

Návrh na zlepšení výrobního procesu ve společnosti Kordárna Plus a.s.

Bc. Dominik Hájek

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

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

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Dominik Hájek
Osobní číslo:	L21203
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace:	Bezpečnost logistických systémů
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Návrh na zlepšení výrobního procesu ve společnosti Kordárna Plus a.s.

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši se zaměřením na téma diplomové práce.
2. Pomocí nástroje Value Stream Mapping zmapujte zvolený výrobní proces.
3. Zpracujte návrh na zlepšení v tomto procesu.
4. Proveďte vyhodnocení vašeho návrhu.

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

Seznam doporučené literatury:

1. BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of Lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-1-5393-2294-8.
 2. CHROMIAKOVÁ, Felicitia. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Ge-org, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
 3. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

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

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. dubna 2023**

L.S.

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

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

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: *19.4.2023*

Jméno a příjmení studenta: Bc. Dominik Hájek

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zlepšení výrobního procesu technických tkanin s ohledem na zmírnění možných vad v rámci procesu. Teoretická část diplomové práce vymezuje základní pojmy z oblasti výroby, zlepšování výrobních procesů a nástrojů, jež mohou být pro zlepšování využity. V analytické části byl zvolený proces podroben analýze Value Stream Mapping, FMEA analýze a Ishikawova diagramu. Tímto způsobem byla odhalena slabá místa zvoleného výrobního procesu, která současně představují prostor pro zlepšení. Projektová část diplomové práce představuje reálné implementace navrhovaných opatření v jednotlivých částech výrobního procesu. Navrhovaná řešení byla zhodnocena a byly vyčísleny ekonomické přínosy pro podnik.

Klíčová slova: výroba, proces, zlepšování, mapování hodnotového toku, vada procesu

ABSTRACT

The thesis focuses on the improvement of the production process of technical fabrics regarding the mitigation of possible defects within the process. The theoretical part of the thesis defines the basic concepts in the field of manufacturing, process improvement and tools that can be used for improvement. In the analytical part, the selected process was subjected to Value Stream Mapping, FMEA analysis and Ishikawa diagram analysis. In this way, the weak points of the selected manufacturing process were revealed, which at the same time represent the room for improvement. The project part of the thesis presents real implementations of the proposed measures in the different parts of the production process. The proposed solutions were evaluated and the economic benefits for the company were quantified.

Keywords: production, process, improvement, value stream mapping, process defect

Rád bych poděkoval vedoucí práce Ing. Romaně Heinzové, Ph.D., za cenné rady, vstřícný přístup a trpělivost při zpracování diplomové práce. Děkuji také panu Ing. Liboru Jagošovi ze společnosti Kordárna Plus a.s., za jeho ochotu, čas a vstřícnost při analyzování výrobního procesu a jeho zlepšování.

„Musíš se mnoho učit, abys poznal, že málo víš.“

Michel De Montaigne

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍL A METODY DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VÝROBA.....	13
1.1 DEFINICE VÝROBY	13
1.2 VÝROBNÍ FAKTORY	14
1.3 VÝROBNÍ PROCES A JEHO ČLENĚNÍ	15
1.4 VZTAH VÝROBNÍHO PROCESU K LOGISTICE PODNIKU	17
1.5 RIZIKA VÝROBNÍHO PROCESU	19
2 ŘÍZENÍ VÝROBY	21
2.1 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	21
2.2 ŘÍZENÍ VÝROBY	22
3 METODY ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	25
3.1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ	25
3.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	26
3.3 SIX SIGMA	28
3.4 LEAN SIX SIGMA	29
4 PRINCIPY ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	31
4.1 ZLEPŠOVÁNÍ ZAČÍNÁ NA PRACOVÍŠTI „GO TO GEMBA“	32
4.2 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÝCH TOKŮ	32
4.3 IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ A HLEDÁNÍ JEJICH PŘÍČIN	34
4.4 ELIMINACE PLÝTVÁNÍ	35
4.5 PĚT ZÁKLADNÍCH KROKŮ DOBRÉHO HOSPODAŘENÍ	37
5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
6 PŘEDSTAVĚNÍ SPOLEČNOSTI.....	40
6.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	40
6.2 EKONOMICKÁ SITUACE.....	42
6.3 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	42
6.4 ŘÍZENÍ KVALITY A ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ VÝROBY V RÁMCI SPOLEČNOSTI	44
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	45
7.1 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÝCH TOKŮ (VSM).....	45
7.1.1 Informační toky	45
7.1.2 Materiálové toky	46

7.1.3	Mapa současného stavu	50
7.1.4	Doba taktu a čas přidané hodnoty	51
7.2	ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH SELHÁNÍ (FMEA)	53
7.3	URČENÍ PRAVDĚPODOBNÝCH PŘÍČIN PROBLÉMŮ (ISHIKAWA DIAGRAM)	56
7.3.1	Nevhodná úprava krycí lišty projektilu na tkalcovského stavu	57
7.3.2	Ušpinění stroje a tkaniny při seřizovačských a opravárenských pracích	58
7.4	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI PRÁCE	59
8	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU	60
8.1	IMPLEMENTACE POHYBLIVÉ KRYCÍ LIŠTY	60
8.2	ZMĚNA V ORGANIZACI PRACOVNÍHO NÁČINÍ U SEŘIZOVAČŮ	62
8.3	ZMĚNA PROSTŘEDKŮ NA VLHČENÍ TKANINY	63
8.4	ŠKOLENÍ SEŘIZOVAČŮ A OPERÁTORŮ VÝROBY	64
8.5	VIZUALIZACE A MONITORING PROSTOJŮ NA TKALCOVNĚ	65
8.6	ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU	69
8.6.1	Mapa budoucího stavu	69
8.6.2	Posouzení rizik po zavedení opatření	70
8.6.3	Ekonomické úspory	75
8.7	SHRnutí APLIKAČNÍ ČÁSTI PRÁCE	76
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK	86
	SEZNAM PŘÍLOH	87

ÚVOD

Zlepšování výrobního procesu je klíčovým faktorem pro úspěšné fungování podniku v dnešním, stále dynamicky se rozvíjejícím světě. Obzvláště pak v době recese, vzniklé jako důsledek koronavirové krize, jež byla umocněna ruskou agresí na Ukrajině. Dávno již neplatí pravidlo, že pokud byl podnik v dobré kondici před pandemií, je v dobré pozici i nyní. Rostoucí výrobní náklady, spolu s uzavřením ruského trhu ať již z postavení podniku jako dodavatele finálních výrobků či z pozice odběratele materiálu a surovin způsobili řadě nejen českých podniků velké problémy, vedoucí v některých případech až k ukončení výrobní činnosti, a tudíž i celého podnikání.

Efektivním, ale i velmi náročným způsobem, jakým lze překonat období recese může být neustálé udržování konkurenceschopnosti podniku. Existuje několik možností, jak toho dosahovat, například snižováním cenové hladiny se zachováním stejné kvality výrobku, tvorbou a udržováním si loajálních zákazníků, zvyšováním kvality výrobků či cestou neustálého vývoje a udržování si „náskoku“ před konkurencí. Možných variant je samozřejmě několikanásobně více, nicméně nejlepším řešením je jejich kombinace. Společným faktorem všech zmíněných možností je vždy přizpůsobení se potřebám zákazníka a jejich následnému splnění. K tomu je potřeba výrazná míra flexibility podniku, kterou tvoří právě i neustálá snaha zlepšovat podnikové procesy. V případě výrobního podniku pak je to prioritně výrobní proces, vytvářející v rámci podniku nejvyšší přidanou hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit, a tudíž je generován zisk.

