsa (2012, s. 81) spatřují největší přínos koncepce DBR v omezení průběžných dob a zefektivnění výrobního systému.

1.4.4 JIT, Just-in-Time

Podle autorů Pieterse a Nteje (2012, s. 89) byl koncept řízení výroby „Just. In-Time“ vyvinut v 70. letech v USA. Japonci metodu dále zdokonalili, aby ji následně využili jako svou konkurenční výhodu na světových trzích. Smysl JIT spočívá v omezování plýtvání v materiálových tocích. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 45) Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 83) představuje koncept JIT zaměření pozornosti na produkci pouze nutných

výrobních vlastností, v nejpozději akceptovatelných časech. Just-in Time cílí na omezení pěti elementárních typů plýtvání: nadvýrobu, čekání, transporty, zásoby a nekvalitu.

Aplikace konceptu JIT znamená strategickou proměnu v managementu výroby. Zavádění by mělo být postupné v rámci potřebného období. Firma, v níž probíhají změny, musí být dostatečně připravena. Je nutné zúžit portfolio produktů, omezit fluktuaci a nastavit komunikaci v rámci dodavatelského řetězce. V oblasti výroby má být dosaženo vyšší míry automatizace, snížení zásob, zavádění progresivních metod v údržbě, aplikace managementu jakosti. (Křekovský a Valsa, 2021, s. 85)



Obrázek 2 Přínosy konceptu JIT (vlastní zpracování)

Autoři Křekovský a Valsa (2012, s. 85-86) uvádějí následující. JIT ve firmě vede ke snížení zásob a rozpracovanosti, eliminaci skladů, k lepšímu využití výrobních faktorů atd. Negativa mohou pro podnik představovat například vznik omezení pro klienty a dodavatele. Dále se zvýší nároky na zajištění přepravy apod. Hrozí také nebezpečí vzniku závislosti firmy na dodavatelích.

1.4.5 Kanban

Autoři Sixta a Mačát (2005, s. 241) uvádějí, že metoda Kanban vznikla na počátku druhé poloviny 20. století ve společnosti Toyota Motors. Kanban představuje pružný nástroj určený pro řízení výroby schopný samoregulace. Metoda je konstruována na zásadách JIT. Koncept Kanban je možné charakterizovat jako tok materiálu v systému, jehož rychlost je určena cyklovým časem. Materiálový a informační okruh mezi odběratelem a dodavatelem tvoří základní architektonický prvek tohoto konceptu. Dle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 77) informační okruh určuje velikost výrobní dávky pro následující pracoviště. Polotovár je poté předán materiálovým okruhem dalšímu pracovišti, které si tento polotovár vyžádal.

Množství objednávaných dílů omezuje maximální povolený objem rozpracované výroby. Klesající zásoba přiměje pracoviště odeslat prázdný přepravní prostředek spolu s objednávkovou kanban kartou pracovišti, jež zajišťuje zásobování. (Vochozka a Muláč, 2012, s. 475)

Podle Váchala a Vochozky (2013, s. 281) spočívá hlavní přínos aplikace konceptu Kanban v poklesu zásob a na ně vázané finanční zdroje. Dalším výrazným efektem, jenž s sebou zavedení Kanbanu nese je značná úspora času, což vede ke snižování nákladů na výrobu.

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

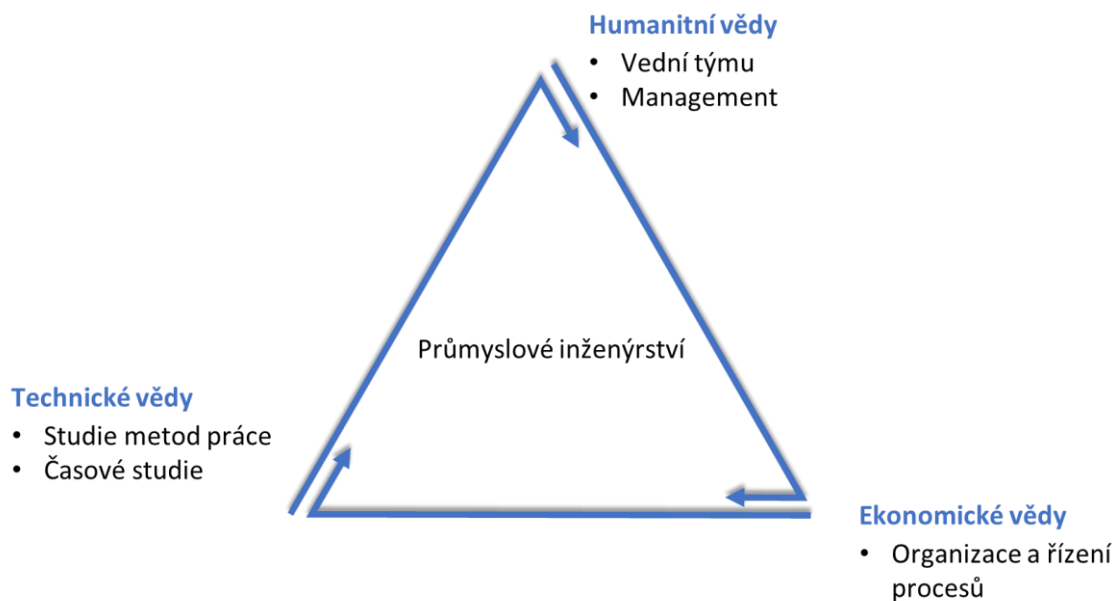
Podle Salvendy (2001, s. 6) průmyslové inženýrství spojuje základní znalosti ze statistiky, psychologie, matematiky, informatiky, účetnictví a ekonomie. Tato perspektiva je však méně důležitá z hlediska dopadu do praxe. Skutečný přínos průmyslového inženýrství spočívá ve schopnosti vytvářet pozitivní výsledky prostřednictvím aplikace znalostí a technik, jako je optimalizace systémů dodavatelského řetězce nebo zlepšení bezpečnosti. Těžištěm průmyslového inženýrství je dosažení plného potenciálu a vytváření výsledků, které posouvají organizace kupředu.

Chromjaková (2013, s. 4) uvádí, že Průmyslové inženýrství se týká odstranění ztrát ve výrobních administrativních procesech. Klíčovým zájmem průmyslových inženýrů, supervizorů, mistrů a ředitelů je eliminovat plýtvání ve výrobních procesech a optimalizovat vzájemné vazby mezi výrobními a administrativními procesy. Důležitou úlohou hraje motivace zaměstnanců k neustálému zlepšování a hledání inovačních řešení. V současné době je klíčové identifikovat přidanou hodnotu, kterou firma nabízí a která je důležitá pro zákazníky.

2.1 Role průmyslového inženýra

Role průmyslového inženýra nachází uplatnění v mnoha oblastech. Průmyslový inženýr má vliv na zlepšování procesů ve vývoji, předvýrobních, výrobních a nevýrobních etapách. Podílí se na tréninku a vzdělávání zaměstnanců. Průmyslový inženýr může napomoci při návrhu nových řešení s ohledem na možné budoucí problémy spojené s plýtváním. V případě znalostí inovačních metod může být užitečným moderátorem workshopů zaměřených na inovativní produkty, procesy a technologie. Zlepšování výrobních procesů je nejčastější náplní práce průmyslového inženýra, zatímco v oblasti nevýrobních procesů se stává stále populárnějším moderováním projektů v rámci organizace. (API Akademie, © 2005-2022)

Boardman (2020, s. 66) uvádí, že průmyslový inženýr navrhuje a neustále pracuje na zlepšování výrobního systému, tedy systému, který produkuje produkt nebo službu. I když často hovoříme o tom, že inženýři řeší problémy, když průmyslový inženýr řeší problém, také provede změnu v systému tak, aby se tento problém již nikdy nevyskytl. Pokud průmyslový inženýr řeší problémy neustále (například objednávka pro konkrétního klienta je pozdě a průmyslový inženýr urychluje objednávku), něco není v pořádku. Průmyslový inženýr by měl pracovat na systému, nikoli hasit požáry."



Obrázek 3 Vědy, ze kterých čerpá průmyslové inženýrství (vlastní zpracování podle Chromjakové, 2013, s. 6)

V moderní době je podle Chromjakové (2013, s. 9) tvůrčí a inovativní potenciál každého zaměstnance neodmyslitelnou součástí veškerých změn v podnicích. Pracovní pozice průmyslového inženýra je zásadní v tomto směru, protože jeho hlavním úkolem je motivovat zaměstnance ke změně myšlení o procesech a produktech s cílem zvyšovat jejich přidanou hodnotu pro zákazníka a podporovat je k okamžitým akcím vedoucím ke zlepšení procesních a produktových parametrů, které odpovídají cílovým metrikám, produktivitě a efektivnosti.

2.2 Historie průmyslového inženýrství

Historický vývoj průmyslového inženýrství je úzce spojen s Frederickem Winslow Taylorem, který v letech 1858-1915 položil základy vědeckého přístupu k růstu výkonnosti podniku. Jeho strategie se zaměřovala na růst produktivity dělníků, propojených s vysokou efektivitou dalších pracovních pozic. Dalšími významnými osobnostmi historie průmyslového inženýrství byli Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardi, John Stuart Mill a Charles W. Babbage, kteří se věnovali oblasti zvyšování výkonnosti výrobních systémů a administrativních činností.

Mezi hlavní představitele historie průmyslového inženýrství patří:

- Frederick W. Taylor položil základy časových studií práce
- Frank Gilbreth rozvíjel oblast pohybových studií na pracovišti
- Morgensen integroval časové a pohybové studie do kompaktní metodiky

- Gantt zaměřoval pozornost na optimalizaci procesů plánování a rozvrhování projektů
- Hopf zkoumal oblast bezpečnosti práce
- Lillian Gilbreth byl průkopníkem v oblasti sledování člověka, jeho působení v pracovním systému a řízení profesního růstu
- Emerson se specializoval na řízení kvality produktů a procesů, a jeho úsilí bylo zaměřeno na efektivní řízení kvality procesů a produktů

V posledních dekádách s nástupem počítačem podporovaných technologií se z průmyslového inženýrství stávalo stále sofistikovanějším. Průmyslový inženýr se mění v tvůrce vzájemných vazeb v rámci komplexně organizovaných procesů a musí být kreativní, inovativní a schopný pragmatické aplikace vybraných metod a nástrojů.

Klíčová paradigmata a kvalifikace průmyslového inženýra se v posledních letech mění vzhledem k vývoji nových materiálů, produktových inovací a ochraně životního prostředí. Obor ovlivňují například nanotechnologie, biotechnologie a mikrotechnologie. (Chromjaková, 2013, s. 4 a 6)

3 VYBRANÉ METODY A NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Při budování štíhlého a inovativního podniku je užitečné využít metody a nástroje z oblasti průmyslového inženýrství a lean. Tyto prostředky však slouží pouze jako podpora při řešení každodenních problémů, zatímco skutečným cílem je změna myšlení a zlepšování práce. Je proto důležité se s těmito nástroji seznámit a vědět, jak je správně používat, aby se neztrácel čas vymýšlením již existujících řešení. (API Akademie, © 2005 až 2022)

3.1 Kaizen

Autoři McLoughlin a Miura (2018, s. 22 a 23) uvádějí, že Kaizen znamená změnu ke zlepšení s cílem přiblížit se ke “správnému stavu“. Tento koncept “správného stavu“ západní svět zatím takto definován nemá. Kanji, kterým je Kaizen zapsán, nese mnohem více významů, než jsme schopni vyjádřit jiným než japonským jazykem. Jde o snahu přivést věci do lepšího stavu bytí. Tento přístup je spíše filozofií než metodologií a proto slouží jako dobrý společný koncept, který lze aplikovat na funkce a procesy v jakémkoliv podnikání. Provedené změny nemusí být velké, hlavní je, že představují zlepšení. S tímto přístupem, který směřuje ke zlepšení všeho, můžeme využít jak na osobní úrovni, tak na okolní prostředí.

Kaizen není omezen pouze na zlepšení vaší práce, ale vztahuje se na všechno ve vašem životě. Kaizen často bývá nepřesně přeložen jako kontinuální zlepšování, což vysvětluje pouze jednu stránku pravdy o Kaizen. Definice Kaizen musí zahrnovat vnitřní touhu každého jednotlivce, která motivuje k tomu být dnes lepším než včera.

Chromjaková (2013, s. 37 a 38) uvádí, že systém zlepšování se zaměřuje na identifikaci ztrát a plýtvání v produkčním procesu a hodnotovém toku. Obvykle se využívá brainstormingu k hledání řešení problémů a zlepšení procesů. Filozofie KAIZEN je typickým představitelem tohoto konceptu a používá různé metody a nástroje k identifikaci a definici potenciálu pro zlepšení, který se dále rozvíjí prostřednictvím řízených procesních workshopů a následných kroků. Celý systém je podpořen ukazateli, které umožňují kvantifikovat přínosy zlepšení.



Kaizen

Obrázek 4 Kajzen kanji (McLoughlin, Miura, 2018, s. 22)

Bauer (2012, s. 12) v souvislosti s Kaizen uvádí, že když ve firmě začíná něco nového, například nový projekt, lidé reagují různě. Ve většině případů je 20 % z nich nadšených, dalších 60 % jsou tzv. „mrtví brouci“, a posledních 20 % jsou tzv. „dřevorubci“, kteří jsou notoricky proti všemu novému. Doporučuje se od počátku orientovat na těch prvních 20 %. Když se začne dařit, tak se přidá postupně i těch 60 % mrtvých brouků. A těch zbylých 20 % dřevorubců možná nebude potřeba.

3.2 SWOT analýza

SWOT analýza je analytická technika používaná pro hodnocení vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují úspěšnost organizace nebo konkrétního záměru, jako je například nový produkt nebo služba. Tato technika se obvykle používá v rámci strategického řízení a marketingu. SWOT analýzu vymyslel Albert Humphrey v 60. letech 20. století a zahrnuje čtyři faktory, které jsou zkráceny do anglických zkratkovitých názvů:

- Strengths (silné stránky) - hodnocení oblastí, v nichž organizace vyniká
- Weaknesses (slabé stránky) - hodnocení oblastí, ve kterých organizace potřebuje zlepšit
- Opportunities (příležitosti) - hodnocení vnějších faktorů, které mohou být využity ke zlepšení organizace
- Threats (hrozby) - hodnocení vnějších faktorů, které mohou mít negativní dopad na organizaci a musí být řešeny. (ManagementMania, © 2011 až 2016)

V oblasti průmyslového inženýrství je podle Cromjakové (2013, s. 65 a 66) klíčové zaměřit pozornost na zvyšování výkonnosti, produktivity a efektivnosti výrobních a administrativních procesů. K dosažení těchto cílů se často používá SWOT analýza, která umožňuje identifikovat pozitivní i negativní prvky procesů. Je však důležité, aby tato analýza byla přesná a provedena s ohledem na adekvátní ohodnocení každého faktoru. Týmová práce je zásadní pro objektivní a efektivní identifikaci těchto faktorů a pro vytvoření základny pro další aktivitu v oblasti řízení procesů.

3.3 Procesní analýza

Podle Jurové (2016, s. 219) představuje Postupový diagram, nebo také procesní analýza univerzální nástroj, který se používá nejen v logistice, ale i v jiných oblastech pro popis, analýzu a vizualizaci věcných, časových, prostorových a transportních aspektů výrobních a logistických procesů. Hlavním účelem postupového diagramu je zachytit a znázornit posloupnost všech manipulačních, technologických a kontrolních operací, které jsou prováděny na určitém výrobku nebo v rámci určitého procesu. Postupový diagram může být využit nejen u výrobních procesů, ale také u nevýrobních operací a služeb.

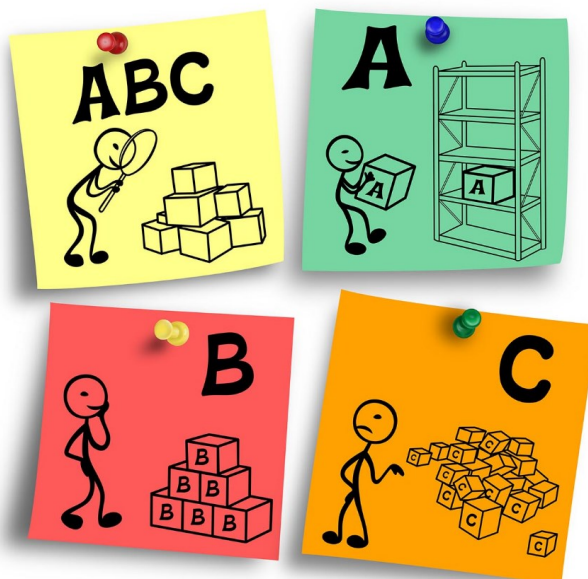
Při sestavování postupového diagramu se používají jednoduché symboly, které mohou být přizpůsobeny složitosti analyzovaného procesu a rozšířeny o další doplňkové symboly pro ložné operace, vážení a balení. Výsledkem postupového diagramu je kvantifikace každé operace. Postupový diagram se využívá pro mapování a racionalizaci procesů s cílem posoudit vhodnost spolupráce mezi jednotlivými pracovišti, zlepšit realizaci manipulace a identifikovat činnosti s přidanou hodnotou. (Jurová, 2016, s. 221)

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

Obrázek 5 Symboly procesní analýzy (API Akademie, © 2005 až 2022)

3.4 ABC analýza

Paretův princip znamená, že 80 % nákladů na zásoby pochází z pouhých 20 % zásob. Tento fakt je známý jako pravidlo 80/20 a pomáhá určovat výsledky analýzy ABC. (LeanDNA, © 2023)



Obrázek 6 Grafické znázornění ABC analýzy (Lokad, © 2007 až 2023)

Jednou z běžně používaných metod pro efektivní řízení zásob v praxi je ABC-metoda. Tato metoda se zaměřuje na tři kategorie zásob:

- Kategorie A zahrnuje klíčových 10-15 % zásob, které jsou nezbytné pro realizaci 70-80 % výrobního programu. Tato kategorie je ekonomicky velmi důležitá.
- Kategorie B zahrnuje 10-15 % zásob běžně používaných pro realizaci 20-25 % výrobního programu.
- Kategorie C zahrnuje 60-80 % zásob, které jsou nutné pouze pro 10-15 % výrobního programu a nemají z ekonomického hlediska zásadní význam. Nicméně, pokud tato kategorie zásob není řízena správně, může to vést k významným finančním ztrátám. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 88)

Salvendy (2001, s. 1372) přirovnává položky z kategorie C k blechám, na které není třeba používat zlatá děla. Jinými slovy položky z kategorie C nestojí za větší pozornost.

3.5 Brainstorming

Brainwritteing je týmovou prací, která kumuluje odvozené náměty, srovnání a hodnocení určitých variant na bázi předem připravených podkladů. Brainstorming lze využívat v počátečních fázích hledání námětů, ale i později při ověřování a hodnocení návrhů.

Mezi výhody Brainstormingu patří, že:

- vytváří v reálném čase mnoho námětů,
- podporuje tvůrčí myšlení a synergii,
- dává prostor introvertům a méně průbojným členům týmu,
- může motivovat a dát vzniknout týmové spolupráci. (Svozilová, 2011, s. 150)

Lewrick (2018, s. 91) doporučuje před započítím brainstormingu uvolnit atmosféru. Není vhodné lpět na hierarchickém uspořádání týmu. Podřízený nechce zanechat špatný dojem u svého nadřízeného tím, že vyjádří nějakou neobvyklou myšlenku. Je důležité podpořit ideu, že asistent, účetní, generální ředitel a marketingový pracovník společnosti mohou všichni rovnocenně přispět v procesu tvorby nápadů. Pokud se navzájem neznají, je to ještě lepší. Nezaujatý dialog je velkou hodnotou. Pokud z nějakého důvodu lpí organizace na hierarchickém uspořádání můžeme vyzkoušet jiný přístup. Například tak, že sestavíme tým pouze z nových zaměstnanců na stejné hierarchické úrovni, aby měli příležitost zvýšit svůj kredit a ukázat ostatním svůj tvůrčí potenciál. Krása brainstormingu spočívá v tom, že každý má příležitost přinést dobré nápady, bez ohledu na to, jakou funkci nebo roli má.

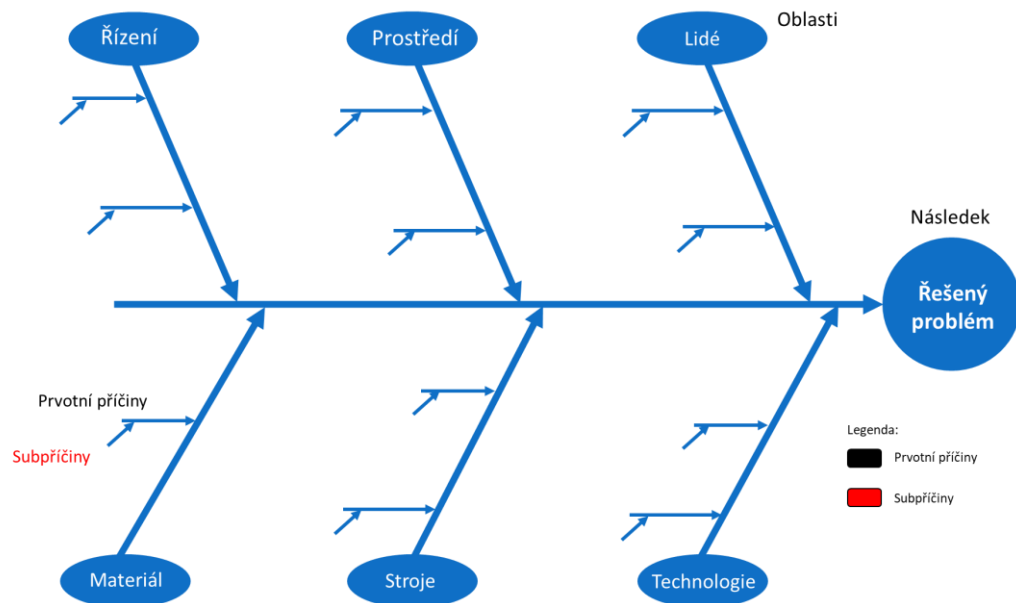
Lewrick (2018, s. 91) dále uvádí následující důležitá pravidla pro brainstorming. Na první místo řadí podporu kreativního myšlení, které pomáhá vytvářet různé nápady bez ohledu na to, jak hloupé se nám mohou zdát. Možná další člen týmu vytvoří další nápad zrovna na základě některého „hloupého“ příspěvku.

Další pravidlo spočívá v upřednostnění množství před kvalitou. Smyslem je v první fázi získat co nejvíce nápadů, protože hodnocení přichází později. Nutností je odolat pokušení spokojit se prvním dobrým nápadem.

Posledním důležitým pravidlem je zásada, že za žádných okolností není dovoleno myšlenky kritizovat a zpochybňovat před jejich hodnocením, které probíhá později v samostatném kroku.

3.6 Diagram následků a příčin

Ishikawa diagram je podle Cromjakové a Rajnohy (2011, s. 2011) jedním z nejpopulárnějších nástrojů kvality, který se používá k zobrazení vztahu mezi problémem a možnými příčinami jeho vzniku. Jeho skutečným výstupem je soubor příčin problémů a zároveň návrhy na řešení těchto problémů.



Obrázek 7 Ishikawův diagram (vlastní zpracování)

Autoři Pyzdek a Keller (2013, s. 318-319) uvádějí, že Ishikawovi diagramy jsou využívány pro grafické zobrazení informací týkajících se konkrétních problémů, které byly vygenerovány prostřednictvím brainstormingu.

Dobrý diagram příčin a následků má mít mnoho „větví“. Pokud diagram nemá více podkategorií, potom nemusí být řešený problém správně pochopen.

Diagramy příčin a následků mají více přínosů. Vytváření diagramu je samo o sobě vzdělávacím procesem. Samotné rozdělování informací do jednotlivých kategorií může podněcovat vznik nových myšlenek. Diagramy mohou sloužit i jako záznamy analýz.

Podle Svozilové (2011, s. 161-162) má být pro nalezení příčin během skupinových diskuzí vyvíjena snaha o soustředěný pohled na téma. Zkoumaných kategorií by nemělo být více než šest. Pro identifikaci vlivů mohou být použity následující postupy:

- Náhodný výběr podstatných faktorů a popis jejich vztahu k problému.
- Cíleně zvolená skupina jevů s převážným vlivem na zkoumaný problém.

- Postupný výběr faktorů podle průběhu procesu

Autorka zmiňuje následující výhody diagramů příčin a důsledků. Umožňuje strukturované řešení problémů. Znárodnuje souvislosti a jsou vhodné zejména pro týmové diskuse a brainstorming. V případě potřeby je lze snadno upravit.

3.7 Gemba Walk

Gemba je z japonštiny zhruba přeložena jako „skutečné místo“. V tomto smyslu odkazuje na místo, kde probíhá proces. Myšlenkou gemby je jít na místo, pozorovat proces a mluvit s lidmi. Gemba procházky se obvykle konají pravidelně, s optimálním rozvrhem v týdenních intervalech. Gemba procházky se stávají metodou pro nastavení, sledování, a implementaci zlepšení a principů lean. Jakmile méně zkušený pracovník začne správně interpretovat to, na co zkušenější poukazuje, zadá nadřízený pracovník úkol podřízenému, který má realizovat akci na zlepšení zjištěného stavu. (Mann, 2015, s. 178-180)

Každý typ firmy, ale také každý proces může mít jinou gembu – pro výrobní firmu je to dílna, pro obchod to může být prodejna nebo kancelář. Základním principem gemby je kontakt s reálným světem – s pracovištěm, který by měl management firmy zahrnout mezi svou rutinní činnost. Bez toho se totiž od reality odtrhne a rozhodnutí dělá od stolu, což je přímo opak gemby.

Pozorování gemba se soustředí hlavně na neefektivnost a následující druhy plýtvání:

- chyby
- zmetky
- zbytečné pohyby
- nadprodukce
- zbytečné zásoby (ManagementMania, © 2011-2016)

Mann (2015, s. 181-182) dále uvádí o gemba procházkách, že jde o metodu, která učí lidi v hierarchických organizacích vidět jinými očima to, na co se celou kariéru nekriticky dívají. Požadovaným výsledkem je, aby se člověk naučil vidět, kde lze principy štíhlé výroby nebo štíhlého managementu uplatnit. Důležitá je podpora aktivity podřízených od manažerů.

3.8 Standardizace a vizualizace

Galsworth (2017, s. 11 a 12) uvádí, že účelem vizualizace je začlenit detaily provozu do každodenní pracovní rutiny pomocí vizuálních nástrojů a vizuálních systémů. Tyto nástroje a systémy nejen stabilizují, ale budují zcela nové úrovně výkonnosti a schopností zlepšování do podniku: přesnost, udržitelnost a samo-vedení.

Vizualizace je klíčová v boji proti odpadu a zásadní pro dosažení denních výkonnostních cílů, bezpečnosti práce, dramaticky snížených výrobních časů, výrazně zlepšené kvality. Technologie vizuálního pracoviště jsou celkovou metodologií pro transformaci celého fyzického pracovního prostředí a zajišťují, že výsledky nejsou pouze opakovatelné, ale udržitelné. V důsledku toho může podnik vytvářet hodnotu za nižší náklady.

Podle Košturiaka (2020, s. 205) by měla být každá změna ve výrobním procesu, která vede ke zlepšení standardizována a vizualizována. Vizualizace přispívá k rychlému vyhodnocení situace, odhalení problému v procesu. Vizualizace může zajistit rychlou reakci pracovníka, který snáze vyhodnotí, jestli proces probíhá podle určeného standardu nebo ne.

Galsworth (2017, s. 15) dále popisuje vizualizované pracoviště jako samo čistitelné, samo vysvětlující, samo regulační a samo zlepšující se pracovní prostředí, kde se to, co se má stát, stane včas a vždy díky vizuálním řešením. Vizualizované pracoviště má schopnost spolehlivě a předvídatelně zajistit provádění toho, co se má dělat.

4 ÚDRŽBA

Údržba je jedním z nejdůležitějších prvků v rámci průmyslového a obchodního systému. Jedná se o širokou oblast technologií pro průmyslovou, obchodní, institucionální a podnikovou sféru. Průmyslové, energetické a regulační prvky jsou důležité pro celkový provoz. Obor provozní údržba se zabývá infrastrukturou průmyslových, obchodních, institucionálních, zdravotnických a podnikových zařízení a zahrnuje návrh, instalaci, provoz, údržbu, modifikaci, výstavbu, modernizaci a ochranu zařízení a vybavení. (Salvendy, 2001, s. 1586)

Autorka Jurová (2016, s. 141) uvádí o údržbě následující. Cílem systému obsluhy výrobního procesu je zajistit plánovaný chod výroby prostřednictvím aktivit, které udržují a zabezpečují stroje, zařízení, nářadí, energie a činnosti materiálového toku s přihlédnutím k nákladům a hospodárnosti prováděných činností. (Jurová, 2016, s. 141)

4.1 TPM

Chromjaková (2013, s. 40) uvádí, že Totálně produktivní údržba má sloužit ke zlepšení celkové efektivity strojního zařízení, které má určitou kapacitu pro produkci a je omezeno časovými limity. Cílem je vytvořit strategii, která podpoří optimální vztah pracovníků ke strojům, včetně autonomní údržby a preventivních opatření, což by mělo pozitivně ovlivnit morálku a spokojenost na pracovišti. Koncept je závislý na motivaci pracovníků, zejména těch, kteří musí reagovat na problémy a pracují v náročných podmínkách. Flexibilní výroba klade velké nároky na provozuschopnost strojů a zařízení určených pro výrobu, které musí být k dispozici nepřetržitě během pracovní směny. Celková účinnost strojního zařízení závisí na dostupnosti strojů, jejich schopnosti poskytovat výkon a kvalitu výstupu.

Systém totálně produktivní údržby se uplatňuje v praxi pomocí technických norem a podnikových nařízení, která mají za cíl implementaci opatření na prevenci chybovosti a zjišťování případných odchylek. Tento systém se dělí na tři klíčové oblasti:

- Inspekci, která zahrnuje definování požadovaného stavu zařízení, kontrolu zařízení za chodu.
- Kontrolu, zahrnující rutinní údržbářské práce a prověřování skutečného stavu zařízení.
- Údržba/servis, který spočívá v neustálém vylepšování provozních parametrů zařízení a výměnu opotřebovaných dílů.

Zatímco inspekce a kontrola slouží k preventivním opatřením, údržba a servis mají smysl jako nápravné opatření existujících poruch. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 84)

4.2 Ztráty na výrobním zařízení

Ztráty jsou překážkou v cestě k efektivnosti zařízení. Při vyvíjení snah o zvýšení efektivity zařízení hraje důležitou roli odhalování a následné odstraňování příčin nízké efektivity. (IPA Slovakia, ©2023)

V praxi existuje šest hlavních typů ztrát, kterými jsou:

- Prostoje způsobené poruchami strojů.
- Čas vynaložený na nastavování a seřizování parametrů
- Ztráty způsobené přerušáním provozu kvůli krátkým poruchám.
- Snížení rychlosti průběhu výrobních procesů.
- Zmetkovitost.
- Ztráty výkonu v období zahájení výroby, technologických testů a dalších fázích náběhu výrobních procesů. (Jurová, 2016, s. 152)

4.3 Celková efektivita zařízení (CEZ)

Podle Jurové (2016, s. 154) nestačí při snaze zvyšovat produktivitu jen zaměřením na dostupnost zařízení a poruchy, které ovlivňují dostupnost výrobní základny. Například používání strojů a zařízení s dostupností větší než 85 % neznamena nutně efektivní a účinnou výrobu. Je důležité brát v potaz i faktor výkonu a kvality výstupu.

Autor Mann (2015, s. 341) popisuje celkovou efektivitu zařízení následovně. CEZ je koeficient získaný vynásobením tří procentuálních hodnot: skutečného času, po který bylo zařízení k dispozici jako procento plánované dostupnosti, skutečného výstupu jako procento celkového výstupu a skutečného výkonu provozu zařízení jako procento využití jeho navrženého výkonu. CEZ 85 % se považuje za vynikající. Dosaženou hodnotu CEZ ovlivňuje šest kategorií ztrát strojního zařízení, které zapříčiňují výsledek nižší než 100 %.

Vztah pro výpočet ukazatele CEZ:

$$\text{CEZ} = \text{míra využití} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}$$

Dílčí ukazatele:

$$\text{míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu zařízení}}$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \times \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu zařízení} - \text{prostoje}}$$

$$\text{míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

Po úpravě získáme:

$$\text{CEZ} = \frac{\text{počet kvalitních kusů} \times \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu zařízení}}$$

Obrázek 8 Výpočet ukazatele CEZ (vlastní zpracování podle Jurové, 2016, s. 154)

Mnoho společností nezaznamenává CEZ. Pokud by to udělaly, byly by šokovány. Průměrná společnost dosahuje CEZ menší než 50 %. Jinými slovy, zařízení se používá na méně než polovinu své účinnosti. (Dennis, 2015, s. 55)

Jakým způsobem zvýšit celkovou efektivitu zařízení? Proces zvyšování CEZ mohou podpořit následující aktivity:

- Identifikace úzkých míst.
- Hledání 6 primárních ztrát ve výrobě které se nacházejí v oblasti výrobních zařízení, lidských a materiálových zdrojů.
- Zavedení měření CEZ.
- Zvyšování hodnoty CEZ s podporou redukce ztrát a seznamu opatření k nápravě.
- Implementace nápravných opatření.

- Revize dopadů nápravných opatření. (IPA Slovakia, ©2023)

Aby se dosáhlo zlepšení výkonu stroje a zvýšení kvality, je podle Jurové (2016, s. 157) důležité, aby každý zaměstnanec převzal zodpovědnost za své pracoviště a nespatořoval každou poruchu jako překážku. Když dojde k poruše nebo závadě, zaměstnanci by měli pečlivě analyzovat, proč se problém vyskytl a jaký je jejich podíl na této situaci. Změny v lidech, zařízeních a celém výrobním systému musí být prováděny postupně. Lidé by měli být vedeni k tomu, aby chápali a řídili svou práci a pracoviště komplexně tak, aby práce lidí a strojů byla koordinována.

5 VÝROBA BETONOVÉ STŘEŠNÍ KRYTINY

První betonové tašky se začaly vyrábět v roce 1901 jednoduchým odléváním jemnozrné betonové směsi do formy. Moderní vibrolisovací technologie pracuje s čerstvým betonem s nízkým obsahem vody, který se lisuje do ocelových forem příslušného tvaru pod velkým tlakem. Asi po 16 hodinách, kdy proběhne hydratace cementu, může být výrobek odformován a přemístěn z výroby na vnější prostranství pro získání konečných vlastností.

Betonová taška je dnes rovnocennou alternativou klasické pálené tašky a rozšířila se po českých střeších. Je rozměrově přesnější a snazší na pokládku. Ve velkoformátových a většinou i standardních modelech má srovnatelnou hmotnost s pálenou krytinou (38 až 54 kg/m²). V profilu bobrovek je betonová krytina nejtěžší krytinou (více než 80 kg/m²) a je nejméně vhodná pro rekonstrukci.

Betonová krytina se vyrábí z portlandského cementu CEM I, křemičitého písku a barevných pigmentů na bázi oxidu železa. Tašky jsou většinou opatřeny dvojitým akrylátovým nástřikem, nově také povrchovou úpravou pětivrstvou; méně častý je granulovaný povrch. Plocha krytiny by měla být odolná proti vlivům počasí, aby hotová střecha působila harmonicky. Malé barevné rozdíly způsobené výrobou jsou přípustné.

Evropská norma ČSN EN 490 z roku 2005 rozeznává různé druhy tašek, jako například tašku žlábkovou, drážkovou, bezdrážkovou a doplňkové tašky plnící specifické funkce ve střešním plášti. Norma také rozlišuje střešní tašky s pravidelnou nebo nepravidelnou přední hranou, což má vliv na estetiku. (Svoboda 2013, s. 506 a 507)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI KM BETA

KM Beta byla založena 8. listopadu 1996. Od svého vzniku rozvíjela svou činnost především v oblasti výroby stavebních materiálů. V současnosti firma nabízí betonovou střešní krytinu, vápenopískový a keramický zdící systém a maltové směsi.

Z dostupných informací z Veřejného rejstříku a Sbírký listin (Ministerstvo spravedlnosti České republiky, ©2023) známe následující fakta o společnosti.



Obrázek 9 logo společnosti (KM Beta, 2023)

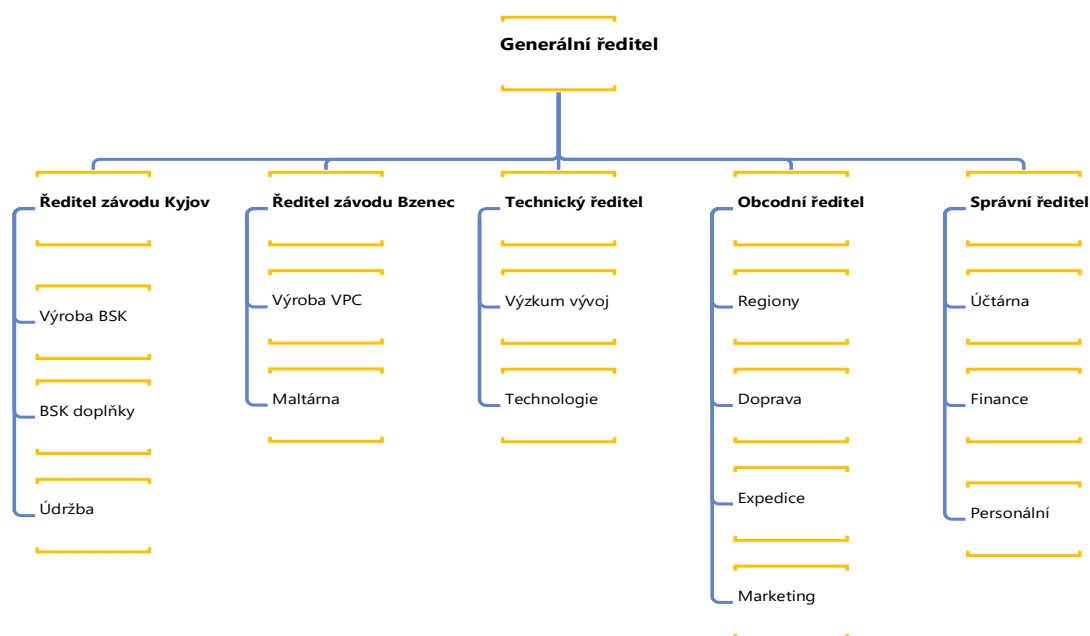
Obchodní firma:	KM Beta a.s.
Sídlo:	Dolní Valy 3739/4, 695 01 Hodonín
Identifikační číslo:	25316583
Právní forma:	Akciová společnost
Předmět podnikání:	provádění staveb, jejich změn a odstraňování hornická činnost podle § 2 písm. b) c) d) e) i), zákona č. 61/1988 Sb. Silniční motorová doprava – nákladní vnitrostátní provozovaná vozidly o největší povolené hmotnosti do 3,5 tuny včetně, - nákladní vnitrostátní provozovaná vozidly o největší povolené hmotnosti nad 3,5 tuny, - nákladní mezinárodní provozovaná vozidly o největší povolené hmotnosti do 3,5 tuny včetně, - nákladní mezinárodní provozovaná vozidly o největší povolené hmotnosti nad 3,5 tuny Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
Základní kapitál:	91 460 000,- Kč

6.1 Firemní hodnoty

Vedení společnosti v roce 2016 určilo hlavní soubor firemních hodnot. Ty byly postupně začleněny do všech středisek. Mezi definované hodnoty patří: aktivita, čestnost, důslednost, spolupráce a touha po růstu.

6.2 Organizační struktura společnosti

Vrchol organizační struktury náleží generálnímu řediteli, který je současně předsedou představenstva společnosti. Firma je dále členěna na jednotlivá střediska za jejichž řízení odpovídají příslušní ředitelé. Střediska jejichž účelem je produkce stavebních hmot jsou závody nacházející se v Kyjově a ve Bzenci – Přívozu. Marketingové aktivity a realizace výrobků na trhu probíhá pod záštitou obchodního oddělení. Dopravu surovin a výrobků k zákazníkům zajišťuje středisko Doprava. Důležitou součástí organizační struktury představuje úsek zaměřující pozornost na výzkum a vývoj. Správa firemních financí, účetnictví a personalistika spadají pod správní oddělení.



Obrázek 10 Organizační struktura KM Beta (vlastní zpracování)

6.3 Základní ekonomické údaje

Na základě firmou poskytnutých ekonomických údajů můžeme prohlásit, že se zkoumané firmě daří. Obrat i zisk rostly v posledních 3 letech rychlým tempem. Firma je personálně stabilizovaná. Zaměstnanci odcházející do starobního důchodu anebo jiných společností nahrazují nově příchozí.

Tabulka 1 Základní ekonomické údaje (interní materiály společnosti-vlastní zpracování)

Rok	Obrat v milionech Kč	Zisk v mil. Kč	Export v %	Počet zaměstnanců
2020	446	8	10 %	192
2021	612	58	11 %	183
2022	834	114	10 %	189

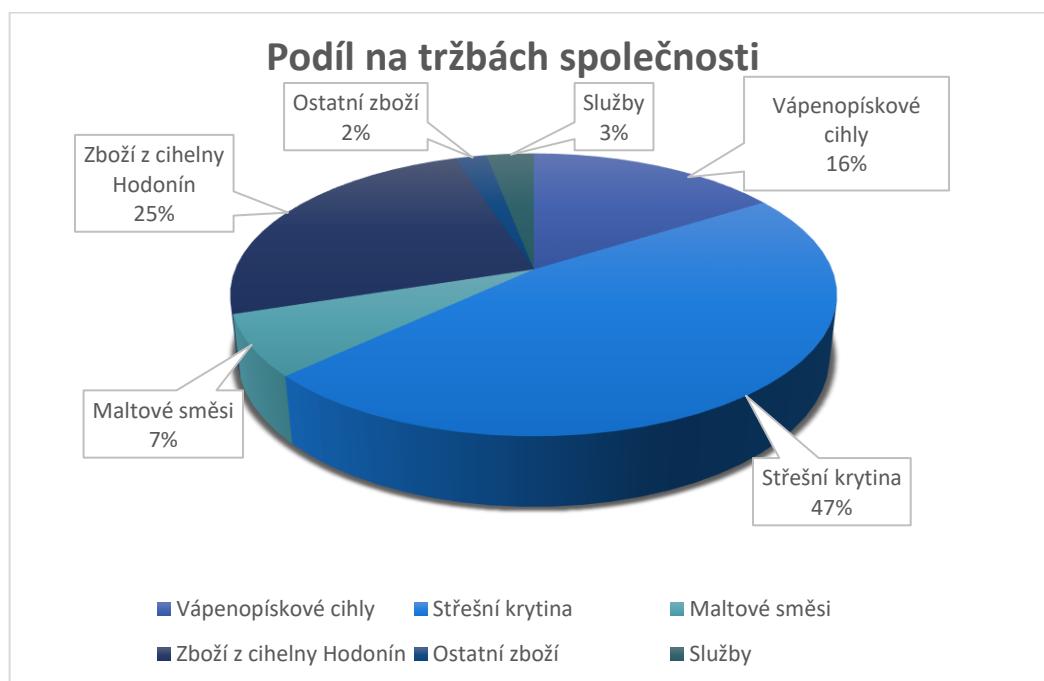
7 POPIS SOUČASNÉHO STAVU

7.1 Výrobní zaměření

Výrobní závod v Kyjově je zaměřen výhradně na výrobu betonové střešní krytiny a příslušných doplňků, které spolu vytvářejí ucelený střešní systém. Kyjovský závod dodává více než 30 let na trh kvalitní střešní krytinu vyráběnou s důrazem na spokojenost koncového uživatele.