Diplomová práce je i právě proto zaměřena na problematiku procesního zlepšovatelství výrobního procesu v podniku Kordárna Plus a.s., orientujícím se na výrobu textilních tkanin. Existuje celá řada přístupů ke zlepšování výrobních procesů, obsahujících nepřeberné množství užitečných a efektivních metod, avšak v této práci budou použity metody patřící do zlepšovatelského směru Lean Six Sigma a managementu rizik. Výsledek zlepšení výrobního procesu se může projevit několika způsoby, například snížením výrobních nákladů, zvýšením finální kvality výrobků, zvýšením produktivity výroby či například lepším pracovním prostředím a dalšími benefity.

Z milného pohledu pro stále velké řady podniků, představuje zlepšování procesů vysoké podnikové náklady. Opak je však pravdou, a i drobná změna v rámci výrobního procesu, která stojí minimálně, často i nulové vynaložení nákladů může vygenerovat značné ekonomické i časové úspory. Totéž platí i v případě hledání návrhů na zlepšení, jelikož není

až na výjimky potřeba najímat si externí specializovanou firmu, nýbrž stačí dát prostor a motivaci vlastním zaměstnancům podniku, kteří se dennodenně s vybraným procesem setkávají. V případě této práce bude kladen důraz na opatření vedoucí ke zlepšení výrobního procesu, které jsou opravdu realizovatelná a v blízké době splnitelná.

Struktura práce je rozvržena celkem do dvou bezprostředně navazujících celků, přičemž praktická část je rozdělena dále ještě na část analytickou a část aplikační.

Smyslem teoretické části je seznámení se s problematikou výroby a výrobního procesu, spolu s procesním zlepšovatelstvím a jeho přístupy s orientací primárně na zlepšování výrobních procesů, které obsahují řadu konkrétních nástrojů využitelných ve zvoleném podniku, tudíž i v praktické části této práce.

Úvodem praktické části je představen zvolený podnik, v němž bude zlepšování výrobního procesu probíhat. Poté je provedena analýza výrobního procesu s důrazem na sledování hodnotového toku, na níž plynule navazuje fáze odhalování možných vad procesu a hledání prostoru pro zlepšení. Po nalezení nedostatků procesu a jejich příčin, jsou v aplikační části práce navrhována opatření, jejímž úkolem je tyto nedostatky minimalizovat, či nejlépe eliminovat a zlepšit tak zvolený výrobní proces. V závěru této části práce je provedeno zhodnocení navrhovaných opatření a určení jejich přínosů pro podnik.

CÍL A METODY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření návrhu na zlepšení výrobního procesu ve společnosti Kordárna Plus, a. s. s ohledem na zmírnění možných vad v rámci procesu. Jednotlivá opatření by se měla současně podílet na hodnototvorné stránce procesu s cílem zajistit lepší efektivitu výroby.

Celá práce je rozdělena do celkem tří logicky na sebe navazujících částí, při nichž budou využity následující metody vědecké práce.

V teoretické části práce bude využito pro vymezení teoretického základu řešené problematiky analyticko-syntetického poznávacího postupu jednotlivých publikací a poznatků zahraničních i českých odborníků. Teoretická část bude uspořádána od obecné charakteristiky výroby směrem k užšímu zaměření na procesní zlepšovatelství a samotnému popisu metod, které budou aplikovány v praktické části diplomové práce.

V případě analytické části práce, budou aplikované analytické i empirické metody vědecké práce. Nejprve bude proveden na základě metody zúčastněného pozorování a dotazování popis výrobního procesu, který bude doplněn s využitím měření o data potřebná k vykonání metody mapování hodnotového toku. Současně bude provedena analýza interních dokumentů a dat. Možné vady procesu budou odhaleny s využitím analýzy možných vad a jejich selhání (FMEA), která budou aplikována v rámci skupinového brainstormingu. Příčiny možných vad procesu, které nebude možné odhalit dedukcí a logickou úvahou v rámci zlepšovatelelského týmu budou získány s pomocí Ishikawa diagramu.

Aplikační část práce bude úzce navazovat na část analytickou s důrazem na zjištěné poznatky, přičemž cílem této části bude návrh adekvátních opatření, které povedou k naplnění hlavního cíle této práce, konkrétně ke zlepšení výrobního procesu společnosti. Pro ověření, zdali byl cíl opravdu splněn, budou jednotlivé návrhy kvantifikovány z ekonomického hlediska, dále u možných vad procesu bude znovu posouzena míra rizika RPN a celý proces bude opět podroben metodě mapování hodnotového toku.

Výše zmíněné metody budou vzájemně a logicky kombinovány napříč celou diplomovou prací.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

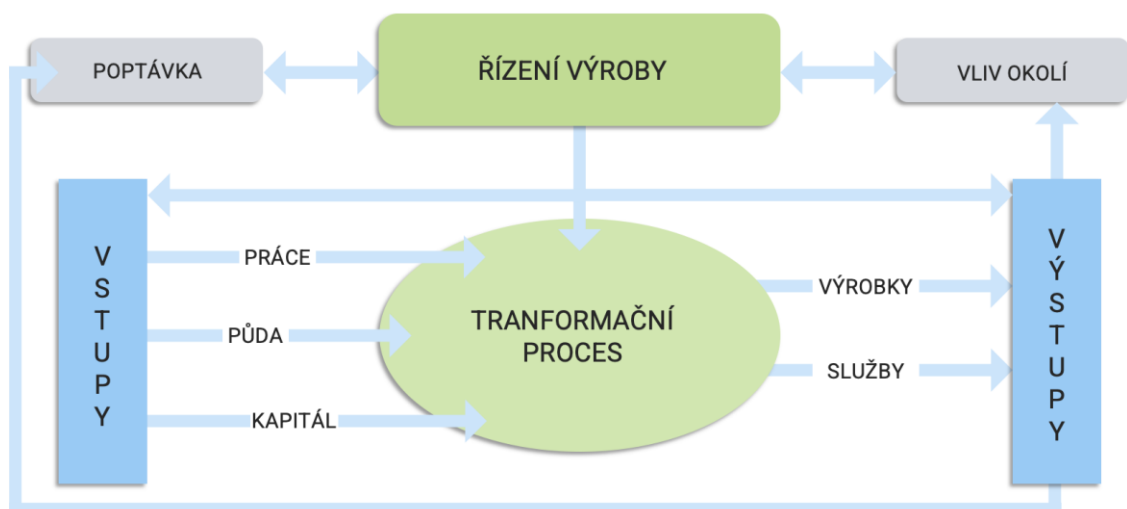
Výrobu lze chápat jako elementární činnost každého výrobního podniku. Oblast řízení materiálových a informačních toků ve výrobě poté představuje „srdce výrobního podniku“ jenž si lze představit jako centrum podnikových funkcí a je nedílnou součástí logistického řetězce. Současně náklady na výrobu, včetně spotřebovaných materiálů, často výrazně překračují ostatní náklady jiných článků logistického řetězce podniku (Gros, 2016). Je proto důležité celé výrobě a výrobnímu procesu věnovat v podniku náležitou pozornost (Macurová et. al., 2018).

V této kapitole budou definovány základní pojmy z oblasti výroby, její členění, vztah k ostatním vnitropodnikovým oblastem či například nejčastěji se vyskytující rizika, působící právě na výrobu a výrobní proces.

1.1 Definice výroby

Definice výroby může nabývat dvou rozměrů, buďto v širším slova smyslu, kdy se jedná o jakoukoliv kombinaci výrobních faktorů, vedoucích k dosažení určitých výkonů. Anebo v užším významu, jako činnost jejímž výstupem je produkce hmotných statků, případně poskytování služeb (Oudová, 2016).

Ekonomická teorie poukazuje, že každá **hodnototvorná činnost** v podniku je výrobou. Samotné slovo výroba poté slučuje všechny hospodářské aktivity týkající se tvorby výrobků a služeb (Synek a Kislingerová, 2015). Schéma výroby znázorňuje následující obrázek č. 1.



Obrázek 1 – Schématické znázornění výroby (Autor dle Oudové, 2022)

1.2 Výrobní faktory

K uskutečnění výroby je zapotřebí několika **výrobních faktorů**, které jsou průběžně spotřebovávány a transformovány do finálního produktu či služby. Spotřeba těchto produktů je označována v podniku jako náklady a je uváděna v peněžitých jednotkách. Výrobní faktory jsou dle Oudové (2016) a Kuchaříčkové (2011) **práce**¹, **půda**² a **kapitál**³. Podrobnější členění výrobních faktorů dle Synka a Kislingerové (2015) je uvedeno v následující tabulce č. 1, spolu s vzájemným porovnáním tradičních výrobních faktorů:

Tabulka 1 – Rozdělení výrobních faktorů (Synek a Kislingerová, 2015)

Národohospodářský model	Podnikohospodářský model	
1. Práce	1. Řídící práce (znalosti, informace)	
	2. Výkonná práce	
2. Půda	Půda (pozemky)	3. Dlouhodobý hmotný majetek
3. Kapitál	Budovy, stroje a výrobní zařízení, nástroje, dopravní prostředky a jiné	
	4. Materiál	

Existuje však i členění výrobních faktorů na základě **vztahu s výrobním procesem**, konkrétně na (Tomek a Vávrová, 2014):

- **Elementární vstupy**, tvořící fyzickou podstatu výrobního systému, členěné na:
 - **potenciální** – vstupy využívané jako výkonová složka transformačního procesu, spadá sem například pracovní síla, výrobní prostředky. Tyto vstupy nejsou v procesu spotřebovány, pouze opotřebovávány,
 - **spotřební** – vstupy jež jsou ve výrobním procesu zcela spotřebovány, jedná se tudíž o suroviny, pomocné a režijní materiály či obchodní zboží.
- **Dispozitivní vstupy** – management výroby s využitím řídicích složek a jejich nástrojů.

Z velmi důležitých ukazatelů využití výrobních faktorů výrobního procesu, je jejich **výnosnost (V)**, vyjadřující poměr objemu vstupu (I) s objemem výstupu (O). Čím větší

¹ Cílevědomá lidská činnost, jejímž výsledkem jsou statky či služby uspokojující lidské potřeby.

² Omezený výrobní faktor definován jako souhrn všech částí přírodního prostředí.

³ Peníze generující další peníze, například investice vložená do podniku s cílem vytvoření zisku.

hodnotu výnosnost (V) nabývá, tím vyšší je efektivnost výroby. Z dlouhodobého hlediska je pro podnik zásadní udržovat hodnotu V nad hodnotou čísla jedna (Keřkovský a Valsa, 2012).

1.3 Výrobní proces a jeho členění

Výroba je uskutečňována v **prostředí výrobních procesů**, jenž jsou tvořeny technologickými a logistickými operacemi, nezbytnými pro vytvoření produktu v požadovaném množství, termínu, nákladech a kvalitě (Gros, 2016).

Výrobní proces je tudíž plynulý tok, ve kterém dochází k transformaci surovin na finální výrobky řadou operací, mezi ty základní patří (Kmec et al., 2016):

- **Transformace** – montáž, demontáž, změna kvality či tvaru.
- **Kontrola** – porovnání se standardem.
- **Doprava** – změna umístění.
- **Skladování** – doba, kdy nedochází k žádné jiné operaci.

V průběhu výrobního procesu může dojít i k opakovanému průchodu výrobku těmito operacemi, nicméně jediná transformace tvoří přidanou hodnotu výrobního procesu. Ostatní operace by měli být co nejvíce redukovány či prováděny co nejvíce efektivním způsobem (Kmec et al., 2016).

Členění výrobního procesu

Výrobní proces lze klasifikovat na základě **několika kritérií**, Kampf et al. (2017) spolu s Holečkovou a Hyršlovou (2018) včetně Grose (2016) uvádí kritéria a členění výrobních procesů následovně:

Podle výrobního programu, přesněji dle podílení se na výstupu výrobního procesu.

- Hlavní výrobní proces – souhrn operací, které přeměňují strukturu materiálu na finální produkt.
- Pomocný výrobní proces – zajišťuje možnost fungování hlavního výrobního procesu, představuje údržbu, opravy výrobních zařízení či výrobu nástrojů potřebných k primární výrobě.
- Druhotný výrobní proces – poskytuje všechny druhy energie jako například elektřina či stlačený vzduch.

- Přidružený výrobní proces – provádí výrobu, která nesouvisí s výrobním plánem a programem společnosti.

Podle charakteru technologických procesů, převládajících ve výrobním procesu.

- Mechanicko-technologické procesy – převažují zde mechanické a fyzikální operace, jejichž výsledkem je změna tvaru zpracovávaných produktů.
- Chemicko-technologické procesy – využívající chemické reakce ke změně složení, či zcela vytvoření nového složení materiálu.
- Biochemické procesy – výsledkem je stejná změna jako u chemicko-technologických procesech s rozdílem využití mikroorganismů.
- Energetické procesy – zaměřené na výrobu energií.

Podle množství produktů procházejícím výrobním procesem.

- Výrobní proces kusové výroby – charakterizován nízkým počtem současně stejně vyrobených produktů a častými změnami výrobního programu, včetně změn v pořadí výrobních operací.
- Výrobní proces sériové výroby – produkty jsou vyráběny ve výrobních sériích⁴, jenž mohou být dle množství malosériové či velkosériové. Při přechodu na výrobu jiného druhu produktu, je výrobní zařízení třeba seřadit dle požadavku výrobku a současně vyčistit.
- Výrobní proces hromadné výroby – typická investičně náročnou výrobní linkou, která je připravena pouze pro jeden druh výrobku s minimální variací. Množství výroby je velmi rozsáhlé.

Podle stupně mechanizace na ruční výrobu člověkem, mechanizovanou výrobu vykonávanou strojem s obsluhou člověka a na automatizovanou výrobu, prováděnou pouze strojem.

Kromě výše uvedených kritérií, Jurová (2013) rozděluje výrobní proces i dle **struktury, složitosti produktu** či například z **hlediska času**.

Tomek a Vávrová (2014) konstatují, že existence tolika druhů výrobních procesů neznamená, že nemůžou být vzájemně provázané či striktně ohraničené, nýbrž naopak často

⁴ Ve větších množstvích.

se tyto druhy ve výrobním podniku prolínají, navazují na sebe či se mění dle potřeb výrobní fáze.