7.2 Složení tržeb společnosti

Společnost KM Beta dodává na trh stavebních hmot rozsáhlý sortiment stavebních prvků. Na tržbách se podílí zejména vlastní produkty. BSK je z pohledu tržeb zásadním produktem, protože přináší téměř polovinu tržeb. Vápenopískové cihly přispívají 16 a maltové směsi 7 procenty. Společnost nabízí také zboží a to zdící systémem Profiblok s 25procentním podílem na tržbách. Zbývající tržby připadají na služby související s přepravou a nájmem dřevěných palet. Z analýzy tržeb vyplývá, že z hlediska dalšího směřování práce má smysl věnovat pozornost výrobě BSK, kterou vyrábí kyjovský závod.



Obrázek 11 Složení tržeb společnosti (interní materiály společnosti-vlastní zpracování)

7.3 Analýza výrobního portfolia

Za účelem znázornění podílu výrobků podílejících se na tržbách za prodej betonové střešní krytiny byla provedena Paretova analýza. Byla provedena selekce podle druhů. To



Obrázek 12 Analýza výrobního portfolia (interní materiály společnosti-vlastní zpracování)

významně pomohlo zpřesnit přehled produkce. Podle Paretovi analýzy je nejprodávanějším produktem betonová taška základní s 91procentním podílem. Ostatní výrobky reprezentované strojními doplňky se na tržbách podílejí přibližně 9 procenty.

7.4 SWOT analýza

Pro analýzu společnosti a prostředí ve kterém působí byl využitý nástroj SWOT. Nalézt slabiny společnosti, a to v čem je naopak silná a kam tím pádem nasměrovat úsilí tak, aby byly eliminovány hrozby bylo přínosné. Díky provedené analýze vznikl přehledný výstup vypovídající o stavu firmy. Na základě důležitosti byly určeny faktory, mající vliv na organizaci v souvislosti s výrobou BSK. Hodnocení faktorů prováděl zpracovatel práce, který současně řídí závod, kde je vyráběn zdící systém Profiblok, dále hodnotil ředitel a mistr závodu BSK v Kyjově. Výběr faktorů obsažených v analýze provedl zpracovatel této práce a opíral se při tom o zkušenosti z působení ve zkoumané firmě mezi lety 2004 až 2016. Vybrané vlivy byly postupně hodnoceny vzestupně body, které jim přidělovali hodnotitelé. Bodový zisk faktoru představuje dopad na organizaci.

7.4.1 SWOT analýza vnitřního prostředí

Nejsilnější stránkou firmy bylo vyhodnoceno portfolio nabízených výrobků v rámci BSK. Díky tomu mohou být střechy realizované jako systémová řešení, což oceňují jak projektanti

a realizační firmy, tak v neposlední řadě koncoví uživatelé. Společnost KM Beta investovala v uplynulých letech do rekonstrukce výrobní linky v kyjovském závodě. Firma chtěla především zajistit lepší podmínky pro výrobu tašek, aby došlo ke zvýšení jejich kvality a tím pádem k udržení kroku s rostoucí konkurencí. Významným faktorem vnímaným hodnotiteli byla tradice značky v kontextu pozice BSK na našem trhu a také inovace produktů.

Tabulka 2 SWOT analýza-silné stránky (vlastní zpracování)

Analýza vnitřního prostředí					
Pořadí	Silné stránky	Hodnotící			Bodový zisk
		Ředitel Profiblok	Ředitel BSK	Mistr výroby BSK	
1.	Portfolio výrobků	8	8	8	8
2.	Výrobní linka po rekonstrukci	9	8	6	7,7
3.	Tradice značky	8	7	7	7,3
4.	Inovace produktů	7	8	7	7,3
5.	Jméno značky	7	7	5	6,3
6.	Kvalita výrobků	5	6	5	5,3
7.	Zavádění inovací	5	5	4	4,7

K nejslabším stránkám ve zkoumaném závodě patří neochota personálu ke změnám, jejich odmítání. Jedná se o dlouhodobý problém a je patrný i v jiných závodech společnosti. Může mít souvislost s postupnou automatizací výrobních procesů a sníženou schopností personálu přizpůsobovat se novým pracovním postupům. Zaváděné změny mnohdy kladou zvýšené nároky na úroveň kvalifikace a dovedností zaměstnanců. Někteří pracovníci se díky rozdílným předpokladům pro výkon práce nebo prostým obavám ze změn nedokázali přizpůsobit, což často vedlo ke zvýšenému množství poruch, spotřebě náhradních dílů a vzniku zmetků. Také získávání informací v rámci řízení výroby neprobíhá zcela ideálně. Data o chodu, poruchách a kvalitě jsou zaznamenávána do formulářů a následně přepisována do excelovských tabulek. Většina takto získaných dat je později využívána spíše sporadicky a informace v nich obsažené neposkytují oporu pro rozhodování v souvislosti s výrobním procesem a jeho případnou racionalizací potažmo zefektivňováním. Podíl na slabých stránkách firmy má i získávání nových zaměstnanců, kdy se nedaří přilákat odborníky na automatizované výrobní systémy z elektrotechnických, případně strojních oborů. Zaměstnání ve výrobě stavebních hmot není zřejmě příliš atraktivní pro odborníky kvůli negativním vlivům v podobě hluku a prašnosti. Slabinu zejména při prudkém růstu cen

představuje i spotřeba energie, která je využívána k urychlení tvrdnutí betonu, a proto je důležité zajišťovat plynulost výroby. Pomalá reakce na produktové inovace konkurence se týká zejména úprav povrchů jejich a jejich funkčních vlastností. Respondenti hodnotili také úroveň komunikace uvnitř firmy a podle bodového ohodnocení ji považují za nejmenší slabinu ze všech výše jmenovaných vlivů.

Tabulka 3 SWOT analýza-slabin (vlastní zpracování)

Analýza vnějšího prostředí					
Pořadí	Slabé stránky	Hodnotící			Bodový zisk
		Ředitel cihelny	Ředitel BSK	Mistr výroby BSK	
1.	Neochota ke změnám	9	9	8	8,7
2.	Nízká kvalifikace zaměstnanců	8	9	8	8,3
3.	Využívání ICT	9	8	6	7,7
4.	Získávání zaměstnanců	8	7	7	7,3
5.	Energetická náročnost výroby	8	8	6	7,3
6.	Pomalá reakce na inovace konkurenčních produktů	8	6	4	6,0
7.	Komunikace v rámci firmy	6	6	5	5,7

7.4.2 SWOT analýza vnějšího prostředí

Z perspektivy vnějšího prostředí představuje pro firmu a její závod největší příležitost zvýšení efektivity výroby BSK. Z logiky věci vyplývá, že u produktu, který se podílí bezmála na polovině tržeb má smysl provést analýzu současného stavu v rámci průmyslového inženýrství s cílem najít příležitosti pro zlepšení budoucího stavu, protože případná úspěšná aplikace může mít významný dopad na hospodaření celé firmy. Zájem o pevné krytiny znamená pro firmu příležitost a současně výzvu ke zvýšení úsilí v oblasti inovací produktů, protože existuje řada blízkých substitutů na bázi betonu i keramiky. Výhodu z hlediska příjmu společnosti může představovat i přímý prodej realizačním firmám a koncovým zákazníkům a odbourání mezičlánku reprezentovaného řetězci obchodníků se stavebninami. Technologickou příležitostí je bezesporu snížení hmotnosti výrobků, což by mělo za následek úsporu vstupů ve výrobě a snížení nároků na únosnost tesařských konstrukcí na stavbách. Pokládka kusové střešní krytiny bývá náročná na spotřebu lidské práce a je spojena se značným rizikem úrazu, proto se nabízí možnost, že bude vyvinutý způsob pokrývání střech robotem. Obdobné aktivity lze zaznamenat i u zdění, které

provádějí speciálně upravení roboti. Zvýšení přidané hodnoty střešních tašek doplněním o samočisticí schopnosti nebo možnou integrací solárního panelu do povrchu by mohlo zvýšit poptávku po takto vylepšených produktech.

Tabulka 4 SWOT analýzy-příležitosti (vlastní zpracování)

Analýza vnějšího prostředí					
Pořadí	Příležitosti	Hodnotící			Bodový zisk
		Ředitel cihelny	Ředitel BSK	Mistr výroby BSK	
1.	Zvýšení efektivity výroby	10	9	6	8,3
2.	Zájem o pevnou krytinu	9	8	7	8,0
3.	Přímý prodej koncovým zákazníkům	8	8	7	7,7
4.	Snížení hmotnosti krytiny	9	8	5	7,3
5.	Pokryvání střech robotem	8	7	6	7
6.	Výroba BSK se samočisticí schopností	7	7	6	6,7
7.	Výroba BSK s integrovaným solárním panelem	5	6	8	6,3

Nepříznivými vnějšími faktory, které mohou zkoumanou společnost ovlivnit se zabývá analýza vnějších hrozeb. V kontextu aktuálního nepříznivého vývoje na trhu stavebních hmot rozhodli respondenti, že největší hrozbu pro závod představují nedostupné hypotéky, což se projevilo poklesem poptávky. Setrvale také roste zájem o lehkou střešní krytinu využívanou zejména při rekonstrukcích, ale i při realizaci střech nebo dokonce fasád, mnohdy architektonicky zdařilých novostaveb. Při poklesu poptávky po stavebních materiálech může nastat hrozba platební neschopnosti zákazníků, která by poškodila hospodaření společnosti. Nové technologie spojující v sobě fotovoltaický panel a krytinu na bázi skla mohou časem nahrazovat tradiční „jednoúčelové“ materiály vyrobené na bázi keramiky, betonu nebo kovu. Investiční rizika jsou spojena hlavně s přípravou zařízení pro výrobu nových produktů. Může nastat situace, kdy jsou vynaloženy značné prostředky do výrobku, o který ale trh brzy ztratí zájem. Příklon společnosti k nájemnímu bydlení realizovanému v bytových stavebách jednoduše znamená více lidí pod jednou střechou a tím pádem opět pokles poptávky po krytinách. Změně politického systému respondenti

přisoudili nejmenší bodové ohodnocení i přes probíhající válečný konflikt odehrávající se na území Evropy.

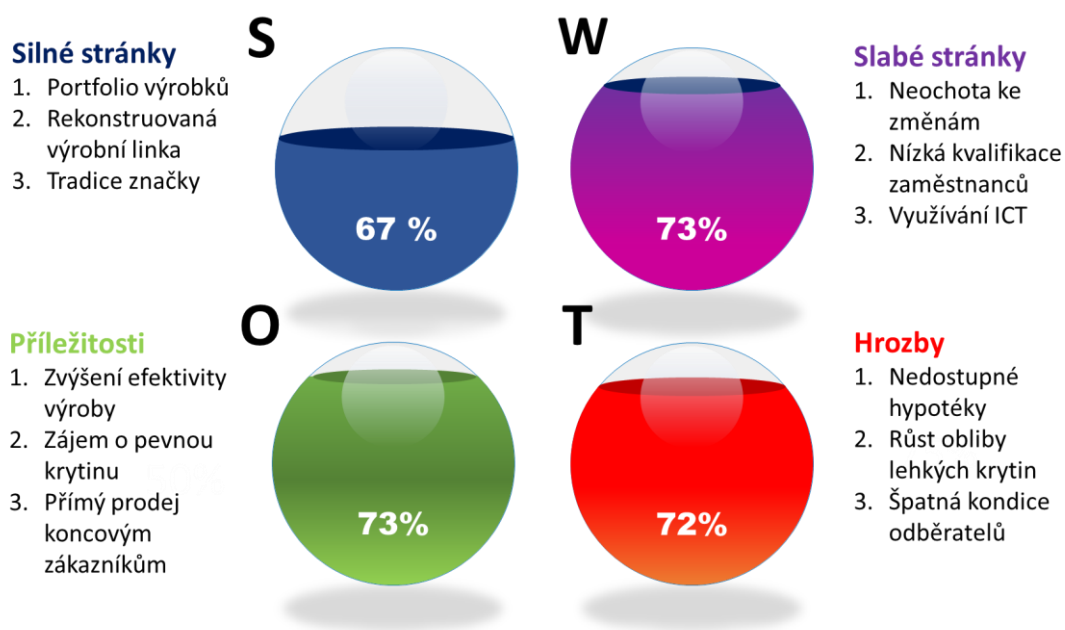
Tabulka 5 SWOT analýza-hrozby (vlastní zpracování)

Analýza vnějšího prostředí					
Pořadí	Hrozby	Hodnotící			Bodový zisk
		Ředitel cihelny	Ředitel BSK	Mistr výroby BSK	
1.	Nedostupné hypotéky	9	8	9	8,7
2.	Růst obliby lehkých krytin	9	7	8	8,0
3.	Špatná kondice odběratelů	8	8	7	7,7
4.	Nové technologie	8	7	7	7,3
5.	Investiční rizika	7	7	6	6,7
6.	Nárůst objemu staveb hromadného bydlení	7	6	6	6,3
7.	Změna politického režimu	6	5	6	5,7

7.4.3 Výstup SWOT analýzy

Respondenti při hodnocení vnitřního prostředí přičklí větší váhu slabším společnostem, kdy považují neochotu zaměstnanců realizovat změny za největší nedostatek. Zde se současně nabízí příležitost k rozvoji v oblasti HRM. Z analýzy silných stránek vyplývá, že by měla být věnována větší pozornost procesu inovací.

Také při analýze vnějšího prostředí nebyl téměř žádný rozdíl mezi kategorií příležitostí a hrozeb. Nejvíce bodů od hodnotících v kategorii příležitostí získalo zvýšení efektivity výroby. Největší hrozbu respondenti spatřovali ve zhoršení dostupnosti hypoték. Příprava na vnější hrozby, které nejde ovlivnit spočívá ve snaze dělat věci co nejlépe. Následující obrázek prezentuje výstup analýzy. Každá kategorie má přiřazený procentní zisk.



Obrázek 13 Graficky znázorněný výstup SWOT analýzy (vlastní zpracování)

8 POPIS VÝROBY

Účelem této části diplomové práce je popsat nejvýznamnější výrobek firmy KM Beta a především proces jeho výroby.

8.1 Popis tašky betonové základní

Betonová střešní krytina je vyráběna z písků frakcí 0–4 mm, cementu, oxidu železa a záměsové vody. Povrch tašek základních může být dodáván bez povrchové úpravy, ale v drtivé většině případů je povrch opatřen nástříkem barvy na akrylátové bázi. Akrylátové barvy zajišťují odolnost proti povětrnostním vlivům. Vždy však záleží na konkrétních podmínkách instalace. Životnost střešního pláště ovlivňuje projekční řešení a také kvalitní pokládka respektující podmínky formulované v technických listech výrobce.

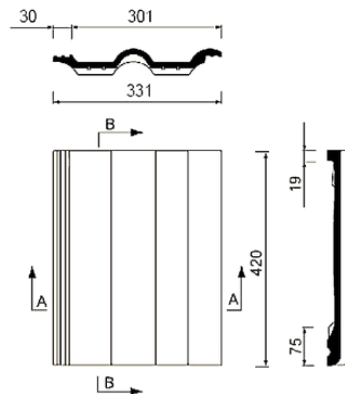


Obrázek 14 Taška základní popis prvku (vlastní zpracování)

8.1.1 Technické údaje tašky základní

Vybrané technické údaje o výrobku jsou uvedeny v následující tabulce. Obrázek níže doplněný o kóty v mm zobrazuje produkt z různých pohledů.

Technické údaje	Hodnota
Rozměry l x š (mm)	420 x 331
Hmotnost (kg)	4,22
Povrchová úprava	Akrylátová disperze
Počet kusů na paletě	252
Spotřeba kusů na m ² střechy	10



Obrázek 15 Technický detail tašky základní (zdroj KM Beta-vlastní zpracování)

8.2 Popis technologie výroby betonové střešní krytiny

Betonová střešní krytina může být vyráběna na linkách s velkým podílem lidské práce a nízkou efektivitou. Tyto koncepty se uplatňují například při výrobě speciálních doplňků anebo i u základní krytiny v méně rozvinutých ekonomikách. Ve zkoumaném závodě byla instalována linka sestávající z jednoúčelových vzájemně synchronizovaných automatizovaných strojů a zařízení pro proudovou výrobu střešních tašek. Lidé na daném pracovišti vykonávají spíše dozor nad procesem výroby. V následujícím textu bude popsána výroba včetně nejdůležitějších surovin.

8.2.1 Základní suroviny

Pro výrobu čerstvého betonu se používají dvě frakce písku. Základní písek představuje frakce 0-2 mm z pískovny Bzenec Přívoz, kterou provozuje sesterská společnost Tvarbet Moravia. Jako korekční písek slouží frakce 0-4 mm z různých pískoven.

Písek se dopravuje do závodu nákladními auty. Všechny frakce jsou v letním období skladovány odděleně na venkovní skládce, odkud jsou odebírány kolovým nakladačem a přes venkovní násypku, pásový dopravník, korečkový elevátor a vibrační síta putují do provozních zásobníků nad míchačkou, odkud jsou dávkovány do vah. V zimním období je písek skladovaný v hale pískovny. Dávkování probíhá prostřednictvím portálového jeřábu do vnitřní násypky. Ve všech případech písky procházejí vibračními síty, kde dochází k separaci nežádoucího kameniva u písku praného a v případě písku kopaného z lokality Bzenec k odlučování kořínků. Síta jsou používána pro praný tříděný písek o velikosti otvorů 10 x10 mm. Pro třídění kopaného písku jsou instalována síta o velikosti ok 25x28 mm v podélném směru. Tato síta musí být pravidelně kontrolována a čištěna.

8.2.2 Cement

Cement do závodu dopravují autocisterny přímo z cementáren. Následně je cement z autocisteren přečerpáván do jednoho ze čtyř skladovacích sil. Ze sil je cement pneumaticky přečerpáván potrubím do provozních zásobníků umístěných v prostoru nad dávkovacím zařízením mísicího jádra. Pro výrobu betonové střešní krytiny je využíván portlandský cement třídy 52,5 R.

8.2.3 Záměsová voda

Pro výrobu BSK je využívána voda užitková testovaná dle příslušné normy kvůli vhodnosti. V zimním a přechodném období se používá záměsová voda předehřívána v kontejnerech umístěných na komorách UTB krytiny.

8.2.4 Barvivo k probarvení čerstvého betonu

K probarvení čerstvého betonu se používají barevné oxidy železa. Dávkování barviva se provádí přes mísicí zařízení do odvažovací nádoby. Při dávkování se dávkuje množství barviva podle druhu výrobku. Po promíchání pigmentů s vodou, jsou barvy přepouštěny do velkoobjemových zásobníků, z nichž je dávkována suspenze do jednotlivých mísicích zařízení podle nastavené receptury.

8.2.5 Barvení

Pro povrchovou úpravu betonové střešní krytiny se používá barevná akrylátová disperze.

8.2.6 Výroba čerstvého betonu

Pro výrobu betonové střešní krytiny se používá směs následujícího složení.

Tabulka 6 Složení betonové směsi pro BSK (vlastní zpracování)

Složka	Množství v kg
Písek frakce 0–4 mm	858 kg
Cement 52,5 R	286 kg
Barevná suspenze	25 kg
Záměsová voda	50 kg
Celková hmotnost betonové směsi	1 219 kg

8.2.7 Vytváření tašek

Čerstvý beton je dopravován do formovacího stroje pásovým dopravníkem z násypky umístěné pod mísícím jádrem. Formovací stroj technologií válcování a tažení vytváří z betonové směsi profilové pásmo, na naolejované hliníkové podložky, které je dále řezací stanicí rozděleno na délku jedné tašky. Jednotlivé podložky s čerstvými taškami jsou rozřazeny a dopraveny do transportních košů. Transportní koše jsou následně převáženy zavážecí soupravou do komor pro UTB. Po vytvrzení tašky v koších zamíří k vyvážecí jednotce, odkud jsou podložky s taškami dopravovány k odformovači, kde jsou tašky oddělovány od podložky a pásovým dopravníkem přechází na expediční linku. Podložky se vrací k odformovacímu stroji přes olejovací zařízení, kde je na ně dvěma tryskami nanášen odformovací prostředek.