1.4 Vztah výrobního procesu k logistice podniku

Logistika představuje velmi rozsáhlý obor, plnící řadu důležitých funkcí nejen uvnitř každého podniku, ale i napříč podniky a celým trhem. V případě společnosti zabývající se jakoukoliv výrobou, bývá navíc dle Keřkovského a Valsy (2012) logistika úzce spjatá s výrobním procesem. Blažek et al. (2019) konstatují, že plánování a řízení výroby spolu s řízením nákupu a dalšími aktivitami uvnitř podniku se řadí jednoznačně pod obor logistiky.

Předmětem logistiky jsou nejčastěji považovány fyzické a s nimi provázané informační a peněžní toky, které se realizují při uspokojování zákaznických požadavků po produktech (Macurová et al., 2018). Vzhledem k relevantně mladému vývoji této vědní disciplíny existuje již celá řada definic logistiky, které se vzájemně prolínají, například:

- Dle Evropské logistické asociace lze logistiku definovat jako organizaci, plánování, řízení a výkon toků zboží začínaje vývojem a nákupem, přes výrobu až k distribuci podle objednávky finálního zákazníka, tak aby byli minimalizovány náklady a kapitálové výdaje se splněním všech požadavků trhu. (Tichý, 2021)
- Dle Schönslebena (2016) logistika představuje organizaci, plánování, realizaci, řízení dopředného i zpětného materiálového a informačního toku, včetně skladování a to vše během celého životního cyklu výrobků.

Výše zmíněné definice končí vždy naplněním **cílů logistiky i podniku**, neboť dle Sixty a Mačáta (2010) musí cíle logistiky vycházet ze strategie podniku a napomáhat tak ke splnění celopodnikových cílů. Současně však musí zabezpečit přání a požadavky zákazníků. Macurová et al. (2018) uvádí za cíl logistiky **efektivní překonání prostoru a času při uspokojování požadavků koncových zákazníků**, efektivnost definuje jako dosažení vysoké úrovně logistických služeb při přijatelných celkových nákladech, které vycházejí ze všech zúčastněných článků logistického řetězce.

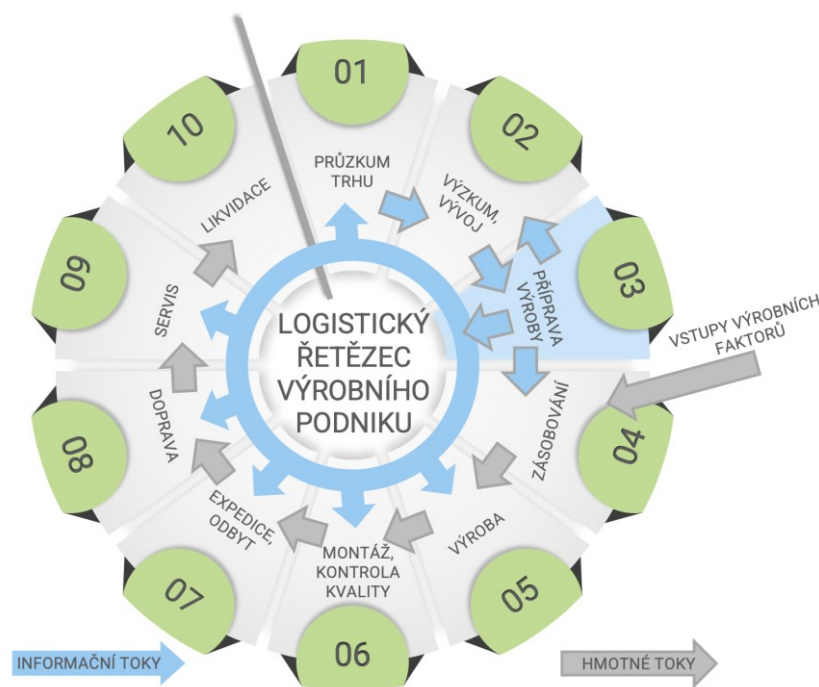
Konkrétní cíle logistiky jsou poté charakterizovány podle potřeby jednotlivých **druhů podnikové logistiky**, která je obecně dělena na (Oudová, 2016):

- nákupní logistiku,
- výrobní logistiku,

- distribuční logistiku,
- dopravní logistiku,
- a skladovou logistiku.

Logistický řetězec⁵ lze definovat dle Macurové et al. (2018) jako lineární strukturu, která je tvořena jednotlivými, vzájemně propojenými procesy (toky), jež jsou nutné k uspokojování požadavků zákazníků po produktech. Složitější strukturu pak představuje logistická síť. Jednotlivé **prvky logistického řetězce** mohou být buďto pasivní⁶, které prochází logistickým řetězcem, či aktivní⁷ díky nimž jsou pasivní toky realizovány. Současně může docházet k propojování jednotlivých logistických řetězců napříč více podniky. Pro správné fungování logistického řetězce je potřeba v něm minimalizovat nadbytečné operace, sladit pasivní prvky s aktivními a získat tak plynulé materiální i informační toky napříč celým řetězcem (Macurová et al., 2018).

Podoba logistického řetězce se v každém podniku může lišit dle jeho zaměření a rozsahu mapování (Oudová, 2016). Názornou ukázkou znázorňuje obrázek č. 2.



Obrázek 2 – Ukázkou logistického řetězce výrobního podniku (Autor, 2022)

⁵ V mnohé literatuře dochází ke konfliktu mezi názvoslovím dodavatelský řetězec a logistický řetězec, kdy například Sixta a Mačát (2010) uvádí logistický řetězec jako podmnožinu řetězce distribučního. V rámci této diplomové práce, bude stejně jako u Macurové et al. (2018) považován distribuční řetězec jako synonymum logistického řetězce.

⁶ Jedná se například o obaly, materiál, polotovary apod.

⁷ Zahrnuje stroje, lidi apod.

Logistický řetězec se dle Tichého (2021) skládá z celé řady kritických článků, mezi něž patří i výroba. Současně Macurová et al. (2018) řadí plánování a řízení výroby k důležitým segmentům **výrobní logistiky**, která je úzce provázaná na straně vstupu s nákupní logistikou, řízením zásob, projektováním výrobků, skladováním a na výstupní straně s expediční a distribuční logistikou. **Cílem výrobní logistiky** je řízení materiálových a informačních toků v podniku tak, aby docházelo k uspokojování potřeb zákazníka a zároveň byli prováděny životně důležité funkce, nezbytné pro udržení chodu společnosti (Gilson solutions, 2022). K naplnění zmíněného cíle výrobní logistika vykonává řadu **činností**:

- Výrobní a podnikové plánování.
- Plánování a řízení výroby
- Ostatní činnosti spojené s podnikovou přepravou a skladováním.