Obrázek 16 Vytváření pásma a řezání (vlastní zpracování)

8.2.8 Povrchová úprava a vytvrzování krytiny

Povrchová úprava krytiny se provádí nástřikem akrylátové barvy na povrch výrobků při jejich pohybu na výrobních linkách. Z technologických důvodů je nástřik rozdělen na dvě části. První probíhá na lince za odřezávacími noži a vzduchovým čištěním povrchu krytiny. Zde je nanášena pomocí trysek hlavní část barvy. Poté jsou výrobky zaváženy do vytvrzovacích komor. Pro urychlování tvrdnutí betonu je použito beztlakového ohřevu parou a otopnými registry. V každé komoře jsou čidla teploty, které předávají signál řídicímu

centru k otevření, resp. uzavření přívodních ventilů, aby byl dodržen naprogramovaný vlhkostní a teplotní režim vytvrzování. Požadovaná relativní vlhkost v komorách je nad 75 %. K rychlejšímu ochlazování výrobků po ukončení UTB před vyvezením slouží ventilátor, umístěný nad komorami. Jednotlivé výdechy komor jsou v případě potřeby samostatně otevírány.

Po vytvrzení a oddělení od podložek jsou za odformovačem a vzduchovými tryskami výrobky pokryty druhou vrstvou barvy. Dopravníkem jsou přesunuty na expedici. Během transportu jsou tašky s barvou ofukovány tlakovým vzduchem tak, aby povrchový nástřík byl již suchý při ukládání krytiny do palet. Nástřík povrchové vrstvy je realizován pomocí membránového čerpadla a trysek instalovaných do linek na stacionárních zařízeních. Trysky jsou průměru 0,9 mm až 2,0 mm. Volba průměru trysky záleží na druhu krytiny a na odstínu barvy. Tlak na čerpadlech se nastavuje na základě stejných požadavků jako trysky.

Základem kvalitního nástříku je dobrý technický stav a čistota zařízení na povrchovou úpravu. Dalším faktorem je volba trysky a nastavení tlaku, tak aby byla nanesena pouze požadovaná množství barvy. K nanášení barvy jsou výhradně používány trysky s kuželem 90° šířky. Tlak v nanášecí sestavě bývá nastavený na 12 atmosfér.

8.2.9 Paletizace krytiny

Po procesu aplikování povrchové barvy jsou tašky transportovány lanovým dopravníkem do prostoru expediční linky, kde procházejí kontrolou kvality. Každá taška projede speciálně upravenou komorou vybavenou soupravou kamer, které předávají signál počítači vybavenému speciálním vyhodnocovacím softwarem, který pracuje na bázi neuronových sítí se samoučící funkcí. Nevyhovující kusy jsou okamžitě selektovány a rozdrčené propadnou do záchytného kontejneru. Vzniklá drť slouží například jako podkladní materiál ve stavebnictví. Kvalitní tašky dále přenáší lanový dopravník přes popisovač, který na povrch betonu natiskne identifikační údaje. Horizontální přeprava přechází ve vertikální v místě, kde jsou tašky řazeny v zavážecím výtahu, tak aby byly po naplnění zavezeny do dosoušecího karuselu. V karuselu dochází k zaschnutí povrchové úpravy, tak aby později nenastala situace, kdy se tašky vzájemně slepí po zabalení v paletách. Přibližně po 45 minutách dochází pomocí vyvážecího výtahu k přemístění tašek na soustavu dopravníků a manipulátoru které vytvoří pakety po 42 kusech, které jsou následně zajištěny vázací páskou. Zapáskované pakety následně pokládá manipulátor na dřevěnou paletu. Pakety od sebe oddělují papírové proklady, aby nedošlo k poškození povrchu výrobků. Palety s celkem 252

kusy tašek přepravují dopravníky k baličce. Po zabalení opatří aplikátor etiket paletu identifikačním štítkem. Po označení paleta opouští výrobní halu a je odvážena na výrobní sklad.

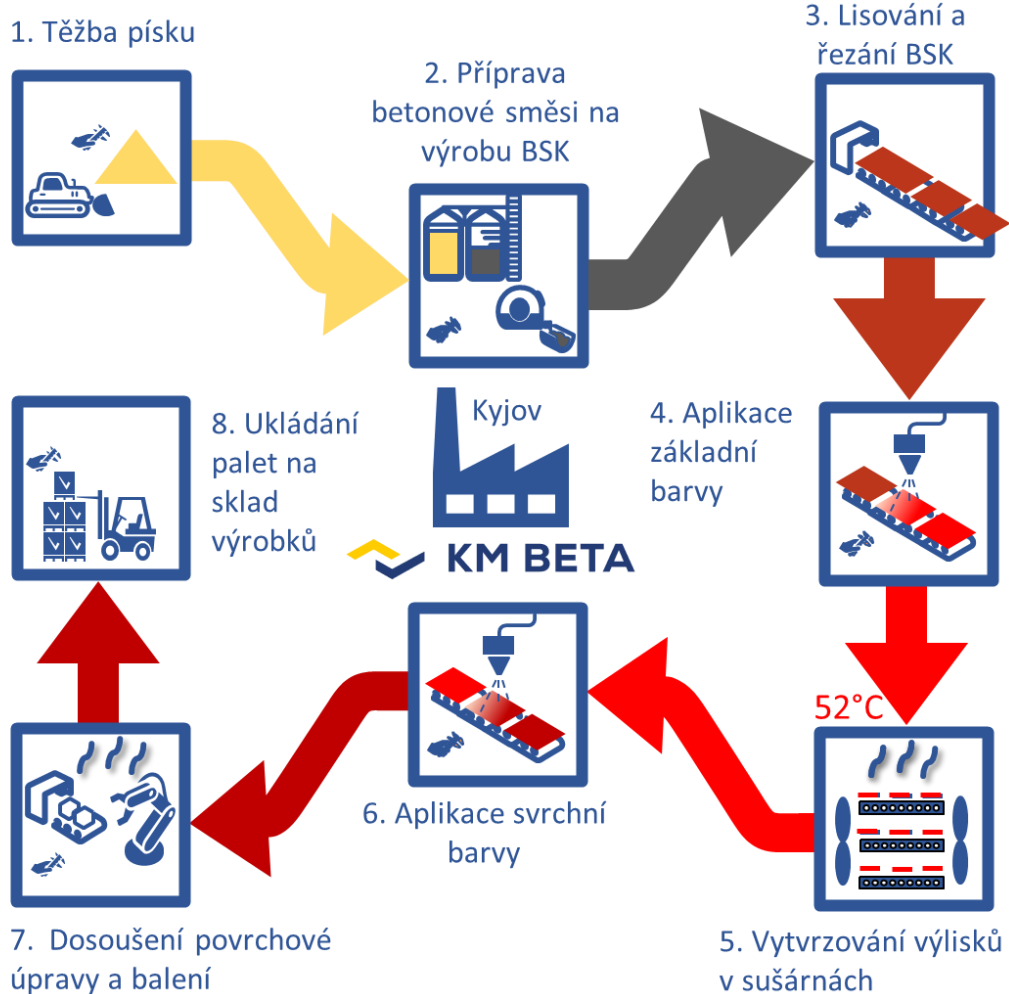


Obrázek 17 Optická kontrola kvality (vlastní zpracování)

8.3 Grafické znázornění výroby

Prostřednictvím jednoduchého schématu byla znázorněna výroba střešní krytiny. Vytvořený diagram znázorňuje nejdůležitější fáze výrobního procesu od těžby přes lisování až po paletizaci. Diagram byl následně použitý jako prostředek pro usnadnění komunikace se zaměstnanci závodu během neformálního pohovoru a brainwritteingu. Ne každý vnímá proces výroby komplexně a demonstrace souvislostí pomocí jednoduché grafiky má potenciál odhalit během výzkumu různé dosud skryté skutečnosti.

Proces výroby betonové střešní krytiny



Obrázek 18 Grafické znázornění výroby (vlastní zpracování)

8.4 Procesní analýza

Proces výroby tašky betonové základní popisuje procesní analýza. Zkoumána byla část výroby odehrávající se ve výrobní hale závodu. Proces začíná dávkováním komponent pro přípravu betonové směsi v mísícím jádru betonárny. Následuje lisování, aplikace základní barvy, vytvrzování v sušárnách, nanášení druhé vrstvy barvy a paletizace.

Analýzou bylo zjištěno, že výroba tašky trvá 368 minut tedy 6 hodin a 8 minut. Z toho 358 minut náleží procesům s 97 %. Transporty trvají 10 minut, což odpovídá 3 % z celkového času. Dráha transportů měří 427 m. Na lince je prováděno 5 kontrol, 17 transportů a 14 procesů.

Tabulka 7 Analýza výrobního procesu BSK (vlastní zpracování)

Číslo	Činnost	Činnost				
		Proces	Transport	Kontrola	Vzdálenost (metrů)	Trvání (min)
1	Dávkování písku, cementu, barevné suspenze a záměsově vody do protiproudé míchačky	○				1,00
2	Míchání v protiproudém mísiči	○				1,33
3	Transport betonové směsi do lisu		⇒		14	0,25
4	Vytváření pásma válcováním a tažením	○				0,01
5	Transport pásma k sekací stanici		⇒		1	0,02
6	Sekání pásma na požadovanou délku 420 mm	○				0,01
7	Kontrola výtisku a konzistence betonové směsi			□		0,00
8	Transport výtisků k barvicí komoře		⇒		7,5	0,18
9	Barvení základní barvou	○				0,6
10	Kontrola hmotnosti nanesené barvy			□		0,00
11	Transport nabarvených výtisků do elevátoru		⇒		15	0,36
12	Přesun výtisků z elevátoru do koše		⇒		0,6	0,30
13	Zavážení koše přesuvnou do komorových sušáren		⇒		33	0,79
14	Vytvrzování výtisků při teplotě 52 °C	○				350,00
15	Vyvážení tašek přesuvnou ze sušáren k elevátoru		⇒		33	0,79
16	Přesun tašek z koše do elevátoru		⇒		0,6	0,30
17	Transport tašek od elevátoru k odformovači		⇒		9	0,21
18	Odformování	○				0,6
19	Transport tašek k barvicí komoře		⇒		4	0,10
20	Kontrola hmotnosti a rozměrů			□		0,00
21	Nanášení povrchové úpravy	○				0,6
22	Kontrola povrchové úpravy			□		0,00
23	Transport nabarvených tašek AI kontrole		⇒		104	2,48
24	AI kontrola kvality			□		0,00
25	Třídění na základě AI optické kontroly	○				0,6
26	Transport tašek do dosoušecího karuselu		⇒		10	0,24
27	Dosoušení nabarveného povrchu tašek v karuselu	○				0,96
28	Transport tašek z karuselu k páskovacímu stroji		⇒		5	0,12
29	Vázání 52 kusů výrobků PP páskou	○				0,10
30	Ukládání balení tašek na dřevěnou paletu	○				0,20
31	Transport tašek k balicímu stroji		⇒		24	0,57
32	Balení palety tašek do stretch folie	○				1,67
33	Transport zabalené palety k aplikátoru etiket		⇒		4	0,10
34	Strojní aplikace etiket s údaji o výrobku	○				0,00
35	Transport zabalené palety k vyvážecí dráze		⇒		12	0,29
36	Převoz palet vysokozdvížným vozíkem na sklad		⇒		150	3,57
Celkem	Četnost	14	17	5	427 m	368 min.
	Součet					

9 CEZ VÝROBNÍ LINKY

Ve zkoumané továrně není měřeno OEE neboli celková efektivita zařízení. Dosud bylo využíváno pouze měření produktivity, kdy se celkový výstup linky očištěný o neshodné kusy dělil počtem vstupů. V tomto případě součtem odpracovaných hodin na daném pracovišti. Pro přesnější určení efektivity byl použitý vzorec kombinující ve výpočtu celkové efektivity dostupnost, výkonnost a kvalitu dosahovanou zařízením. Před zahájením sběru potřebných dat proběhla informativní schůzka ve výrobě, kdy zpracovatel práce za přítomnosti ředitele závodu popsal mistru a operátorům linky záměr a cíl racionalizovat neboli zefektivnit využívání výrobních faktorů při výrobě základních betonových tašek. Schůzka měla za účel motivovat zaměstnance ke spolupráci, protože případný úspěch projektu mohl mít pozitivní dopad na jejich finanční ohodnocení a bylo důležité podpořit angažovanost co nejdříve.

Sběr dat potřebných k výpočtu efektivity linky během sledovaného období byl prováděn následovně. Údaje o zmetkovitosti pravidelně zaznamenávalo do určeného datového uložení zařízení na detekci a odstraňování nestandardních kusů. Údaje o skutečně vyrobeném množství byly pravidelně zaznamenávány mistrem výroby do výrobního deníku. Celkový čas chodu linky zaznamenával po odečtení z ovládacího displeje lisu a řezací stanice také mistr výroby do průvodního listu. Při zaznamenávání prostoje linky bylo nutné spoléhat na operátora lisovny a expediční linky, kteří zapisovali poruchy do průvodek, tak aby je po ukončení směny mistr zanesl do sumáře odchylek. Linka bohužel není vybavená systémem pro automatické zapisování poruch, ale dle záměru společnosti bude provedena analýza pro aplikaci modulu pro řízení výroby v rámci ERP Helios do všech výrobních závodů firmy KM Beta i sesterské Tvarbet Moravia provozující cihelnu. Bohužel ne dříve než ve 2. polovině roku 2023. Z výše uvedených informací vyplývá, že ze získaných dat šlo vypočítat CEZ. Tabulka níže znázorňuje vzorec použitý pro výpočet.

Tabulka 8 Vzorec pro výpočet CEZ (vlastní zpracování)

Disponibilita	
D =	$\frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}}$
Kvalita	
K =	$\frac{\text{celkový výkon} - \text{množství zmetků}}{\text{celkový výkon}}$
Výkon	
V =	$\frac{\text{normovaný čas na kus} \times \text{výroba v kusech}}{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}$
Celková efektivita zařízení: CEZ = D x K x V (v %)	

Tabulka 9 Celková efektivnost linky BSK za sledované období (vlastní zpracování)

Vstupy pro výpočet CEZ	Hodnoty
Datum pozorování	7.11.-16.12.2022
Časy pozorování (od-do)	6:00 – 14:30
Plánovaný čas provozu linky (v min.)	480
Činnost linky (v min.)	363
Nečinnost linky (čas v min.)	117
Průměrný denní výkon v kusech	35 148
Průměrný počet zmetků	658
Normovaný čas na kus (v min.)	0,01
Výsledné hodnoty za sledované období	
Disponibilita	75,8 %
Kvalita	98,2 %
Výkon	98,4 %
CEZ	73,2 %

Výpočty byly zjištěny následující skutečnosti. Kvalita produkce během sledovaného období dosáhla hodnoty 98,2 %. Výkon také překročil 98 %. Dostupnost zařízení činila 75,2 %. Celková efektivita linky tedy dosáhla hodnoty 73,2 %.

Hlavním cílem je racionalizovat zkoumané pracoviště, tedy zlepšit využívání zdrojů potažmo zvýšit celkovou efektivitu. Cílem bylo zvýšit CEZ o 10 %. Z výše uvedených informací lze vyvodit, že největší potenciál k dosažení cíle se skrývá právě v dostupnosti linky. Proto bude v následující části věnována větší pozornost právě analýze dostupnosti zařízení. Budou kombinovány metody exaktní a behaviorální za účelem identifikovat nejvýznamnější příčiny snížené dostupnosti a současně nalézt řešení k jejich eliminaci. Zbývající faktory kvalita a výkon nebudou dále zkoumány, protože případná zlepšení by neměla na výslednou efektivitu významný vliv.

Následující tabulka zachycuje celé zkoumané období. Z tabulky je patrná stabilita v oblastech výkonu a kvality. Naproti tomu v oblasti dostupnosti bylo možné vysledovat určité změny v rámci pracovního týdne. Pondělky mají nižší disponibilitu než následující dny týdne, kdy dostupnost zpravidla roste, ale v pátek opět klesá. Tento efekt „vlažných“ začátků a konců pracovního týdne byl výraznější na počátku sledovaného období. S postupem času došlo i k růstu disponibility, který mohl ovlivnit zvýšený zájem o linku ze strany vedení závodu.

Tabulka 10 CEZ dosahovaná během sledovaného období (vlastní zpracování)

Sledovaný týden	Datum	Dostupnost v %	Výkon v %	Kvalita v %	CEZ
1.	pondělí 7. listopad 2022	61 %	98 %	98 %	59 %
	úterý 8. listopad 2022	68 %	98 %	99 %	66 %
	středa 9. listopad 2022	82 %	98 %	98 %	79 %
	čtvrtek 10. listopad 2022	84 %	99 %	98 %	81 %
	pátek 11. listopad 2022	70 %	98 %	98 %	68 %
2.	pondělí 14. listopad 2022	68 %	98 %	98 %	66 %
	úterý 15. listopad 2022	79 %	99 %	98 %	76 %
	středa 16. listopad 2022	86 %	98 %	98 %	83 %
	pátek 18. listopad 2022	71 %	98 %	98 %	68 %
3.	pondělí 21. listopad 2022	65 %	98 %	98 %	63 %
	úterý 22. listopad 2022	81 %	98 %	98 %	78 %
	středa 23. listopad 2022	84 %	98 %	98 %	80 %
	čtvrtek 24. listopad 2022	81 %	98 %	98 %	78 %
	pátek 25. listopad 2022	76 %	98 %	98 %	73 %
4.	pondělí 28. listopad 2022	66 %	99 %	98 %	64 %
	úterý 29. listopad 2022	84 %	98 %	99 %	81 %
	středa 30. listopad 2022	81 %	98 %	98 %	78 %
	čtvrtek 1. prosinec 2022	83 %	99 %	98 %	80 %
	pátek 2. prosinec 2022	78 %	98 %	98 %	75 %
5.	pondělí 5. prosinec 2022	70 %	98 %	98 %	68 %
	úterý 6. prosinec 2022	75 %	98 %	98 %	72 %
	středa 7. prosinec 2022	78 %	98 %	98 %	75 %
	čtvrtek 8. prosinec 2022	85 %	99 %	98 %	82 %
	pátek 9. prosinec 2022	81 %	98 %	98 %	78 %
6.	pondělí 12. prosinec 2022	73 %	98 %	98 %	70 %
	úterý 13. prosinec 2022	76 %	98 %	98 %	73 %
	středa 14. prosinec 2022	61 %	98 %	98 %	59 %
	čtvrtek 15. prosinec 2022	72 %	99 %	98 %	70 %
	pátek 16. prosinec 2022	83 %	98 %	98 %	80 %
Průměr		75,8 %	98,4 %	98,2 %	73,2 %

9.1 Analýza zaznamenaných prostojů

Příčiny snížené dostupnosti výrobní linky byly během sledovaného období zaznamenány do sumáře odchylek. Tím pádem se nabízela možnost provést analýzu prostojů neboli zjistit nejvýznamnější důvody přerušení výroby. V této fázi zkoumání prostojů byla využita ABC analýza. Výstupem analýzy bylo rozřídění důvodů přerušení do tří kategorií. Skupinu C reprezentuje 12 příčin s podílem 11,4procenta. Skupina B s hodnotou 29,7procent má 6 příčin. Skupina A je z hlediska výstupu analýzy nejdůležitější, protože ovlivňovala dostupnost linky téměř v 60procentech případů. Skupinu A tvoří pouze tři příčiny snížené

disponibility. Na prvním místě s 21,6 procenty porucha nanášení svrchní barvy. Na druhém seřizování a čištění ústí lisu a na třetím opět porucha nanášení barvy, ale tentokrát základní.

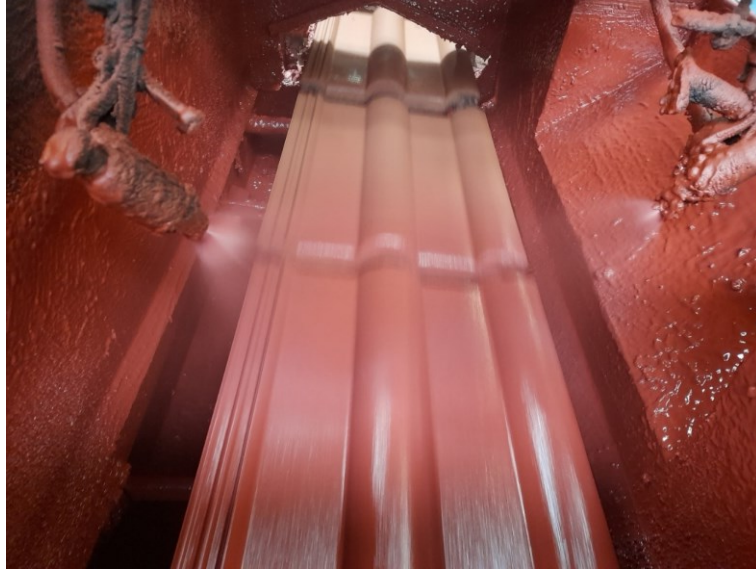
Tabulka 11 ABC analýza zaznamenaných prostojů (vlastní zpracování)

Důvod snížené dostupnosti linky	Trvání přerušení v minutách	Procent	Četnost	ABC analýza	
Porucha nanášení svrchní barvy	728	21,6 %	48	A	58,9 %
Čištění ústí lisu	698	20,7 %	28	A	
Porucha nanášení základní barvy	558	16,6 %	32	A	
Vývoz nevyhovujícího betonu	341	10,1 %	11	B	29,7 %
Porucha lisu	224	6,6 %	9	B	
Přechod barev	158	4,7 %	6	B	
Porucha sekací stanice	98	2,9 %	21	B	
Porucha mísícího jádra	96	2,8 %	8	B	
Přetrhlé dopravníkové lano	84	2,5 %	3	B	
Porucha páskovače	68	2,0 %	12	C	
Shozené dopravníkové lano	56	1,7 %	11	C	11,4 %
Seřízení odformovače	41	1,2 %	7	C	
Zaseknutí košů	40	1,2 %	5	C	
Zaseknutí výtahů	37	1,1 %	4	C	
Ucpaná olejovací tryska	33	1,0 %	4	C	
Porucha zavážení do karuselu	30	0,9 %	3	C	
Porucha přesuvny	25	0,7 %	1	C	
Porucha baličky	21	0,6 %	1	C	
Porucha třídění neshodných kusů	14	0,4 %	1	C	
Porucha karuselu	13	0,4 %	2	C	
Porucha vyvážení z karuselu	6	0,2 %	1	C	

9.1.1 Popis nejvýznamnějších prostojů

Prostřednictvím ABC analýzy byly identifikovány nejvýznamnější důvody přerušení chodu výrobní linky. Největší podíl má nanášení finální povrchové úpravy betonu. Dále vyjmutí ústí z lisu kvůli čištění a nanášení základní barvy. Vzhledem ke stejnému principu aplikace barev technicky shodnými zařízeními bude problém řešen stejně, protože poruchy mají shodný projev jen nastávají v rozdílných fázích výroby BSK a na jiných místech v rámci výrobní linky. Nanášení základní barvy je prováděno ihned po vylisování a oddělení jednotlivých výlisků, tedy na povrch čerstvé betonové směsi. Druhý nástřik je prováděn až po vytvrzení tašek to znamená na betonový povrch opatřený základní barvou.

Pro kvalitní aplikaci barev platí, že zařízení musí být v dobrém technickém stavu a čisté. Barvicí stanice bývají každý den po ukončení směny kontrolovány a čištěny operátorem linky. Jedenkrát týdně bývají barvicí stanice čištěny důkladně.



Obrázek 19 Aplikace základní barvy na výlisky (vlastní zpracování)

V průběhu výroby bývají korigovány rozměry a hmotnost výlisků. Korekce jsou prováděny prostřednictvím seřizování ústí. To je prováděno několikrát v průběhu směny a pro bezproblémové provedení musí být zajištěna určitá volnost pohybu, které po určité době brání ulpívající beton z vnitřní části lisovací komory. V případě, že je omezena pohyblivost ústí nutná k seřizování musí být ústí vyňato za účelem provedení čištění a následně osazeno zpět do lisu, aby mohla pokračovat výroba s možností upravovat lisované pásma.



Obrázek 20 Snímek zachycuje čištění ústí (vlastní zpracování)

9.2 Brainwritteing – identifikace kořenových příčin přerušení

V této fázi analýzy bylo využito při hledání příčin nejčastějších prostožů linky potenciálu zaměstnanců závodu. Po konzultaci s ředitelem závodu byl nominován tým odborníků, kteří mohli přispět díky svým zkušenostem a znalostem k nalezení kořenových příčin problémů.

Byl kladen velký důraz na spolupráci v rámci týmu. Velká pozornost byla věnována aktivní komunikaci se zaměstnanci závodu. Záměrem bylo navázat na první informativní schůzku na které byla zajištěna spolupráce pro sběr dat pro analýzu. Nyní, když byly odhaleny důvody snížené CEZ linky přišly na řadu dva brainwritteingy doplněné diagramy následků a příčin pro znázornění souvislostí. Ishikawovi diagramy obsahovaly šest dimenzí: prostředí, lidé, management, technologie, materiál a stroje.

9.2.1 Složení týmu

Důležitou roli při sestavování týmů hrála odbornost a zkušenosti v rámci závodu a firmy. Účastníků nemělo být více než osm z důvodu požadavku na zajištění plynulého průběhu akce. Tým byl složen s následujícími členy viz tabulka níže.

Tabulka 12 Složení brainstormingů (vlastní zpracování)

Aktér	Praxe v závodě v rocích	Proč byl nominován?
Mistr údržby	2	Povědomí o strojním vybavení linky.
Lisař	20	Zkušenosti s aplikací barev i lisováním zkoumané linky.
Barvíř	5	Zkušenosti s aplikací barev v rámci zkoumané linky.
Mistr Výroby	20	Zkušenosti z různých operátorských pozic, a proto je od roku 2021 mistrem výroby.
Hlavní technolog	1	Působí ve třech závodech společnosti. Snaha o větší zainteresování do problematiky výroby BSK.
Zpracovatel práce	12	Moderátor akce.

9.2.2 Vizuální podoba Ishikawova diagramu

Řešený problém byl vepsán do „hlavy ryby“. Jednotlivé oblasti znázorněná jako „žebra“ doplňují navazující „kosti“ sloužící k zaznamenání možné příčiny problému. Na všechny příčinu odpovídá odpověď na otázku „Proč?“.

Takto navržené diagramy dopomohly k rychlejšímu odhalení kořenových příčin nejčastějších zdrojů přerušování výroby.

9.2.3 Pravidla brainwritteingu

Pro zajištění kvalitního výsledku akce bylo důležité nastavit určitá pravidla a podmínky:

- Demokratický přístup
- Podpora synergického efektu
- Zaměření akce na hledání příčin prostřednictvím využití potenciálu týmu odborníků
- Každý má možnost označit více příčin
- Hodnocení podnětů bodovou metodou, jedena volba = jeden bod.

9.2.4 Scénář brainwritteingů

Moderátor popsal aktérům cíl akce a představil také podobu Ishikawova diagramu. Dále je seznámil s důležitými pravidly a vyzval je k jejich respektování. Následně byly členové týmu vyzváni k zaznamenání příčiny hledaného problému a oblasti kam spadá na samolepící papírový lísteček. Moderátor lístky průběžně odebíral a zanášel do diagramu připraveného na tabuli. Průběžně pobuzoval aktivitu skupiny vhodně cílenými dotazy. Účelem bylo získat informace nejpozději do dvaceti minut, tak aby se tým při poklesu aktivity nezačal ovlivňovat, což by mohlo mít negativní dopad na výsledek.

Brainwritteingy bylo díky podpoře ředitele závodu možné realizovat v zasedací místnosti továrny vybavené videoprojektorem. Díky tomu bylo možné členům týmu promítnout prezentaci, která měla za účel informovat členy týmu o výstupech provedených analýz.

9.2.5 Brainwritteing 1. Časté čištění ústí lisu

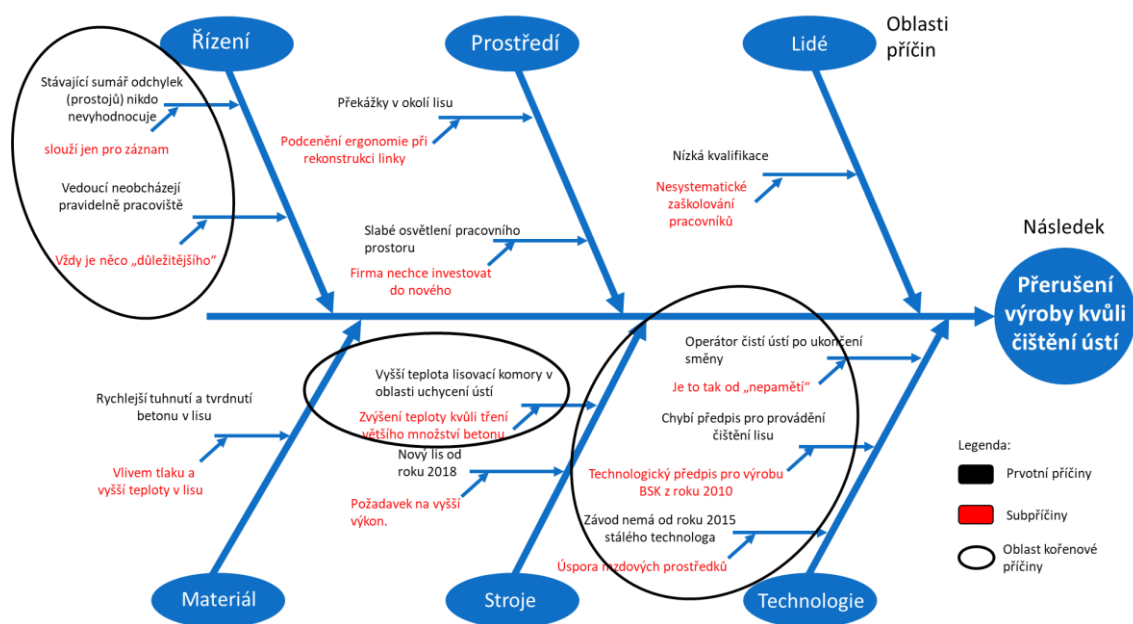
V průběhu pátrání po příčině častého čištění ústí lisu nejčastěji volili členové týmu kategorii Stroje. Což dává smysl, protože ústí je součástí lisu a bez něj není možné vytvářet z betonu požadovaný tvar pásma. To naznačovalo, že problém může souviset s lisem samotným. Ale určení příčiny nebylo tak jednoznačné, jak se na první pohled zdálo, protože lis byl od

nainstalování v roce 2018 plně funkční, a kromě pravidelných výměn určitých dílů nedocházelo k problémům. Byl tu však jeden rozdíl oproti předchozímu lisu. Nový byl výkonnější přibližně o 10 % a také víc „hrál“.

Druhou nejčastěji volenou oblastí byla Technologie. Zde někteří účastníci vícekrát uvedli chybějící předpis pro provádění čištění.

Třetí oblastí mající velký vliv na výskyt přerušení souvisela s řízením. Záznamy o zastavení linky do formulářů a jejich následný přepis do počítače byly v podstatě k ničemu, protože je nikdo dále nezkoumal a tím pádem ani nereagoval na problémy ve výrobě. Absence obchůzek pracoviště na způsob Gemba Walk situaci také neprospívala.

Zajímavé bylo, že jen jeden člen týmu viděl možnou příčinu v čištění po ukončení směny. Tato příčina byla současně i příležitostí.



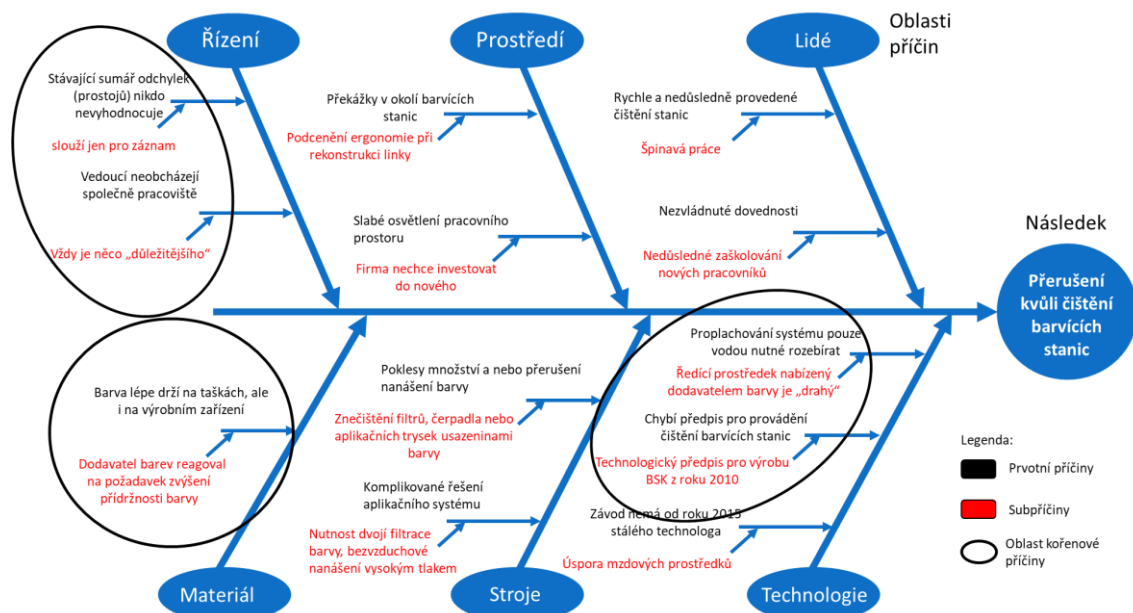
Obrázek 21 Ishikawův diagram-časté přerušení výroby kvůli čištění ústí (vlastní zpracování) Příčiny a jejich subpříčiny identifikované prvním brainwrittingem jsou zapsány v následující tabulce. V posledním sloupci je počet získaných bodů od členů týmu. Tabulka bude dále sloužit jako důležitý podklad při hledání návrhu nápravného opatření k eliminaci problému.

Tabulka 13 Brainwritting 1. bodové hodnocení (vlastní zpracování)

Oblast grafu	Příčina	Subpříčina problému	Počet bodů
Stroje	Vyšší teplota lisu v oblasti ústí	Výkonnější lis = větší tření betonové směsi v lisu	6
Technologie	Chybí předpis pro čištění	Dokumentace nebyla aktualizovaná od roku 2010	3
Technologie	Závod nemá stálého technologa	Úspora financí	3
Řízení	Vedoucí neobcházejí společně pracoviště	Výmluvy na jiné povinnosti	2
Řízení	Nevyužívání sumáře odchylek	Slouží jen pro záznam	2

9.2.6 Brainwritting 2. Porucha nanášení barvy

Během druhého brainwrittingu tým hledal příčinu přerušení výroby kvůli čištění barvicích stanic. I v tomto případě bylo hledání příčin zajímavé, protože členové týmu také využívali možnosti více voleb. Nejčastěji byla preferována oblast diagramu Materiál. Kategorie Technologie získala druhý nejvyšší počet bodů a na třetím místě se umístila oblast Lidé.



Obrázek 22 Ishikawův diagram-přerušení kvůli čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)
 Nebylo překvapením, že příčiny uváděné v kategoriích Lidé a Technologie byly podobné anebo stejné jako u prvního brainwrittingu. Nevyužívání dostupných informací a potenciálu

týmu managementem stejně jako neaktualizovaná dokumentace mohly v konečném důsledku vyústit v problémy ve výrobě.

Příčiny a jejich subpříčiny identifikované druhým brainwrittingem jsou uvedeny stejně jako v prvním případě v následující tabulce. V posledním sloupci je uveden počet získaných bodů od členů týmu.

Tabulka 14 Brainwritting 2. bodové hodnocení (vlastní zpracování)

Oblast grafu	Příčina	Subpříčina problému	Počet bodů
Materiál	Lepší přilnavost barvy k povrchům	Reakce dodavatele na požadavek KM Bety	6
Technologie	K proplachování nanášecího systému slouží stále voda	Údajně vysoké náklady na ředící prostředek	4
Technologie	Chybí předpis pro provádění barvících stanic	Dokumentace nebyla aktualizovaná od roku 2010	3
Řízení	Vedoucí neobcházejí společně pracoviště	Výmluvy na jiné povinnosti	2
Řízení	Nevyužívání sumáře odchylek	Slouží jen pro záznam	2

10 SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI

Výrobní závod v Kyjově patřící společnosti KM Beta byl postupně analyzován.

Zpočátku byla provedena analýza výrobního portfolia. Postupně došlo k identifikaci nejvýznamnějšího pracoviště, kterým je linka na výrobu BSK.

Zásadní část analýzy patřila měření celkové efektivity linky, které proběhlo v období od 7.11. do 16.12.2022. CEZ za sledované období dosáhla hodnoty 73,2 %. Cílem projektu je zvýšit CEZ o 10 % a analýzou bylo zjištěno že, kvalita i výkon dosahují vysokých hodnot, ale problém je v dostupnosti zařízení. Dostupnost dosáhla hodnoty 75,8 %.

Prostřednictvím ABC analýzy byly zjištěny nejvýznamnější důvody omezení dostupnosti:

- První a třetí důvod přerušení výroby se týkal čištění barvicích stanic s celkovým podílem 38,2 % na snížené dostupnosti a 9 % na CEZ.
- Čištění ústí lisu s nutností zastavit linku zaujímalo 20,7 % na snížené dostupnosti a 4,8 % na CEZ.

Pro hledání příčin negativních vlivů byl vyžítý potenciál zaměstnanců závodu. Vznikl tým, který se účastnil dvou brainwrittingů, doplněných diagramy následků a příčin.

11 PROJEKT RACIONALIZACE LINKY NA VÝROBU BSK

V reakci na výstup analýz byl navržen projekt na aplikaci navržených opatření.

Hlavní cíl:

- Zvýšení CEZ linky na výrobu BSK o 10 %.

Vedlejší cíle:

- Zvýšit zainteresovanost operátorů sledované linky.
- Lépe využívat potenciál vedoucích pracovníků.
- Zlepšit využívání dostupných dat a informací pro podporu rozhodování.

K odůvodnění projektu posloužil nástroj Logický rámec obsažený v příloze P I.

11.1 Definování projektového cíle prostřednictvím metody SMART

K popsání projektu byla použita metoda SMART. Cíl spočíval ve zvýšení CEZ o 10 % proti hodnotě zjištěné během období od 7.11. do 16.12.2022. Cíle bude dosaženo pomocí navržených opatření. V prvním případě úpravou provádění čištění ústí lisu. Za druhé využitím ředicího prostředku pro čištění barvicích stanic. Tato dvě opatření budou podpořena změnou přístupu managementu. Pro realizaci navržených akcí byly zajištěny potřebné zdroje včetně souhlasu zainteresovaných zaměstnanců. Projekt má být uskutečněn v termínu od 2.1. do 31.3.2023.



Obrázek 7 Grafické znázornění projektového cíle (vlastní zpracování)

11.4 RACI matice

Každý člen projektového týmu zastával určitou roli v rámci které se podílel na plnění aktivit s určenou mírou odpovědnosti, která je zachycena v následující tabulce.

Tabulka 17 RACI matice (vlastní zpracování)

Aktivita	Manager projektu	Nákupčí	Mistr výroby	Technolog	Vedoucí údržby	Ředitel závodu
Definování projektu	R, A					I
Ustanovení projektového týmu	R	I	I	I	I	I, A
Definování požadovaných vlastností čističe	C		C	R, A	C	C
Konzultace nového způsobu čištění barvicích stanic s výrobcem barev	I			R, A		I
Pořízení vhodného čisticího prostředku	I	R		I		A
Návrh technologického postupu čištění barvení	C		C	R, A	C	C
Zajištění způsobilosti nanášecího zařízení pro test	I		I	I	R, A	I
Změna postupu čištění ústí lisu			I	R, A	I	I
Testování v provozu	I		R, A	R	R	I
Vyhodnocení testu	R, A					I
Vyhodnocení ekonomického dopadu na výrobu BSK	R, A					I

Vysvětlení zkratk: R – provádí, A – schvaluje, C – konzultuje, I – informován

11.5 RIPRAN analýza

Rizika spojená s realizací projektu byla vyhodnocena pomocí RIPRAN v příloze P II.

11.6 Návrhy na zlepšení současného stavu

Na konci každého brainwrittingu následovala řešitelská schůzka za účelem nalezení cesty vedoucí ke zlepšení současného stavu. Složení týmu zůstalo stejné včetně moderátora.

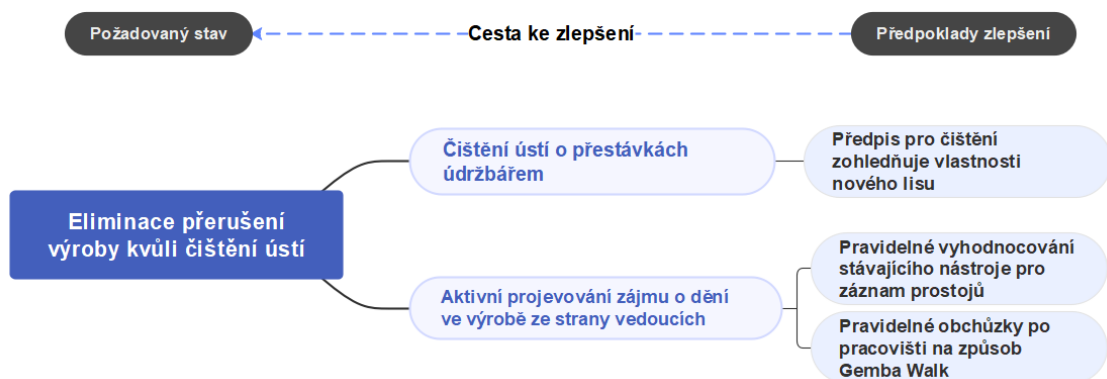
11.6.1 Provádění čištění ústí lisu

Po první akci bylo důležité odpovědět na otázku týkající se nového lisu, který byl sice výkonnější, ale vyskytovala se u něj také nepříjemná vlastnost v podobě přehřívání. To mělo za následek tvrdnutí betonu kolem ústí. Seřizování je prováděno několikrát během směny, aniž by se zastavila výroba, kdy povolováním a utahováním stavěcích šroubů nástroje dochází k úpravě hmotnosti, rozměrů, a především povrchu lisovaného pásma. Ústí obklopené z vnitřní části lisovací komory tvrdým betonem, ale není možné seřizovat. Z výše uvedeného vyplývá, že by řešení mohlo spočívat ve snížení teploty ovlivňující tuhnutí betonu. Tato věc byla řešena s dodavatelem lisu brzy po dodání do závodu. Nicméně bez konkrétního výsledku.