Tomek a Vávrová (2014) z opačné stránky pohledu dodávají, že bez logistiky by nebylo možné uplatnit požadovanou dynamiku vnitropodnikového řetězce tvorby hodnot, a to i ve vztahu s jeho okolím, tj. k dodavatelům i odběratelům. Z podstaty řízení výroby se zároveň nejedná pouze o řízení spotřeby materiálu a vzniku nových výrobků, ale i o řešení vlastního toku materiálu, výrobků a informací napříč celým výrobním procesem. Logistika jde tudíž ruku v ruce s výrobou a výroba představuje **důležitý článek logistického řetězce** podniku, což potvrzuje i výrok bývalého vedoucího logistiky společnosti Škoda Auto, a. s., Ing. J. Cee:

„Logistika je tepnou automobilky⁸ a jednotlivé procesy její krví, bez které by nemohla žít.“

(Jurová dle Ing. J. Cee, 2015, s. 63)

1.5 Rizika výrobního procesu

Existuje celá řada definic rizika, dle Smejkal a Raise (2014) představuje nebezpečí vzniku škody, poškození či jiného nežádoucího jevu. Současně rizika prostupují všemi oblastmi podniku, přičemž ve výrobním procesu se mohou projevit mnoha způsoby. Horváth (2012) uvádí následující projevy možných **ohrožení úspěšnosti výrobního procesu**, přičemž bere v potaz definici rizika jako nebezpečí vzniku negativní odchylky od cíle:

- nesplnění některého z požadavků na kvalitu výrobku,

⁸ Jakožto výrobního podniku.

- překročení limitu nákladů na výrobu výrobku,
- nedodržení času dokončení a odvedení výrobku,
- nesoulad výrobního procesu s právními normami, týkající se ochrany životního prostředí.

Příčiny projevů ohrožujících úspěšnost výrobních faktorů se dělí dle vstupu do podniku na interní a externí, Smejkal a Rais (2014) zmiňují tyto příklady:

Interní faktory

- Organizační činitelé - vztah lidského faktoru k poruchám a haváriím.
- Kvalitu výrobního procesu ovlivňující činitelé.
- Spolehlivost zařízení, včetně úrovně tolerance selhání zdrojů a zařízení.

Externí faktory

- Nedostatek materiálu, pracovní síly či jiného výrobního faktoru.
- Přerušení dodávek surovin.
- Přírodní mimořádná událost.

Výše zmíněné příklady představují pouze minimální vyčet příčin a následků projevů možných ohrožení výrobního procesu. Pro zabránění vzniku těchto nežádoucích jevů musí projevit snahu celý podnik a primárně v této oblasti, dle Grose (2016), výrobní management s adekvátním řešením řízení výroby, včetně jejího plánování.

2 ŘÍZENÍ VÝROBY

Tržní úspěšnost výrobního podniku je určována především poptávkou po vyráběných produktech a mírou návratnosti vloženého kapitálu. Špatná efektivita strojů a časté prostoje mohou vést ke snížení úrovně výroby, což má za následek ztrátu tržních příležitostí, zvýšení provozních nákladů a snížení zisku (Borucka a Grzelak, 2019). Současně rostoucí tlak na minimalizaci doby inovačního cyklu, vysokou míru pružnosti produkčních systémů s ohledem na efektivní využívání zdrojů vede spolu se zvyšující se podporou rozhodování v oblasti informačních technologií k rozvoji metod řízení podnikových procesů. Vývoj přichází od metod využívaných pro komplexní řízení kvality až po metody splňující úroveň naplnění strategií Průmyslu 4.0 (Jurová, 2016).

Následující podkapitoly je třeba chápat nejenom jako metody řízení, nýbrž jako celé oblasti dotýkající se řízení výroby, či jejich uplatnění v ní. Platí přitom, že se všechny zmíněné trendy mohou vyskytovat v podniku současně. Dombrowski et al. (2017) například uvádí že Průmysl 4.0 představuje propagátora štihlé výroby a logistiky. Úvodem této kapitoly však bude prvotně vymezeno samotné řízení a plánování výroby a výrobního procesu.

2.1 Plánování výroby

Macurová et al. (2018) definují podstatu plánování výroby, jako odpověď na řadu **klíčových otázek**, bez nichž by výroba nemohla být realizována.

Primárně se jedná o odpovědi na otázky (Blažek et al., 2019):

- **Co se bude vyrábět, v jakém množství a jaké kvalitě?**
- **Jakým způsobem a jakou technologií?**
- **Kdy a kde se to bude vyrábět?**
- **S využitím, jakých zdrojů?**

Jako **oporu pro zodpovězení těchto otázek** lze dle Kampfa et al. (2017) využít informace od zákazníků ve formě požadavků, poptávky, objednávek apod., nebo lze získat informace za pomoci prognózy prodeje přímo z trhu. Macurová et al. (2018) dále doplňují oporu o kmenová data podniku, včetně historických dat z již proběhlých výrob.

Plánování výroby zahrnuje plánování (Lochmanová, 2022):

- výrobního programu – neboli plánování objemu a druhové skladby výrobků konkrétně vymezeného období,
- výrobního procesu – skládající ho se z plánování výrobních postupů, časů výroby a rozmístění pracovišť,
- a zajištění výrobních faktorů.

Výsledkem plánování je plán výroby, který musí navazovat na plán prodeje, nikoliv naopak (Blažek et al., 2019).

Během plánování je nutné dodržet několik **principů plánování**, přičemž je podstatné je aplikovat i během řízení výroby, jedná se o (Macurová et al., 2018):

1. **Princip reálnosti** – jakékoliv rozvržení úkolů v čase a jejich změny je třeba předem ověřit a následně provést jejich korekci.
2. **Princip optimality** – dle vytvořených kritérií musí být vybrán nejvhodnější plán, jelikož variant plánů, které jsou reálné může být mnoho.
3. **Princip iterativního postupu** – postupná konkretizace a ladění celého výrobního procesu krok po kroku.
4. **Principy teorie omezení**⁹ – pečlivé zvažování pořadí a velikostí dávek v úzkém místě včetně diferenciací režimů práce na úzkém místě a mimo něj apod.

2.2 Řízení výroby

Řízení výroby lze definovat následovně:

„Řízení výroby je zaměřeno na dosažení optimálního fungování výrobních systémů s ohledem na vytyčené cíle.“ (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 4)

Autoři definice (Keřkovský a Valsa, 2012) zároveň upozorňují na nutnost odvození **cílů výroby** z cílů podnikové strategie, tj. ve většině případů cíl dlouhodobého zvyšování hodnoty firmy spolu s maximálním uspokojením potřeb zákazníků a efektivním využíváním výrobních faktorů. Konkretizace těchto cílů podle Váchala a Vochozky (2013) představuje navýšení technickoekonomické úrovně procesu včetně kvality, splněním požadavků

⁹ Teorie omezení byla vytvořena roku 1999 E. M. Goldrattem a její podstatou je výskyt úzkého místa v každém systému, jenž omezuje jeho výkonnost (Gros, 2016).

zákazníků, optimalizaci spotřeby výrobních faktorů a navýšením úrovně konkurenceschopnosti.

Dle délky období na které jsou cíle a plány stanoveny, se dělí řízení výroby na (Lochmanová 2022):

- **Strategické řízení** – dlouhodobé, v horizontu let, se zaměřením na vytvoření vhodných podmínek pro realizaci výrobních plánů a uspokojení jejich potřeb.
- **Taktické řízení** – střednědobé, v horizontu měsíců. Primárně se jedná o plány výroby, prodeje, investic, či finanční rozpočty určitého výrobního úseku.
- **Operativní řízení** – krátkodobé, prováděném v reálném čase. Využívá dílenské řízení, které představuje podrobné plánování jednotlivých výrobních operací, včetně evidence stavu procesu výroby a jeho řízení.