Další negativní faktor spočíval v technologických postupech. Během brainwrittingu vyšlo najevo, že dokumentace má jen formální charakter. Vůbec nerefletovala změny, které proběhly na lince během její rozsáhlé rekonstrukce v roce 2018. Technologická dokumentace tak nemůže sloužit praktickým účelům, například jako podklad pro vytvoření předpisu pro čištění ústí.

Co s tím? Přestavba lisu je otázkou stovek tisíc možná milionů korun a nejde ji realizovat ihned. Navíc by zřejmě vyžadovala zastavení produkce. Takže tudy cesta nevedla. Mnohem jednodušší a jak se později ukázalo bylo změnit zavedenou praxi, pokud šlo o čištění ústí. Nabízela se možnost využít inspekčního údržbáře během obědové pauzy, což je 4,5 hodiny po startu výroby. Problém s nutností vyjmout ústí z lisu a očistit jej se vyskytoval v 90 % případů až po obědové pauze.

Inspekční údržbář mohl vyjmout ústí z lisu a provést jeho očištění, tak aby bylo po instalaci opět způsobilé k seřizování během výroby. Celá akce obvykle netrvá déle než 20 minut. Tím pádem byla dostatečná časová rezerva na provedení, protože přestávka trvá 30 minut.



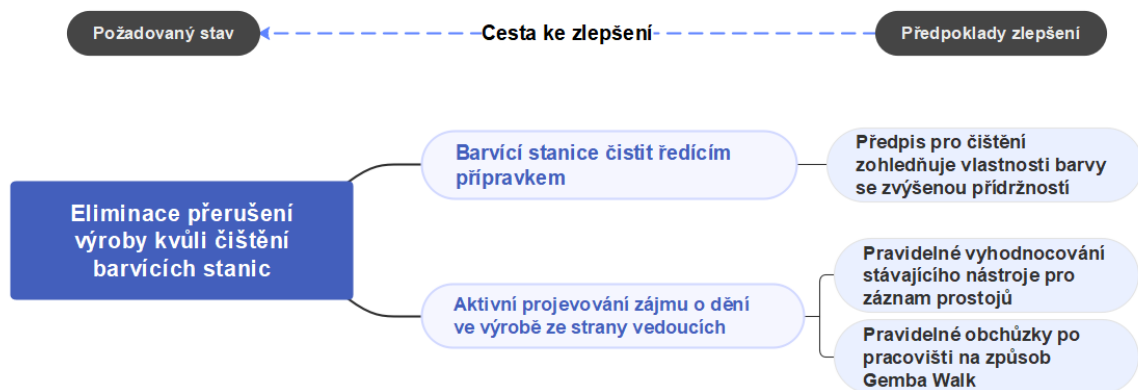
Obrázek 23 Eliminace přerušeni výroby kvůli čištění ústí lisu (vlastní zpracování)

11.6.2 Provádění čištění barvicích stanic

Po druhém brainwritteingu následovala řešitelská schůzka k nalezení postupu, který by významně omezil čištění barvicích stanic během směny. Zastavení výroby z důvodu poruchy nanášení barvy stálo téměř za 40 % ztráty disponibility linky. Problémy s aplikací barev na povrch tašek nastávaly i před úpravou přídržnosti. Podle sumářů odchylek z období před změnou vlastností barvy dosahovaly ztráty disponibility kvůli znečištění aplikačních stanic cca 15 %. Vyřešit problém návratem k barvám s nižší přídržností bylo nepřijatelné s ohledem na možné zhoršení kvality výrobků.

I v tomto případě bylo možné hledat část podílu na problému v technologických postupech. Jak již bylo zmíněno výše, nedocházelo k průběžné aktualizaci technologické dokumentace, ze které měl vycházet předpis pro čištění. Nebylo tedy divu, že po změně vlastností barvy došlo k nárůstu prostojů kvůli zanášení barvicích stanic. Dosud operátor proplachoval stanice po ukončení směny vodou. Přitom během brainwritteingu vyšlo najevo, že dodavatel barvy nabídl vlastní ředící prostředek, který šlo využít jako prostředek k čištění. Podle operátorů byl přípravek dokonce úspěšně odzkoušen. Bohužel zůstalo jen u této zkoušky. Změna praxe vyžadující pořizování ředícího přípravku byla zamítnutá, protože byly brány v potaz jen pořizovací náklady na ředící prostředek, ale nikdo se nezabýval otázkou zvýšením dostupnosti zařízení, a tedy růstem CEZ výrobní linky, které v závodě nebylo sledováno jako zásadní KPI pro sledování efektivity.

Výstupem druhé řešitelské schůzky byl návrh na úpravu zavedené praxe. Nově by operátor barvení po ukončení směny propláchl systém vodou a následně naplnil doporučeným ředícím prostředkem v množství cca 6 litrů na stanici, tak aby došlo k úplnému napuštění do hadic, filtru čerpadla až po nanášecí trysky. Před startem výroby operátor vypustí ředící prostředek s nečistotami do určeného kontejneru. Následně by pokračoval v přípravě stanic k barvení. Takto praktikovaný postup by měl výrazně omezit zastavení výroby kvůli čištění komponent barvicích stanic.



Obrázek 24 Eliminace přerušení výroby kvůli čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)

11.6.3 Změna chování managementu

Na každém brainwritteingu byla shodně označena kategorie řízení. Vedoucí pracovníci nevyužívali plně své možnosti dané získanými znalostmi, dovednostmi a praxí. Zvláště v případě zaměstnanců firmy, kteří mají možnost rozhodovat a v ideálním případě pozitivně ovlivňovat hodnototvorné procesy v závodu je možné konstatovat, že dochází k plýtvání lidským potenciálem. To se v konečném důsledku přenáší na celý provoz.

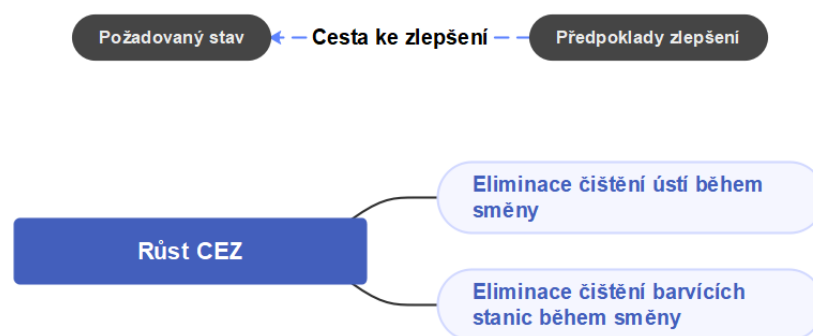
Zlepšit současný stav může společné řešení problémů vedoucími pracovníky přímo v místech, kde vznikají to znamená ve výrobním procesu. Což by mělo přinášet rychlé a efektivní reakce na odchylky, které se mohou projevit v celkové efektivitě využívání zdrojů.

Ve zkoumaném provozu by měl být nastaven systém pro realizaci pravidelných obchůzek provozu na způsob Gemba Walk. Za účasti ředitele závodu, hlavního technologa, mistrů výroby a údržby. V případě linky BSK, která se zásadně podílí na ekonomických výsledcích firmy musí být zvláštní pozornost věnována zejména všem hodnototvorným procesům definovaných procesní analýzou. Každá taková kontrola nesmí postrádat aspekt interakce s operátory. Projevování zájmu formou krátkého rozhovoru vedoucího s pracovníkem linky může pomoci odhalovat problémy a v nejlepším případě rovnou generovat akce na zlepšení. Taková komunikace má být primárně zaměřená na proces výroby, ale neméně důležitý je i lidský přístup. Vedoucí má být v ideálním případě sociálně zralá a odborně zdatná osobnost. Během komunikace vedoucího a pracovníka výroby má panovat přátelská atmosféra a tu je vhodné podporovat například neformálním přístupem. Podněty ke zlepšení získané v provozu by měly být vždy posouzeny a v případě realizovatelnosti aplikovány. Zaměstnanci výroby musí pocítit, že spolupráce založená na

kvalitní komunikaci dává smysl a přispívá ke zlepšování pracovních podmínek, výkonů a výdělků, což mnozí asi ocení nejvíce.

Projevování zájmu managementu o proces výroby může pomoci, ale samo o sobě nestačí k tomu, aby zabránilo v budoucnu vzniku jiných příčin poklesu CEZ. Řízení zkoumaného závodu lze přirovnat k cestě autem. Znáte cíl a tím je maximální efektivita výroby, ale neznáte ideální cestu, kterou se dostanete do cíle. Mapu, kterou máte v přihrádce to jsou dnešní záznamy o chodu linky dobře ukryté v excelovských tabulkách. Kdo by se však zdržoval hledáním cesty, a tak se řízení provádí spíše intuicí. Ta může k cíli nasměrovat, ale stěžejí jej lze přes překážky dosáhnout. Proto je vhodné ve sledovaném závodě využívat CEZ ihned na bázi dostupných dat a informací z výroby. Pravděpodobně by nebylo za stávajícího stavu úplně dokonalé, ale už jen upřesnění aktuální polohy může výrazně pomoci. To se ostatně ukázalo při měření CEZ na počátku výzkumu, které postupně navedlo k analýze prostoje a identifikaci nejvýznamnějších zdrojů ztrát.

Zpracovatel práce si je vědom toho, že pokud to technologie umožňují, má být sběr dat z procesu výroby automatizován, tak aby umožňoval informování o stavu výrobního zařízení v reálném čase pomocí komplexního nástroje v podobě CEZ s možností poskytovat managementu rychle informace o nejvýznamnějších zdrojích odchylek v oblasti dostupnosti, výkonu a kvality. Což by účinně pomáhalo korigovat vývoj správným směrem.



Obrázek 25 Růst CEZ po aplikaci nápravných opatření (vlastní zpracování)

11.7 Náklady na realizaci projektu

Na základě souboru informací o cenách za materiál a práci byl vytvořen rozpočet pro realizaci testování nového způsobu čištění barvicích stanic v rámci projektu. U opatření upravující režim čištění ústí nebyl předpoklad vzniku nákladů.

Tabulka 18 Rozpočet projektu – čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)

Položka	Náklady v Kč
Prostředek k odstranění usazenin při předpokládané spotřebě 162 l	17 010 Kč
Pořízení kontejneru na zachycení ředícího prostředku	3000 Kč
Náklady na likvidaci ředícího prostředku a kontaminované vody v předpokládaném množství 432 l	3024 Kč
Položka	Náklady v Kč
Mzdy technologa, mistra výroby, vedoucího údržby, nákupčího	5 392 Kč
Mzda operátora výroby	1 415 Kč
Celkem	29 841 Kč

Tabulka níže podává informaci o hodnotě ztrát způsobené nejčastějšími prostoji. Ztráta za den odpovídá hodnotě nevyrobené krytiny podle ceníkové ceny. V případě čištění ústí činí podíl na CEZ 4,8 %. U přerušení z důvodu čištění barvicích stanic odpovídá ztráta na CEZ celkem hodnotně 9 %. Společně za tři nejvýznamnější důvody ztráty disponibility činí ztráta na CEZ 13,8 %. Vzhledem k předpokladu velmi rychlé návratnosti prostředků vložených do realizace projektu bylo rozhodnuto o jeho realizaci.

Tabulka 19 Hodnota ztrát způsobená nejčastějšími prostoji (vlastní zpracování)

Hodnota nevyužití příležitosti způsobená nejčastějšími prostoji na lince BSK za směnu 480 min		
Důvod ztráty disponibility	Podíl na CEZ v %	Ztráta za den v Kč
Ucpaná barvicí stanice svrchní	5,1 %	123 683 Kč
Vyjmutí ústí kvůli čištění	4,8 %	118 586 Kč
Ucpaná barvicí stanice základní	3,9 %	94 801 Kč
Celkem	13,8%	337 069 Kč

V následující tabulce je zachycen ekonomický dopad při různých variantách úspěšnosti projektu. Varianta s nejnižší úspěšností odpovídala 60 procentům a varianta s nejvyšší úspěšností 90 procentům.

Tabulka 20 Ekonomický dopad projektu podle úspěšnosti (vlastní zpracování)

Dopad projektu podle variant			
Úspěšnost projektu v %	60 %	75 %	90 %
CEZ	81,5 %	83,6 %	85,6 %
CEZ nad 73,2 v %	8,3 %	10,3 %	12,4 %
Zvýšení CEZ v %	11,3 %	14,1 %	16,9 %
CEZ nad 73,2 % vyjádřená v hodnotě výrobků	202 242 Kč	252 802 Kč	303 362 Kč

11.8 Realizace opatření

Navržená opatření ke zlepšení současného stavu byla realizována včas ve shodě s navrženým harmonogramem projektu. Aplikace proběhla ve třech fázích. Nejdříve byla realizována úprava režimu čištění ústí lisu. Poté se ve druhé zavedl nový postup čištění barvicích stanic. Samotné zavedení čištění pomocí ředícího prostředku proběhlo nejdříve u stanice pro aplikaci základní barvy a po ověření účinnosti byl nový způsob s týdenním odstupem implementován i u druhé stanice pro finální barvení. Zavedení postupu čištění barvicích stanic nebylo zavedeno současně z důvodu snížení rizika souvisejícího s možným neúspěchem při testování.

11.8.1 Čištění ústí



Zavedená praxe, kdy bylo ústí pravidelně čištěno po 8 hodinách provozu vyžadovala úpravu organizace práce inspekčního údržbáře, tak aby byl dostupný pro provádění čištění ústí v době obědové přestávky, která trvá 30 minut v době od 10:30 do 11:00. Mistr údržby dohodl potřebnou změnu se svými podřízenými, kteří zajišťovali údržbu na lince BSK. Údržbářům byl stanoven interval přestávky od 11:00 do 11:30. Nově bylo tedy možné čistit ústí i o obědových přestávkách a nejen po ukončení směny.



Obrázek 26 Stav ústí po vyjmutí z lisovací komory (vlastní zpracování)

Aplikace opatření proběhla na počátku druhého týdne roku 2023. Byla provedena aktualizace předpisu pro provádění činnosti. Jednotlivé operace jsou zachyceny v následující tabulce.

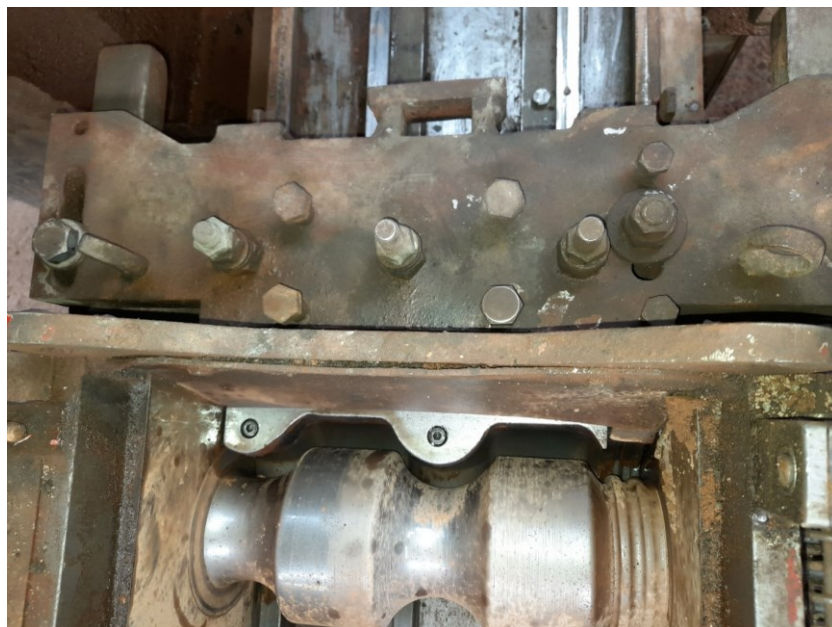
Tabulka 21 Pracovní postup čištění ústí BSK (vlastní zpracování)

Pracovní postup: čištění ústí lisu			
Vyobrazení: 		Pracoviště:	Linka BSK
		Zařízení:	Lis
		Součást:	Ústí
		Provádí:	Inspekční údržbář
		Odpovídá:	Mistr údržby
		Ochranné prostředky:	Rukavice, ochranné brýle, svářečská zástěra
Číslo operace	Operace	Pomůcky, nástroje, prostředky	
1	Očistit nosný trámec, upínací šrouby a transportní oka	Pistole se stlačeným vzduchem	
2	Povolit jistící šrouby	Klíč maticový očkoplochý 30 mm, pneumatický utahovák	
3	Uvázání trámce na jeřáb	Vázací řetězy	
4	Vysunutí ústí z lisovací komory	Jeřáb	
5	Transport jeřábem k čistícímu stolu	Jeřáb	
6	Uložení na seřizovací stůl	Seřizovací stůl	
7	Důkladné čištění viditelných částí a spáry mezi trámcem a ústím	Pistole se stlačeným vzduchem	
8	Čištění nánosů tvrdého betonu	Ocelová špachtle šířky 20 mm, ocelový trn s plochým koncem	
9	Provést vizuální kontrolu kvality čištění. Při zjištěném nedostatku dočistit.	Zrak, hmat	
10	Mazání všech částí, které přicházejí do styku s betonovou směsí	Odformovací olej, zárohový štětec 1"	
11	Odstranění nečistot z bočnic lisovací komory v místě osazení ústí	Pistole se stlačeným vzduchem, ocelová špachtle 20 mm	
12	Mazání bočnic odformovacím olejem	Odformovací olej, zárohový štětec 1"	
13	Transport ústí k lisovací komoře	Jeřáb	
14	Pomalé spouštění ústí a trámce na konzoly lisovací komory	Jeřáb	
15	Odjištění vázání	Vázací řetězy	
16	Zasunutí trámce na dorazy	Ruce	
17	Zašroubovat a silně dotáhnout upínací šrouby	Pneumatický utahovák, klíč maticový očkoplochý 30 mm	
18	Vyčistit a zkontrolovat použité nástroje	Pistole se stlačeným vzduchem, kartáče, hadr	
19	Uložit čistící nástroje na určená místa	Tabule na náradí	
20	Odstranit nečistoty z podlahy	Smeták, lopatka	
Vypracoval: Lubomír Horáček		Dne: 05.01.2023	



Obrázek 27 Nanášení separačního oleje na očištěné ústí (vlastní zpracování)

Na základě pozorování pracovníka při čištění, byly nahrazeny nebo doplněny některé pracovní nástroje a pomůcky. Například pro snadnější manipulaci s upínacími šrouby bylo doporučeno používat místo otevřeného klíče pneumatický rázový utahovák, protože celé pracoviště má vybudované rozvody stlačeného vzduchu s dostatečnou kapacitou, což umožňovalo bezproblémové připojení pneumatického nářadí.



Obrázek 28 Lisovací komora s upnutým ústím (Vlastní zpracování)

Implementace nového postupu si vyžádala také změnu v oblasti používání ochranných pomůcek při čištění ústí. Inspekční údržbář byl vybaven kvalitními ochrannými brýlemi poskytující ochranu proti zasažení očí odletujícími kousky betonu z čištěných povrchů a

rukavicemi se zvýšenou odolností proti prořezání při současném zlepšení citlivosti úchopu. Dříve údržbáři využívali jen jeden typ univerzálních pracovních rukavic bez ohledu na ergonomii a charakter prováděné činnosti. Poskytnutí kvalitnějších osobních ochranných pomůcek s možností vlastního výběru přispělo ke snížení rizika úrazu při provádění čištění. Akce vzbudila pozitivní zpětnou vazbu u pracovníka, který ocenil aktivní přístup firmy k řešení bezpečnosti a komfortu práce ze strany firmy.

Testování upraveného postupu trvalo tři týdny. K vyhodnocení účinnosti opatření byla použita metrika CEZ. Přerušování výroby kvůli potřebě vyčistit ústí nastalo za dobu pozorování jen ve dvou případech o to vlivem zachycení kořínků na čele nástroje. Problém s tvrdnoucím betonem, který znemožňoval provádět seřizování za provozu linky byl vyřešen. Vzhledem k pozitivnímu dopadu v podobě omezení prostoje kvůli čištění ústí rozhodl ředitel závodu o trvalém využívání nového postupu.

11.8.2 Barvicí stanice základní

V případě barvicích stanic bylo nutné nejdříve zajistit prostředek pro účinné čištění vnitřních částí aplikačního systému. Čistící prostředek k provedení zkoušek poskytla firma dodávající společnosti KM Beta barvy k povrchové úpravě střešních tašek. Jednalo se o ředící přípravek. Dodavatel poskytl také potřebnou dokumentaci k látce, tak aby bylo možné zajistit podmínky pro bezproblémové použití s ohledem na ochranu životního prostředí a zdraví.

Na počátku 7. týdne bylo možné realizovat test. Podle doporučení výrobce byl aplikační systém zcela naplněn ředícím prostředkem v množství 6 litrů. Požadovaný efekt měl nastat nejdříve po 6 hodinách působení látky v aplikačních součástech zařízení. Až poté měla být látka vypuštěna ze stanice. Z toho důvodu proběhla příprava už v sobotu během tzv. velkého čištění, tak aby bylo možné testovat dopad opatření od pondělí následujícího týdne. Další aplikace ředícího prostředku byly prováděny vždy po ukončení směny. Zařízení zůstávalo napuštěno do následujícího dne tak, aby byl zajištěn požadovaný čistící efekt. Operátor barvení před startem výroby vypouštěl ředící prostředek spolu s nečistotami do určeného kontejneru. Činnost operátora provádějícího čištění po směně a přípravu barvicího zařízení před směnou byla běžnou praxí. Délka trvání činnosti byla shodná jako v případě čištění vodou. Po směně trvalo čištění přibližně 15 minut a ranní příprava včetně propláchnutí systému 5 minut.

První den, kdy byla sledována účinnost nového postupu čištění došlo ke dvěma přerušením výroby z důvodu ucpání systému nečistotami, které zřejmě uvolnilo působení přípravku. Řešení vzniklých problémů si vyžádalo přerušení výroby na 44 minut, což byl přibližně dvojnásobek času oproti předchozímu stavu.

Vzhledem k závažnosti situace, která ohrozila další pokračování testování v následujících dnech byla svolána řešitelská schůzka vybraných členů projektového týmu. Výstupem schůzky bylo rozhodnutí v započatém testování pokračovat i následující den pod podmínkou, že pokud by se problém opakoval mělo být zkoušení nového postupu čištění zastaveno. Následující den testování proběhlo bez komplikací a tento stav setrval až do pátku sledovaného týdne. Na stanici nedošlo od úterý do pátku k poruše.


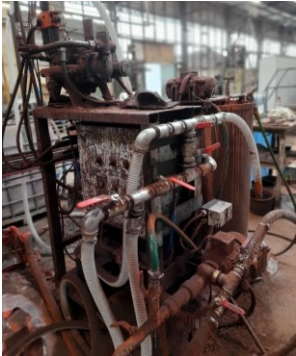


Obrázek 29 Výstup nabarvených tašek z komory (vlastní zpracování)

Po úterní směně proběhla druhá řešitelská schůzka svolaná za účelem navrhnout opatření k eliminaci problému který se vyskytl v první den testování. Výstup schůzky se týkal první aplikace ředícího prostředku, kdy docházelo k uvolnění největšího množství usazenin z vnitřních součástí stanice. Navržené řešení spočívalo v navýšení množství vody k proplachování systému z 10 litrů na 30 litrů po uplynutí doby během, které měl ředící prostředek uvolnit nečistoty. Navržené opatření bylo důležité pro následující testování na druhé barvicí stanici.

Pro určení jednotného postupu čištění barvicích stanic byl vytvořen nový předpis pro provádění čištění. Sestával z kroků zachycených v následující tabulce.

Tabulka 22 Pracovní postup čištění barvicích stanic BSK (vlastní zpracování)

Pracovní postup: čištění barvicích stanic			
Vyobrazení: 		Pracoviště:	Linka BSK
		Zařízení:	Barvicí stanice
		Součást:	Membránové čerpadlo, potrubí a hadice, vysokotlaký filtr, aplikační trysky, ventily
		Provádí:	Operátor barvení a lisař
		Odpovídá:	Mistr výroby
		Ochranné prostředky:	Rukavice, ochranné brýle, svářečská zástěra
		Číslo operace	Operace
1	Vymout podávací hadici ze zásobníku barvy		
2	Umístit podávací hadici do nádoby s vodou	Plastové vědro o objemu 20 l naplněné 15 l užitkové vody	
3	Pod výpusť záchytné vany aplikační komory umístit záchytnou nádobu	Plastové vědro o objemu 20 l	
4	Aktivovat nanášení	Ovládací pult barvicí stanice	
5	Po propláchnutí systému 10 litry vody zastavit nanášení	Ovládací pult barvicí stanice	
6	Vyprázdnit obsah záchytné nádoby do kontejneru pro oplachovou vodu	Kontejner o objemu 200 l	
7	Pod výpusť záchytné vany aplikační komory umístit záchytnou nádobu	Plastové vědro o objemu 20 l	
8	Do prázdného vědra s podávací hadicí nalít cca 6 litrů ředícího prostředku	Ředící prostředek BTAi	
9	Aktivovat nanášení	Ovládací pult barvicí stanice	
10	Zastavit nanášení po odsání 6 litrů ředícího prostředku z nádoby	Ovládací pult barvicí stanice	
11	Nechat napuštěnou kapalinu působit minimálně 6 hodin		
12	Do nádoby s podávací hadicí napustit vodu	Plastové vědro o objemu 20 l naplněné 10 l užitkové vody	
13	Aktivovat nanášení	Ovládací pult barvicí stanice	
14	Po propláchnutí systému 10 litry vody zastavit nanášení	Ovládací pult barvicí stanice	
15	Vyprázdnit obsah záchytné nádoby do kontejneru pro ředící prostředek	Kontejner o objemu 1000 l	
16	Vymout podávací hadici z nádoby pro vodu a ředící prostředek		
17	Umístit podávací hadici do zásobníku s barvou		
18	Uklidit nádoby používané pro čištění		
Vypracoval: Lubomír Horáček		Dne: 26.01.2023	

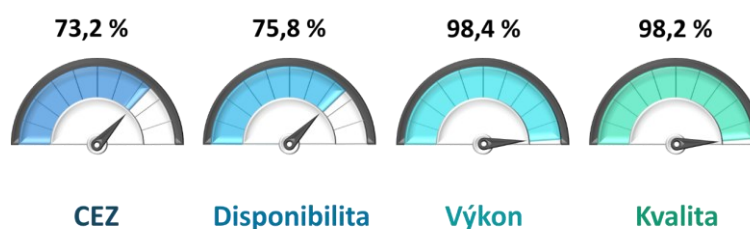
11.8.3 Barvicí stanice finální

Barvicí stanice pro aplikaci finální vrstvy barvy je technicky shodná se stanicí pro nanášení základní barvy. Byl zde tedy uplatněn stejný pracovní postup pro provádění čištění jako v předchozím případě. Rozdíl se týkal pouze první aplikace ředícího prostředku, kdy bylo následně provedeno intenzivnější proplachování systému vodou, tak jak bylo doporučeno výstupem řešitelské schůzky, která reagovala na problémy spojené s první stanicí. Tento postup vedl k bezproblémovému průběhu testování nového postupu čištění na druhé barvicí stanici. Během testování se nevyskytly žádné delší prostoje, které by vyžadovaly demontování složitých součástí systému kvůli jejich čištění. Ke snížení dostupnosti došlo ve třech případech kvůli poklesu množství nanášené finální barvy na povrch tašek. Přerušování z tohoto důvodu trvalo v součtu pouze 12 minut. Tento problém řešil operátor barvení výměnou aplikačních trysek.

Při čištění barvicích stanic hrozila obdobná rizika vzniku úrazu jako u provádění čištění ústí, proto byl i operátor barvení vybaven kvalitnějšími ochrannými pomůckami. I v tomto případě měl pracovník možnost podílet se na jejich výběru.

11.9 Vliv aplikovaných opatření na CEZ

Jednotlivé návrhy na zlepšení byly aplikovány postupně s časovým odstupem ovlivněným stavem připravenosti pro zavedení nebo snahou omezit možná rizika tak jak tomu bylo v případě provádění čištění barvicích stanic. V prvním případě bylo upraveno čištění ústí. Následovalo testování nového způsobu čištění barvicích stanic ředícím přípravkem. Dopady opatření byly průběžně hodnoceny a jelikož se prokázal jejich pozitivní vliv na CEZ rozhodl ředitel závodu ve všech případech o zavedení inovovaných postupů do trvalého užívání. Dopady akcí byly postupně sledovány a vyhodnocovány prostřednictvím nástroje pro výpočet CEZ. Následující obrázek ukazuje výchozí stav, který odpovídal hodnotě 73,2 %.



Obrázek 30 Grafické znázornění výchozí hodnoty CEZ (vlastní zpracování)

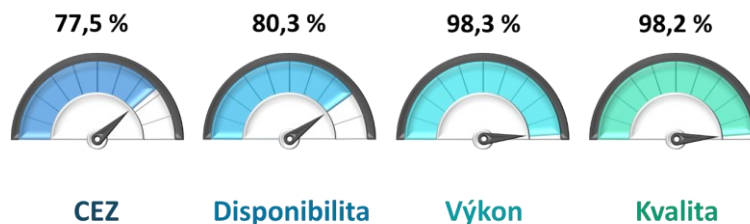
11.9.1 Čištění ústí lisu

Vliv, který mělo čištění ústí na CEZ byl sledován od zavedení opatření po dobu tří týdnů. U kvality a výkonu nedošlo k žádným významným změnám. U výkonu byl zaznamenán dokonce pokles oproti výchozí hodnotě o 0,1, což odpovídalo 98,3 %. Kvalita zůstala nezměněna s hodnotou 98,2 %. Nejdůležitější změna však nastala podle očekávání v oblasti dostupnosti linky. Měřením byla prokázána hodnota 80,3 %. To bylo o 4,5 % více než u výchozích 75,8 %. Výsledná CEZ po třech týdnech od zavedení odpovídala průměrným 77,5 procentům.

Tabulka 23 Vývoj CEZ – čištění ústí lisu o přestávce (vlastní zpracování)

Sledovaný týden	Datum	Dostupnost v %	Výkon v %	Kvalita v %	CEZ
1.	pondělí 9. leden 2023	73,8 %	98,5 %	98,4 %	71,4 %
	úterý 10. leden 2023	81,7 %	98,3 %	98,5 %	79,1 %
	středa 11. leden 2023	76,7 %	98,3 %	98,5 %	74,2 %
	čtvrtek 12. leden 2023	77,7 %	98,4 %	98,1 %	75,0 %
	pátek 13. leden 2023	75,6 %	98,4 %	97,8 %	72,8 %
2.	pondělí 16. leden 2023	78,8 %	98,3 %	98,4 %	76,2 %
	úterý 17. leden 2023	81,7 %	98,3 %	98,1 %	78,7 %
	středa 18. leden 2023	74,6 %	98,5 %	98,2 %	72,1 %
	čtvrtek 19. leden 2023	83,8 %	98,3 %	98,0 %	80,7 %
	pátek 20. leden 2023	79,8 %	98,4 %	98,3 %	77,1 %
3.	pondělí 23. leden 2023	88,8 %	98,1 %	97,9 %	85,2 %
	úterý 24. leden 2023	86,9 %	98,3 %	98,0 %	83,7 %
	středa 25. leden 2023	83,8 %	98,3 %	97,8 %	80,5 %
	čtvrtek 26. leden 2023	81,7 %	98,5 %	98,4 %	79,1 %
	pátek 27. leden 2023	78,8 %	98,4 %	98,5 %	76,3 %
Průměr		80,3 %	98,3 %	98,2 %	77,5 %

Obrázek níže zachycuje průměrné hodnoty dosažené po třech týdnech od zavedení nového postupu čištění ústí. Hodnota CEZ vzrostla proti bázi o 4,3 %.



Obrázek 31 Grafické znázornění CEZ po testování prvního opatření (vlastní zpracování)

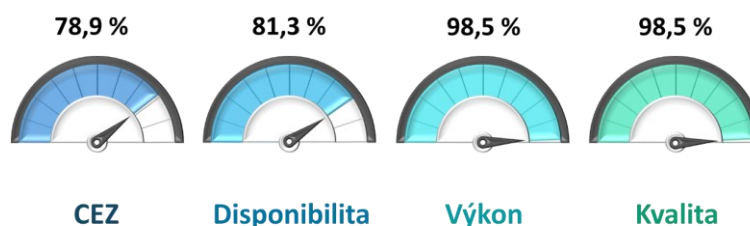
11.9.2 Barvící stanice základní

Dopad, který mělo zavedení nového způsobu čištění u první barvící stanice na efektivitu linky byl sledován po dobu jednoho týdne. Případný pozitivní vliv byl podmínkou pro aplikování shodného pracovního postupu čištění u druhé barvící stanice. Na naměřený výsledek měla vliv i zavedená změna režimu čištění ústí. Po týdenním sledování byly zjištěny následující hodnoty. Kvalita i Výkon zaznamenaly růst proti výchozímu stavu. V případě kvality to bylo o 0,3 % a u výkonu o 0,1 %. Disponibilitu vzrostla o 5,5 % na průměrnou hodnotu 81,3 %. Výsledná dostupnost linky byla ovlivněna negativně problémy, které vznikly při zavádění. CEZ linky vzrostla na 78,9 %.

Tabulka 24 Vývoj CEZ – úprava čištění stanice základní barvy (vlastní zpracování)

Sledovaný týden	Datum	Dostupnost v %	Výkon v %	Kvalita v %	CEZ
1.	pondělí 13. únor 2023	68,5 %	98,4 %	98,4 %	66,3 %
	úterý 14. únor 2023	83,8 %	98,3 %	98,3 %	80,9 %
	středa 15. únor 2023	84,8 %	98,4 %	98,5 %	82,1 %
	čtvrtek 16. únor 2023	83,8 %	98,6 %	98,6 %	81,4 %
	pátek 17. únor 2023	85,8 %	98,7 %	98,7 %	83,6 %
Průměr		81,3 %	98,5 %	98,5 %	78,9 %

Celková efektivita linky vzrostla po zavedení druhého opatření aplikovaného na první barvící stanici o 5,7 %.



Obrázek 32 Grafické znázornění CEZ po testování druhého opatření (vlastní zpracování)

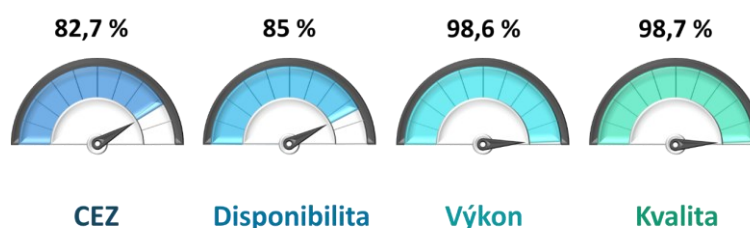
11.9.3 Barvicí stanice finální

Po prvním týdnu testování na první stanici bylo zahájeno testování na druhé stanici pro nanášení finální vrstvy barvy. Sledování a vyhodnocování CEZ probíhalo po dobu dvou týdnů. Hodnotu CEZ tedy ovlivňovalo provádění čištění ústí a barvicích stanic současně. Jednotlivé faktory, z nichž lze celkovou efektivitu odvodit se vyvíjely následovně. Kvalita dosáhla 98,7 %. Výkon vzrostl na 98,6 %. Oblastí s největším potenciálem pro zlepšení zůstávala disponibilita, která vzrostla z výchozí hodnoty 73,2 % o 9,5 % na výslednou hodnotu 82,7 %

Tabulka 25 Vývoj CEZ – úprava čištění stanice svrchní barvy (vlastní zpracování)

Sledovaný týden	Datum	Dostupnost v %	Výkon v %	Kvalita v %	CEZ
2.	pondělí 20. únor 2023	81,7 %	98,4 %	98,4 %	79,1 %
	úterý 21. únor 2023	84,8 %	98,7 %	98,5 %	82,4 %
	středa 22. únor 2023	83,8 %	98,9 %	98,6 %	81,6 %
	čtvrtek 23. únor 2023	81,7 %	98,4 %	98,7 %	79,3 %
	pátek 24. únor 2023	86,9 %	98,9 %	98,7 %	84,8 %
3.	pondělí 27. únor 2023	85,8 %	98,5 %	98,9 %	83,6 %
	úterý 28. únor 2023	87,7 %	98,7 %	98,8 %	85,5 %
	středa 1. březen 2023	84,8 %	98,6 %	98,9 %	82,7 %
	čtvrtek 2. březen 2023	85,8 %	98,5 %	98,8 %	83,6 %
	pátek 3. březen 2023	86,9 %	98,6 %	98,8 %	84,6 %
Průměr		85 %	98,6 %	98,7 %	82,7 %

Testování všech navržených opatření vedlo k pozitivnímu dopadu na růst CEZ. Největší podíl na růstu efektivity měla kategorie disponibilita, která vzrostla ze základu 75,8 % na hodnotu 85 %.



Obrázek 33 Grafické znázornění CEZ po změně čištění u druhé barvicí stanice (vlastní zpracování)

11.10 Shrnutí projektové části

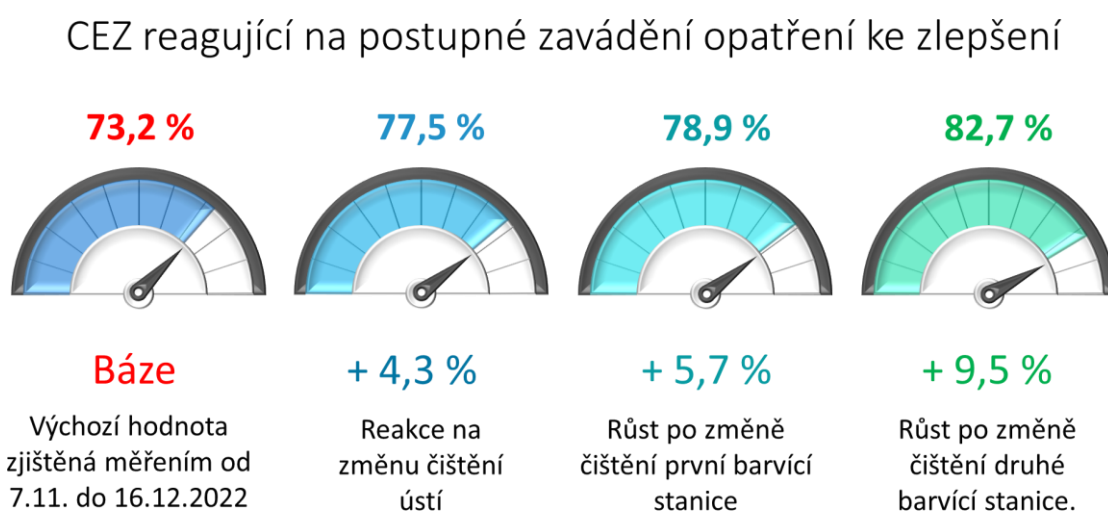
Prostřednictvím aplikovaných návrhů na zlepšení dostupnosti vzrostla celková efektivita linky BSK z hodnoty 73,2 % o 9,5 % na výslednou hodnotu 82,7 %.

Po zavedení prvního opatření, které spočívalo ve změně organizace práce, kdy bylo čištění ústí prováděno nově i o přestávce inspekčním údržbářem, došlo k významnému poklesu prostojů zapříčiněných tvrdnoucím betonem. Tvrdnoucí beton dříve znemožňoval seřizování ústí. Zvýšením frekvence čištění bez dopadu na omezení času, který byl k dispozici pro výrobu krytiny došlo k nárůstu CEZ o 4,3 %.

Významný vliv na celkovou efektivitu výrobní linky mělo i čištění barvicích stanic. Dřívější způsob spočíval pouze v používání užitkové vody k proplachování zařízení. Podle nově navrženého pracovního postupu bylo čištění stanic prováděno také ředícím prostředkem, který dokázal mnohem účinněji odstranit usazeniny ze součástí aplikačního systému. Postup byl nejdříve vyzkoušen u první barvicí stanice. Použití mělo za následek růst celkové efektivity oproti bázi o 5,7 %. Po aplikaci nového způsobu čištění u druhé barvicí stanice vzrostla CEZ o 9,5 % na hodnotu 82,7 %.

Vedení společnosti s ohledem na růst CEZ rozhodlo o trvalém využívání aplikovaných opatření.

Hlavní cíl projektu zvýšit CEZ o 10 % byl splněn, protože původní hodnota 73,2 % vzrostla o 13 % na hodnotu 82,7 %.



Obrázek 34 Grafické znázornění vývoje CEZ v reakci na aplikovaná opatření
(vlastní zpracování)

12 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Tato část práce má za účel informovat o skutečných nákladech a dalších ekonomických dopadech pro společnost, vzniklých během zkoušení nových postupů. Na základě získaných poznatků byl dále vytvořen ekonomický model popisující budoucí využívání aplikovaných návrhů.

12.1 Náklady na testování navržených opatření

Skutečné náklady na provedení zkoušek nových pracovních postupů použitých u čištění ústí lisu a barvicích stanic se lišily od předpokladu následovně.

V případě nového postupu čištění ústí byly pořízeny nové prostředky k výkonu činnosti. Jednalo se o pneumatický rázový utahovák za 3610 Kč a kvalitnější ochranné pomůcky v hodnotě 1 450 Kč. Náklady na realizaci akce tedy činily 5060 Kč

U barvicích stanic došlo také k navýšení nákladů na zkoušení v provozu. Podobně jako v předchozím případě i zde bylo nutné pracovníka provádějícího činnost vybavit novými ochrannými prostředky v hodnotě 1450 Kč, což bylo navýšení nákladů oproti předpokladu. Celkové náklady na realizaci dosáhly hodnoty 31 291 Kč.

Vzniklé vícenáklady byly vedením závodu akceptovány s ohledem na očekávaný pozitivní efekt akcí.

12.2 Dopad zvýšené CEZ na linku BSK

V situaci, kdy byla postupně vyzkoušena a zavedena opatření, která měla přispět ke zvýšení celkové efektivity sledované linky mohlo být provedeno porovnání mezi výchozí a nově dosaženou hodnotou CEZ. Předmětem zkoumání byl vyšší vliv celkové efektivity na množství vyráběných střešních tašek a jejich hodnotu vyjádřenou v ceníkových cenách. V době, kdy byla sledována CEZ na konci roku 2022 dosahovala linka průměrného denního výkonu 35 148 kusů tašek v hodnotě 1 792 548 Kč. V období od 20.2. do 3.3.2023 došlo k nárůstu denního průměru na hodnotu 39 696 kusů tašek, kdy hodnota výrobků odpovídala částce 2 024 496 Kč. Rozdíl mezi srovnávanými obdobími činil 4548 kusů tašek a 231 948 Kč navíc za směnu ve prospěch stavu po aplikování změn. Realizované akce tedy pomohly významně zvýšit využití potenciálu linky.