Macurová et al. (2018) vymezují **náplň řízení výroby** jako koordinaci všech operací uvnitř výrobního procesu, spolu se sladěním celé výroby z hlediska věcného, časového a prostorového. Jedná se tak o úkony typu (Macurová et al.,2018):

- řízení materiálových toků,
- dávání pokynů k vykonání naplánovaných úkolů,
- řízení a koordinaci výrobních, kontrolních, manipulačních a údržbářských operací,
- zaznamenávání průběhu výroby,
- odhalení výchyly a provedení opatření k její nápravě.

Váchal a Vochozka (2013) kladou důraz na **návaznost řízení výroby s řízením ostatních oblastí v podniku**, zejména s marketingem, technickou přípravou, řízením lidských zdrojů či vnitropodnikovou ekonomikou. K tomuto Keřkovský a Valsa (2012) dodávají, že moderní přístupy řízení výroby rozšiřují svůj rozsah **nad rámec výrobního procesu**, všude tam, kde dochází k transformaci výrobních faktorů na finální produkty.

Mezi nejčastěji využívané **systemy pro řízení výroby** uvádí Tichý (2021) a Schönsleben (2016):

- **MRP** - plánování materiálových potřeb na základě hrubého rozvrhu výroby, jenž je sestaven na základě objednávek či předpovědi poptávky.

- **MRP-II** - plánování výrobních zdrojů, jehož základní myšlenka je, že výroba a vývoj musí být plánována současně a částečně před vznikem nákupu.
- **ERP** - informační zabezpečení řízení výrobních procesů za pomoci integrace všech dat a procesů organizace, do jednoho celku s využitím celého softwarového balíku.
- **KANBAN** - systém dílenského řízení na doprovodných kartách za účelem vytvoření smyčky obsahující vlastní regulaci, které je dosaženo omezeným množstvím karet.
- **JIT** - synchronizované zásobování s výrobou s co nejmenším objemem zásob.
- **BOA** - uvolňování zakázek podle vytížení tak, aby díky přílišnému snižování zásob nedošlo k enormnímu zvýšení průběžné doby výroby.
- **OPT** - řízení úzkých míst, dle vymezení kritické cesty napříč výrobním procesem a následné optimalizaci výrobních toků.

Vybrané systémy řízení a plánování výroby jsou podrobněji rozebrány v příloze I.

Kromě komplexních systémů řízení a plánování řízení, existují i **dva základní principy** na nichž zmíněné systémy staví své základy, a to podle směru tlaku, jenž působí ve výrobním procesu jako podnět k zahájení výroby. Jedná se o (Miguel et al., 2021):

- **Tlačné (PUSH) systémy** – výroba je zahájena na základě předpovědi poptávky a následně je zboží „tlačeno“ logistickým řetězcem. Hotové výrobky poté čekají, než si je zákazník¹⁰ odebere. Tento princip je vhodné využívat u zboží s malou pravděpodobností nepředvídatelných výkyvů na straně poptávky.
- **Tažné (PULL) systémy** – výroba je spuštěna na základě skutečné poptávky a poté je zboží „taženo“ logistickým řetězcem. Hotové výrobky jsou ihned předány zákazníkům. Tento princip umožňuje držet nízkou hladinu zásob podniku současně s vyšší variabilitou finálních produktů.
- **Hybridní (PUSH & PULL) systémy** – výše uvedené principy mohou v logistickém řetězci fungovat i společně, přičemž je využito jejich primárních vlastností. Například lze využít systém PUSH k vytvoření základních výrobků bez přizpůsobení a posléze dle požadavků zákazníka je přizpůsobit s využitím systému PULL. Hybridní systémy jsou využívány převážně v masové zakázkové výrobě.

¹⁰ Zákazníkem se rozumí nejen koncový spotřebitel, nýbrž každá osoba, podnik či oddělení, nacházející se v logistickém řetězci.

3 METODY ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Podnikatelé, myslitelé i manažeři minulého století vyvíjeli řadu konceptů a teorií, vedoucích ke zlepšování podnikových procesů. Vzniklá tak celá řada teorií, prosadili se však pouze ty, které byly založeny na logice a zdravém rozumu. V této kapitole proto budou popsány vybrané koncepce určené nejenom ke zlepšování podnikových procesů.

3.1 Procesní řízení

Podstatou dobře fungujícího **procesního přístupu** je správné **pochopení procesu** tvorby přidané hodnoty, přeměněné do dílčích parametrů znázorněných produktivní a neproduktivní složkou hodnotvorného řetězce (Chromjaková, 2013).

Procesní management znázorňuje systémy, nástroje, metody a postupy zajištění neustálého zlepšování podnikových i mezipodnikových procesů a primárně trvalého získání maximální výkonnosti. To vše se zaměřením na splnění strategických cílů organizace (Šmída, 2007). Jeston (2018) dále považuje procesní řízení za **samostatnou manažerskou disciplínu**, která považuje podnikové procesy za hlavní faktor k dosažení cílů organizace tím, že průběžně řídí a neustále zlepšuje všechny podnikové procesy.

Podnikový proces je dle Ubaida a Dweiriho (2020) soubor činností, včetně souvisejících úkolů s vlastností procházet napříč obory, útvary či celými organizacemi. Každý proces je řízen událostmi, tzv. **začíná a končí událostí** a je dynamicky koordinován.

Trkman (2010) dělí podnikové procesy do dvou základních kategorií s ohledem na události, jedná se o **dočasné procesy**, které začínají v případě potřeby a končí v budoucnu a **trvalé procesy**, které běží neustále. Kantnerová et al., (2016) rozlišují procesy dle vertikální a horizontální struktury:

- **Vertikální struktura**
 - Nosné procesy (nejvyšší hierarchická úroveň).
 - Hlavní procesy (bezprostředně podřízené nosným procesům).
 - Podřízené procesy (libovolná úroveň s prvkem podřízenosti).
 - Elementární procesy (nejnižší hierarchická úroveň, nelze dále členit).
- **Horizontální strukturu**, kterou tvoří vstupy, funkce a výstupy.

Pro správné řízení výrobních procesů je velmi důležité znát jejich **strukturu**, neboť bez této vědomosti nelze plánovat jakékoliv změny k dosažení budoucí výkonnosti procesního řetězce. Podstatou proto je potřeba (Chromjaková, 2013):

- Vědět „náplň práce“ procesu.
- Vědět počet a druh potřebných vstupů procesu.
- Znat kapacitu každého zdroje.
- Znat přidanou hodnotu procesu.
- Identifikovat možnosti pro zlepšení procesu.

Pro **pochopení výrobního procesu** musí prvotně dojít k jeho popsání, vyjádření a znázornění jeho průběhu. K tomuto slouží řada metod s grafickým znázorněním, které jsou mnohdy doplněny o efektivní SW nástroj, např ARIS, BPVA a další (Janišová a Křivánek, 2013). Mezi tyto metody patří vývojové diagramy, vztahový diagram, procesní mapa, frekvenční tabulka či Paretův diagram.

Cílem řízení procesů je docílit stav, při němž se adekvátně kombinují prvky standardizace procesu, stability, struktury, průběh tvorby komplexního výkonu spolu s kombinací hlavních, podpůrných a organizačních procesů (Chromjaková, 2013).

3.2 Štíhlá výroba

Ačkoliv **štíhlá výroba** není objev nových desetiletí a začala se vyvíjet již při počátku průmyslové výroby, dostala se do popředí až v 2. polovině 20. století při důsledném a systematickém používání tehdy inovativních metod, jež byli vyvíjeny v automobilce **Toyota** a následně se začali šířit i do ostatních průmyslově vyspělých zemích. Při celistvém užití těchto metod, docházelo k **většímu účinku**, než kdyby byly používány jednotlivě. Celý systém, formulován řadou let se poté začal nazývat štíhlá výroba (Váchal a Vochozka ,2013).