V následující tabulce jsou přehledně zaznamenána porovnávaná období a rozdíl, který mezi nimi vznikl s ohledem na ekonomický dopad pro organizaci.

Tabulka 26 Vliv růstu CEZ na hodnotu produkce linky BSK (vlastní zpracování)

Vliv růstu CEZ na hodnotu produkce linky BSK			
Celková efektivita zařízení	Hodnota v %	Počet vyrobených kusů za směnu	Hodnota produkce za směnu vyjádřená v ceníkové ceně 51 Kč za tašku základní
CEZ od 7.11. do 16.12.2022	73,2 %	35 148	1 792 548 Kč
Hodnota CEZ po aplikaci všech opatření na zlepšení od 20.2. do 3.3.2023	82,7 %	39 696	2 024 496 Kč
Rozdíl mezi základní CEZ a CEZ po zlepšení	9,5 %	4 548 kusů tašek navíc	231 948 Kč navíc

12.3 Náklady na opatření po zavedení do provozu

Za účelem informování managementu byla vytvořena kalkulace předpokládaných nákladů na inovovaný způsob čištění barvicích stanic. V případě čištění ústí nebyly další náklady kalkulovány, protože změna spočívala v reorganizaci a nenesla s sebou finanční nároky.

Kalkulace nákladů na čištění barvicích stanic zahrnovala tři položky. Největší položku představují náklady na ředící prostředek, kdy jedno čištění při spotřebě 12 litrů stojí 1260 Kč a při ročním používání by firma vynaložila 555 660 Kč. Použití prostředku s sebou neslo povinnost likvidovat použitou kapalinu společně s kontaminovanou užitkovou vodou. Na základě informací od odpadového referenta společnosti byla určena cena 224 Kč za odstranění po jedné aplikaci. Náklady za likvidaci odpadů by za rok činily 98 784 Kč. Za provedení jednoho čištění stanic byla vyměřena odměna pro operátora 103 Kč. Uvedená částka zahrnuje povinné odvody společnosti. V případě provádění čištění po dobu jednoho roku by firma vynaložila na odměny pro operátora celkem 45 478 Kč. Celkové náklady na jedno provedení čištění barvicích stanic vychází na 1587 korun a za rok by celková částka vynaložená na aktivitu dosáhla výše 699 992 Kč.

Tabulka níže zachycuje jednotlivé vstupy, které byly využity pro vytvoření kalkulace. Výstupem tabulky jsou informace o nákladech za den, měsíc a rok.

Tabulka 27 Náklady na opatření po zavedení do provozu (vlastní zpracování)

Náklady na opatření po zavedení do provozu					
Položka	Množství	Cena za jednotku	Celkem za den	Měsíc 21 dnů	Rok 252 dnů
Ředící prostředek	12 litrů	105 Kč	1 260 Kč	2 6460 Kč	555 660 Kč
Likvidace kapalin	32 litrů	7 Kč	224 Kč	4 704 Kč	98 784 Kč
Mzda operátora včetně odvodů zaměstnavatele 20 minut práce	1/3 hodiny	250 Kč	103 Kč	2165 Kč	45 478 Kč
Celkem			1 587 Kč	32 896 Kč	699 922 Kč

12.4 Bilance

Náklady vynaložené na zkoušení opatření a jejich následné využívání v provozu jsou relativně nízké při srovnání s nárůstem celkové efektivity linky BSK. V případě denních nákladů na čištění barvicích stanic bylo jedno provedení kalkulováno na 1 587 Kč. Proti tomu zjištěná CEZ po zlepšení přináší možnost vyrobit v průměru o 4 548 střešních tašek navíc za směnu v ceníkové ceně 231 948 Kč. Samozřejmě musí být odečteny náklady na výrobu a realizaci krytiny na trhu stavebních hmot, ale i poté bude přínos pozitivní. Přesné částky týkající se výrobních nákladů a jiných citlivých informací si společnost nepřeje zveřejňovat s ohledem na možnost zneužití.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zvýšit celkovou efektivitu linky vyrábějící betonovou střešní krytinu o 10 % prostřednictvím aplikování navržených opatření k eliminaci nedostatků identifikovaných v rámci analytické části.

Část práce věnovaná teorii popisuje výrobu, řízení, celkovou efektivitu a průmyslové inženýrství. Dále byly představeny metody a nástroje využívané v oblasti průmyslového inženýrství. Vybrané metody a nástroje byly využity při zpracování praktické části práce v analytické i projektové fázi.

Úvod praktické části práce byl věnován představení společnosti KM Beta a.s. Pro společnost představuje betonová střešní krytina s podílem 47 % na tržbách zásadní druh její produkce. Byl identifikován nejdůležitější výrobek ze skupiny krytina, kterým je betonová střešní taška základní. Za účelem popisu vnitřního a vnějšího prostředí byla zpracována SWOT analýza, která identifikovala zvyšování efektivity jako největší příležitost pro organizaci. Od té chvíle se pozornost zaměřovala na nejvýznamnější pracoviště, kterým je linka BSK, kde je vyráběna taška základní. Popis technologie výroby betonové střešní krytiny předcházela vzniku jednoduchého grafického znázornění procesu výroby a procesní analýzy. Oba výstupy pomohly při komunikaci se zaměstnanci závodu a při řešení problémů během neformálních pohovorů anebo workshopech v rámci průmyslové moderace. Ve sledované firmě nebyl využíván nástroj pro měření celkové efektivity zařízení. Na základě dostupných dat bylo možné linku BSK sledovat a vyhodnocovat na denní bázi od 7.11 do 16.12.2022. Linka za sledované období dosáhla celkové efektivity 73,2 %. Výsledek byl nejvíce ovlivněn dostupností, která tehdy činila 75,8 %. Odtud vedla cesta přes sumář odchylek po provedení ABC analýzy, která pomohla identifikovat nejvýznamnější zdroje ztrát. Největší ztráty způsobovaly poruchy nanášení barvy s podílem 38,2 % a čištění ústí lisu s 20,7 %. Pro hledání příčin problémů byl využitý potenciál týmu zaměstnanců firmy. V rámci Brainwrittingů byly identifikovány kořenové příčiny pomocí diagramu následků a příčin. Bezprostředně po nalezení příčin byla prostřednictvím řešitelských schůzek navržena nápravná opatření. První opatření se týkalo čištění ústí lisu, u kterého byla navržena změna času, kdy bylo čištění prováděno a druhé opatření na zlepšení spočívalo ve způsobu, kterým byly čištěny barvicí stanice.

V projektové části práce byl definován hlavní cíl zvýšit celkovou efektivitu zjištěnou v analytické části o 10 %. Byl ustanoven tým pracovníků, kteří se měli podílet na realizaci

zkoušek navržených opatření ve výrobě. Další zapojení zaměstnanců mělo více podpořit růst jejich angažovanosti. Fáze testování navržených akcí proběhla podle harmonogramu. Po zavedení upraveného režimu čištění ústí a nového způsobu rozpouštění usazenin v barvicích stanicích došlo k nárůstu celkové efektivity o 13 % proti původně zjištěné hodnotě na 82,7 %. Došlo k nárůstu množství vyráběné střešní krytiny za směnu díky lepšímu využívání potenciálu linky a jejich operátorů.

Pro udržitelnost, a především další hledání příležitostí v oblasti zlepšování sledovaného provozu musí být trvale sledována a analyzována celková efektivita zařízení. Jedná se o zásadní výzvu pro management společnosti, který by měl zahájit přípravu pro automatizaci sběru dat, tak aby informace o problémech, ale i příležitostech byly co nejdříve řešeny. Jedná se o jednu z nejdůležitějších podmínek pro zachování konkurenceschopnosti.

Autor oceňoval příležitost, kdy mohl během přípravy diplomové práce navštěvovat pracoviště ve kterém získal v minulosti řadu cenných zkušeností. Vážil si vstřícného přístupu bývalých i nových kolegů, kteří významně přispěli k dosažení hlavního cíle práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABC analysis (Inventory). *Quantitative Supply Chain – predictive optimization software* [online]. Copyright © 2007 [cit. 17.04.2023]. Dostupné z: [https://www.lokad.com/abc-analysis-\(inventory\)-definition](https://www.lokad.com/abc-analysis-(inventory)-definition)

BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA. 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 213 s. ISBN 802470613X.

BAUER, Miroslav. 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 189 s. ISBN isbn978-80-265-0029-2.

BOARDMAN, Bonnie. 2020. *Introduction to Industrial Engineering*. Arlington: Mavs Open Press, 81 s. ISBN 978-1-64816-982-3.

CEZ (OEE) | IPA Slovakia. *IPA Slovakia | IPA Slovakia* [online]. Copyright ©2023 IPA Slovakia, Všetky práva vyhrazené [cit. 18.04.2023]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/cez-oeo>

DENNIS, Pascal. 2015. *Lean Production Simplified*. 3. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis, 215 s. ISBN 978-1-4987-0888-3.

DREXL, Andreas a Alf KIMMS. 2013. *Beyond Manufacturing Resource Planning: Advanced Models and Methods for Production Planning*. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-08393-8

GALSWORTH, D. Gwendolyn. 2017. *Visual Workplace Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence Through the Technologies of the Visual Workplace*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 278 s. ISBN 978-1-138-68468-3.

GEMBA - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 16.04.2023]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/gemba>

Helping Your Buyers Understand the ABCs of ABC Analysis – LeanDNA. *LeanDNA | Factory Analytics* [online]. Copyright © LeanDNA 2023, All rights reserved [cit. 17.04.2023]. Dostupné z: <https://www.leandna.com/resources/helping-your-buyers-understand-the-abcs-of-abc-analysis/>

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

INTERNÍ MATERIÁLY společnosti "KM Beta" a.s., 2020-2022

Jednotlivé metody a nástroje (I-P) | API Akademie. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Copyright © 2005 [cit. 17.04.2023]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>

JUROVÁ, Marie. 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 264 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján. 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.

LEWRICK, Michael, Patrick LINK a Larry J. LEIFER. 2018. *The design thinking playbook: mindful digital transformation of teams, products, services, businesses and ecosystems*. Hoboken: Wiley, 346 s. ISBN 978-1-119-46748-9.

MANN, David. 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 367 s. ISBN 978-1-4822-4323-9.

MAŠÍN, Ivan. 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 8090353312.

McLOUGHLIN, Collin a Toshihiko MIURA. 2018. *True Kaizen: Management's Role in Improving Work Climate and Culture*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 224 s. ISBN 978-1-315-18037-3.

NENADÁL, Jaroslav. 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 366 s. ISBN 9788072615612.

PIETERS, Reinder a Oliver NTENJE. 2012. *Logistics: a practical approach*. 3th ed. Arnhem: MBES. ISBN 9789078438137.

Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku | API Akademie. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Copyright © 2005 [cit. 16.04.2023]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>

PYZDEK, Thomas a Paul A. KELLER. 2013. *The handbook for quality management: a complete guide to operational excellence*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 484 s. ISBN 978-0-07-179924-9.

SALVENDY, Gavriel. 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, xxxiv, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

SIXTA, J. a V. JMAČÁT. 2005. *Logistika-teorie a praxe*. Brno: computer press, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

SVOBODA, Luboš. 2013. *Stavební hmoty*. 3. vyd. Praha: Luboš Svoboda, 950 s. ISBN 80-8076-007-2.

SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 232 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

SWOT analýza - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 17.04.2023]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>

ŠAJDLEROVÁ, Ivana. 2012. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita, 233 s. ISBN 978-80-248-2775-9.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 368 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

TOOMEY, John, 2013. *MRP II: Planning for Manufacturing Excellence*. 2nd ed. Boston: Springer Science & Business Media. 243 s. ISBN 9781461368465.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada. Finanční řízení. 688 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

Veřejný rejstřík a Sbírká listin-Ministerstvo spravedlnosti České republiky. [online]. Copyright © Ministerstvo spravedlnosti České republiky [cit. 17.04.2023]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=506776&typ=PLATNY>

VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ. 2012. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada, 576 s.
Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4372-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BSK Betonová střešní krytina

CEZ Celková efektivita zařízení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Slovní mapa štíhlých operací (Boardman, 2020, s. 45)	13
Obrázek 2 Přínosy konceptu JIT (vlastní zpracování).....	17
Obrázek 3 Vědy, ze kterých čerpá průmyslové inženýrství (vlastní zpracování podle Chromjakové, 2013, s. 6).....	20
Obrázek 4 Kajzen kanji (McLoughlin, Miura, 2018, s. 22).....	23
Obrázek 5 Symboly procesní analýzy (API Akademie, © 2005 až 2022)	24
Obrázek 6 Grafické znázornění ABC analýzy (Lokad, © 2007 až 2023)	25
Obrázek 7 Ishikawův diagram (vlastní zpracování)	27
Obrázek 8 Výpočet ukazatele CEZ (vlastní zpracování podle Jurové, 2016, s. 154).....	32
Obrázek 9 logo společnosti (KM Beta, 2023)	36
Obrázek 10 Organizační struktura KM Beta (vlastní zpracování)	37
Obrázek 11 Složení tržeb společnosti (interní materiály společnosti-vlastní zpracování) ..	38
Obrázek 12 Analýza výrobního portfolia (interní materiály společnosti-vlastní zpracování).....	39
Obrázek 13 Graficky znázorněný výstup SWOT analýzy (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 14 Taška základní popis prvku (vlastní zpracování)	45
Obrázek 15 Technický detail tašky základní (zdroj KM Beta-vlastní zpracování).....	46
Obrázek 16 Vytváření pásma a řezání (vlastní zpracování)	48
Obrázek 17 Optická kontrola kvality (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 18 Grafické znázornění výroby (vlastní zpracování)	51
Obrázek 19 Aplikace základní barvy na výlisky (vlastní zpracování)	57
Obrázek 20 Snímek zachycuje čištění ústí (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 21 Ishikawův diagram-časté přerušení výroby kvůli čištění ústí (vlastní zpracování)	60
Obrázek 22 Ishikawův diagram-přerušení kvůli čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)	61
Obrázek 23 Eliminace přerušení výroby kvůli čištění ústí lisu (vlastní zpracování)	67
Obrázek 24 Eliminace přerušení výroby kvůli čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)	69
Obrázek 25 Růst CEZ po aplikaci nápravných opatření (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 26 Stav ústí po vyjmutí z lisovací komory (vlastní zpracování)	72
Obrázek 27 Nanášení separačního oleje na očištěné ústí (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 28 Lisovací komora s upnutým ústím (Vlastní zpracování)	74
Obrázek 29 Výstup nabarvených tašek z komory (vlastní zpracování).....	76
Obrázek 30 Grafické znázornění výchozí hodnoty CEZ (vlastní zpracování)	78

Obrázek 31 Grafické znázornění CEZ po testování prvního opatření (vlastní zpracování)	80
Obrázek 32 Grafické znázornění CEZ po testování druhého opatření (vlastní zpracování)	80
Obrázek 33 Grafické znázornění CEZ po změně čištění u druhé barvicí stanice.....	81
Obrázek 34 Grafické znázornění vývoje CEZ v reakci na aplikovaná opatření.....	82

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní ekonomické údaje (interní materiály společnosti-vlastní zpracování)	37
Tabulka 2 SWOT analýza-silné stránky (vlastní zpracování)	40
Tabulka 3 SWOT analýza-slabiny (vlastní zpracování)	41
Tabulka 4 SWOT analýzy-příležitosti (vlastní zpracování)	42
Tabulka 5 SWOT analýza-hrozby (vlastní zpracování)	43
Tabulka 6 Složení betonové směsi pro BSK (vlastní zpracování)	47
Tabulka 7 Analýza výrobního procesu BSK (vlastní zpracování)	52
Tabulka 8 Vzorec pro výpočet CEZ (vlastní zpracování)	53
Tabulka 9 Celková efektivnost linky BSK za sledované období (vlastní zpracování)	54
Tabulka 10 CEZ dosahovaná během sledovaného období (vlastní zpracování)	55
Tabulka 11 ABC analýza zaznamenaných prostojů (vlastní zpracování)	56
Tabulka 12 Složení brainstormingů (vlastní zpracování)	58
Tabulka 13 Brainwritteing 1. bodové hodnocení (vlastní zpracování)	61
Tabulka 14 Brainwritteing 2. bodové hodnocení (vlastní zpracování)	62
Tabulka 15 Projektový tým (vlastní zpracování)	65
Tabulka 16 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)	65
Tabulka 17 RACI matice (vlastní zpracování)	66
Tabulka 18 Rozpočet projektu – čištění barvicích stanic (vlastní zpracování)	71
Tabulka 19 Hodnota ztrát způsobená nejčastějšími prostoji (vlastní zpracování)	71
Tabulka 20 Ekonomický dopad projektu podle úspěšnosti (vlastní zpracování)	71
Tabulka 21 Pracovní postup čištění ústí BSK (vlastní zpracování)	73
Tabulka 22 Pracovní postup čištění barvicích stanic BSK (vlastní zpracování)	77
Tabulka 23 Vývoj CEZ – čištění ústí lisu o přestávce (vlastní zpracování)	79
Tabulka 24 Vývoj CEZ – úprava čištění stanice základní barvy (vlastní zpracování)	80
Tabulka 25 Vývoj CEZ – úprava čištění stanice svrchní barvy (vlastní zpracování)	81
Tabulka 26 Vliv růstu CEZ na hodnotu produkce linky BSK (vlastní zpracování)	84
Tabulka 27 Náklady na opatření po zavedení do provozu (vlastní zpracování)	85

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: LOGICKÝ RÁMEC

Příloha P II: RIPRAN ANALÝZA

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

	Hierarchie cílů	Objektivně měřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady úspěchu
Obecný cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti firmy	Zlepšení využívání zdrojů	Informační zdroje společnosti	
Účel / Hlavní cíl	Dosažení růstu ukazatele CEZ na lince BSK v KM Beta Kyjov	Růst CEZ o 10 %	Porovnání původního CEZ s novým stavem	Aplikace návrhů, respektování opatření zaškoleným personálem
Výstupy	1. Analýza současného stavu	Srovnání naměřených hodnot s ideálním stavem	Výpočet CEZ, analýza prostožů	Vytvoření analýzy aktuálního stavu, diverzifikace vlivů.
	2. Řešení pro růst CEZ	Návrhy na zlepšení aktuálního stavu	Seznam návrhů změn	Týmová práce v rámci projektu, proveditelnost a kvalita návrhů
Klíčové aktivity	Pořadí aktivit	Potřebné zdroje	Časový rámec aktivit	Rizika
	1.1. Výběr ekonomicky nejvýznamnější linky 1.2. Vypracování procesní analýzy 1.3. Provedení výpočtu CEZ 1.4. Analýza prostožů omezujících disponibilitu výrobního zařízení 2.1. Návrh akcí pro zvýšení CEZ linky BSK 2.2. Vyhodnocení stavu po aplikaci navržených opatření	Informační zdroje společnosti záznamy počítač Informační zdroje společnosti Projektový tým Výstupy analýz	Listopad 2022–Březen 2023	Nezájem organizace o projekt Časový rámec projektu nebude dodržen Neposkytnutí dostateku informací ze strany společnosti Neposkytnutí správných informací pro analytickou část Neochota zaměstnanců spolupracovat Navržená opatření nepovedou k růstu CEZ
Předběžné podmínky: Projekt sválen vedením společnosti, Podpora ze strany vedení, Podpora ze strany zaměstnanců, Informační zdroje.				

Zdroj: vlastní zpracování

PŘÍLOHA P II: RIPRAN ANALÝZA

	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Navržené opatření
1	Odmítnutí ze strany firmy	10 %	Nedojde k racionalizaci linky BSK	50 %	5 %	VD	SHR	Jednání s vedením společnosti před zahájením projektu
			Nezajištění relevantních dat	30 %	3 %	SD	MHR	Akceptace rizika
2	Nedodržení harmonogramu projektu	20 %	Nedokončení projektu v termínu	50 %	10 %	VD	SHR	Striktní dodržování harmonogramu
3	Nepřijetí projektu ze strany zaměstnanců	20 %	Zaměstnanci firmy nebudou spolupracovat	50 %	10 %	VD	SHR	Informování zainteresovaných pracovníků o zásadních aspektech projektu
4	Nesplnění projektového cíle	40 %	Nesplnění očekávání vedení firmy	80 %	32 %	SD	SHR	Průběžné informování reprezentantů firmy, RACI matice
			Nedojde k racionalizaci linky BSK	50 %	20 %	VD	SHR	Zajištění odborného dozoru. Kvalitní návrh projektu.
5	Neuskutečnitelnost projektu	20 %	Nedojde k racionalizaci linky BSK	50 %	10 %	VD	SHR	Zajištění odborného dozoru. Kvalitní návrh projektu.

Pravděpodobnost		
MP	Malá	1–20 %
SP	Střední	21–60 %
VP	Velká	61–100 %

Dopad		
MD	Malý	Vyžaduje mírné zásahy do projektu
SD	Střední	Vyžaduje velké zásahy do projektu. Nutnost přehodnocení celého projektu
VD	Velký	Ohrožuje splnění celého projektu.

Hodnota rizika + reakce na riziko		
MHR	Malá	Akceptace
SHR	Střední	Tvorba rizikového plánu
VHR	Vysoká	Vyhnutí se riziku

	MD	SD	VD
MP	MHR	MHR	SHR
SP	MHR	SHR	VHR
VP	SHR	VHR	VHR

Zdroj: vlastní zpracování