Spolu se štíhlou logistikou, spadající pod filozofii Lean tvoří tento koncept **soubor přístupů a metod, jenž se snaží eliminovat plýtvání v celém hodnotovém toku** (Brau, 2016).

Definici filozofie štíhlého podniku, neboli z angličtiny převzatému názvu Lean, vymezuje organizace Lean Enterprise Institute (2022) následovně:

„Lean je způsob myšlení o vytváření hodnoty za současného snižování zdrojů a omezování plýtvání. Lean je metoda založená na neustálém experimentování s cílem najít perfektní hodnotu s nulovým plýtváním. Lean myšlení a jeho praxe se vyskytují společně.“

(Lean Enterprise institute, 2022)

Patermann (2022) uvádí, že **Lean je utvářen** svými ideály, principy a metodami.

Hlavním ideálem je maximalizace hodnoty výrobků a služeb pro zákazníka, způsobem, jenž neprodukuje plýtvání. Musí docházet k neustálému zlepšování z čehož plyne, že ideální cíl je nereálný a vždy je potřeba něco zlepšovat, a to transparentně napříč celou společností.

Principy představuje skutečnost, kdy společnost rozumí svým zákazníkům a hodnotě svých výrobků. Současně vidí své vlastní problémy a stav po zlepšení považuje jako stav před zlepšením, neboť největší problém společnosti je nevidět žádný problém (Brau, 2016).

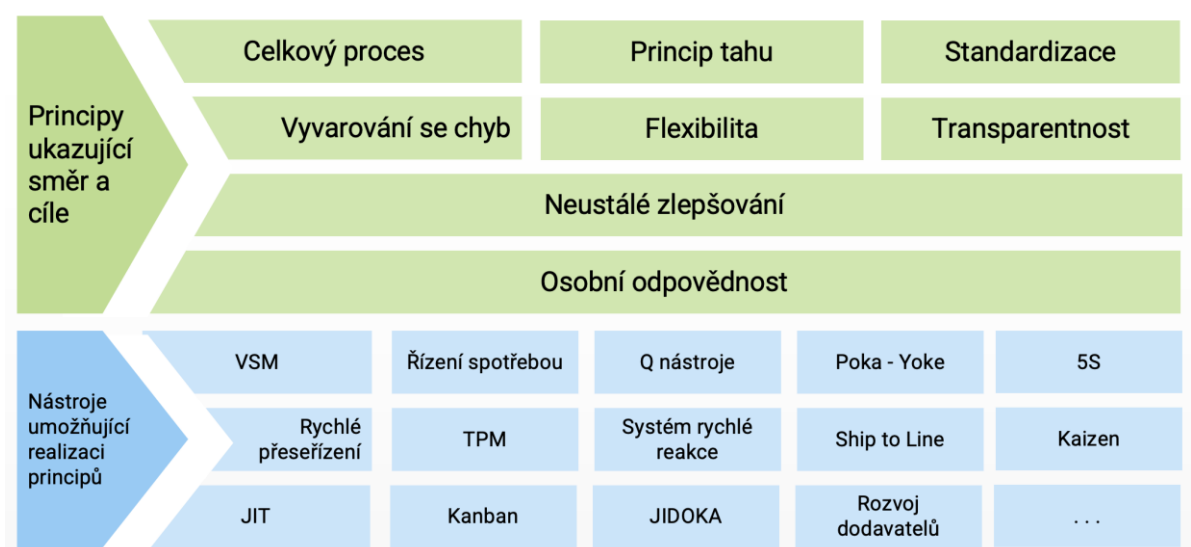
Tyto principy dále Keřkovský a Valsa (2012) konkretizují při **zavádění v podniku**:

- Princip tahu – vyrábí se jen to, co potřebuje následující účastník procesu.
- Eliminaci plýtvání – odstranění součástí systému, jenž netvoří přidanou hodnotu.
- Standardizaci – princip snižování nahodilosti procesu.
- Neustálé zlepšování – Kaizen.

Lean metody

Primárním **cílem jednotlivých metod** je analyzování současného stavu a následné definování standartu včetně jeho zlepšení. (Patermann, 2022).

Metody tak představují **prostředky k dosažení** výše zmíněných **ideálů a principů** a jsou v podniku implementovány průběžně, většinou jako dílčí projekty. **Systematické zavádění** umožňuje nacházet v daný moment optimální řešení pro logistické a výrobní procesy (Jurová, 2016). Výčet některých metod je uveden v následujícím obrázku č. 3.



Obrázek 3 – Příklady nástrojů štlé výroby umožňující realizaci principů (Autor podle Váchala a Vochozky, 2013)

3.3 Six Sigma

Oproti konceptu Lean, představuje z historického hlediska Six sigma poměrně novou metologii, jenž začala vznikat v 70. letech 20. století a v druhé polovině 80. let se začala poprvé aplikovat v podnicích. Za tímto vývojem stála společnost Motorola, která se díky tomu stala vedoucí společností v oblasti kvality i profitu (Svozilová, 2011). Později se k Motorole připojila i společnost General Electric, které se povedlo filozofii Six Sigma poprvé aplikovat v oblasti služeb, čímž dokázala úspěch tohoto konceptu (Váchal, 2013).

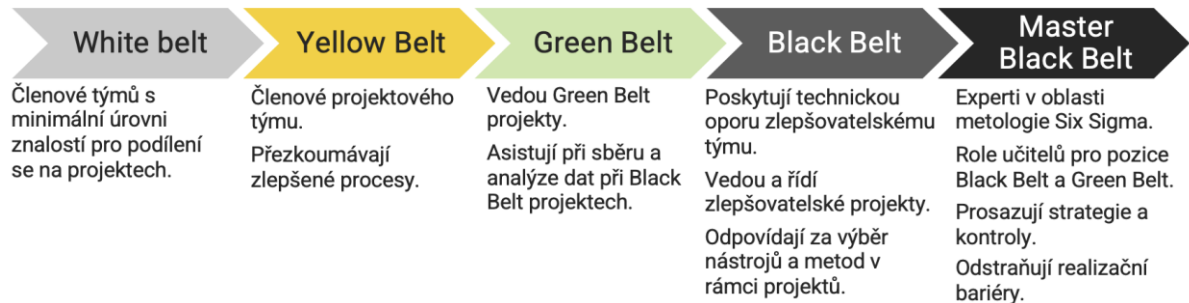
Six Sigma Váchal (2013) definuje jako manažerskou filozofii, založenou na principu kontinuálního zlepšování, s využitím procesního řízení a rozhodováním na základě naměřených dat. Cílem je dosáhnout vyšší kvality a současně snížit výrobní náklady. Tohoto jevu lze dosáhnout snížením variability procesu a snížením chybovosti. Právě variabilita dle Muraliraje (2018) dala název této metodě, jenž v řečtině nese název Sigma. Číslovka šest představuje hodnotu variability (směrodatné odchylky), která připouští 3,4 defektů na milion příležitostí. Při splnění této hodnoty, zaručuje Six Sigma efektivitu vybraného procesu 99,9997 %.

Přístup Six Sigma má základy v Demingově cyklu, jež byl vylepšen a nazván jako metoda DMAIC, využitelnou v každém dílčím projektu. Dílčí projekty představují základ Six Sigma. Konkrétní fáze, tvořící i počáteční písmena v názvu metody DMAIC jsou následující (Váchal, 2013):

- Definování (Define) – je stanovován rozsah a účel projektu spolu s porozuměním problémů a zákaznických potřeb.
- Měření (Measure) – dochází k nastavení technik pro sběr dat a jejich samotný sběr, čímž se kvantifikuje vybraný problém. Současně dochází k zjištění úrovně procesu.
- Analyzování (Analyse) – v této fázi jsou hledány příčiny problému, přičemž dochází k podrobnému zkoumání naměřených dat.
- Zlepšení (Improve) – vytváření návrhu řešení problému a jeho následná realizace.
- Kontrola a řízení (Control) – měření finálního stavu s cílem ověřit, že realizovaná opatření přinesla trvalou pozitivní změnu.

V každém kroku v DMAIC cyklu lze využít rozsáhlé množství analytických, grafických, matematických a primárně statistických či kombinovaných metod. Znalost těchto metod aplikuje Six Sigma do podniku pomocí manažerského přístupu školení pracovníků,

dle jednotlivých pozic, jenž se podílejí na zlepšovatelských projektech a mají svoji nezastupitelnou funkci ve zlepšovatelských týmech. Konkrétně se jedná o pozice, jež jsou charakterizovány v následujícím obrázku č. 4.



Obrázek 4 – Struktura pozic v rámci metodologie Six Sigma (Autor podle Atmaca, 2013)

Kromě výše zmíněných nástrojů a přístupů školení v rámci metodologie Six Sigma, přináší tento koncept významné vědecké metody rozhodování na základě zjištěných faktů a soubory nástrojů, jejichž využitím lze odhalit pravé příčiny v procesech (Svozilová, 2011).

3.4 Lean Six Sigma

Koncem 20. století podniky nasazovali kvůli vysoké konkurenci stále více nové přístupy řízení v organizacích, se zaměřím na kvalitu, která se dle Atmaca (2013) stala nadřazeným pojmem řízení v organizacích, jež přispívá k efektivnímu dosahování obchodních cílů. Mezi nejčastěji nasazované koncepce patřili výše zmíněné metodologie Lean a Six Sigma. Svozilová (2011) však vysvětluje, jaké měli tyto koncepty nedostatky. Koncepce Lean klade důraz na výkon procesu a eliminaci plýtvání, zatímco Six Sigma je orientována na stabilní kvalitu výstupu procesu. Atmaca (2013) dodává, že pokud se eliminuje plýtvání, proces se zrychlí, ale stále mohou vznikat neshodné výrobky, které je díky vyšší rychlosti procesu těžší odhalit. Naopak snižování variability je časově náročnější. Spojením výše zmíněných konceptů vznikl významný synergický efekt, který zcela eliminoval tyto nedostatky. Lean Six Sigma proces zjednoduší i zrychlí a současně dojde ke zlepšení jeho kvality, tudíž následně i výrobků.

Michael George, průkopník v oblasti Lean Six Sigma, definoval tento koncept následovně:

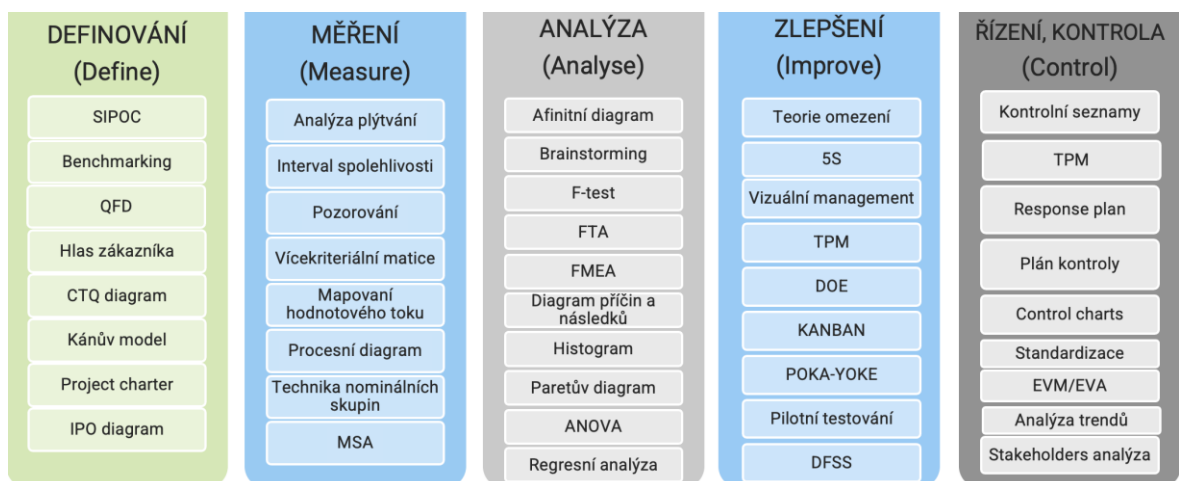
„Lean Six Sigma je metodika, která maximalizuje hodnotu pro akcionáře tím, že dosahuje nejrychlejšího tempa zlepšení v oblasti spokojenosti zákazníků, nákladů, kvality, rychlosti procesů a investovaného kapitálu.“

(Michael George, 2002, s. 34)

Každá společnost při implementaci Lean Six Sigma by dle Svozilové (2011) i Atmaca (2013) měla přijmout sedm klíčových podmínek úspěchů, podporujících správné zvládnutí zlepšovatelství projektů. Tyto klíčové podmínky úspěchu jsou následující:

1. Orientace na zákazníka – veškeré procesy, analýzy, závěry a doporučení by měly klást důraz na to, co považuje zákazník za přidanou hodnotu v jeho požadavcích.
2. Podniková kultura – zlepšování procesů by se mělo dít postupně, cyklicky a až do jádra podnikové struktury a manažerských systémů.
3. Zapojení managementu – do jednotlivých projektů by měl být zapojen i vyšší a střední management podniku, což přispívá k souladu cílů projektů s cíli společnosti.
4. Systematické zlepšovatelství programy – v rámci Six Sigma by měl být kladen důraz na systematický výběr projektů a následnému měření jejich úspěšnosti.
5. Koordinovaný růst znalostní základny – zlepšovatelství programy by měly být vedeny kvalifikovanými interními pracovníky ve struktuře „beltů“.
6. Strukturovaný metodický přístup – každý projekt by měl být veden dle fází DMAIC. Současně musí být proces analyzován horizontálně i vertikálně.
7. Rozhodování na základě faktů – všechny projekty musí mít jasně definované cíle tak, aby je bylo možné po realizaci projektu ověřit. Sběr údajů musí být spolehlivý.

Spojením Six Sigma a Lean došlo ke sloučení metod a nástrojů, jež tvoří základ pro realizaci projektu ve stylu DMAIC cyklu. Muraliraj (2018) uvádí, že výběr metod pro projekty je náročný, přičemž znalosti a zkušenosti „beltů“ tvoří základnu pro realizaci každého zlepšovatelství projektu. Výčet některých metod je uveden na obrázku č. 5.



Obrázek 5 – Vybrané nástroje Lean Six Sigma (Autor podle George et al., 2016)

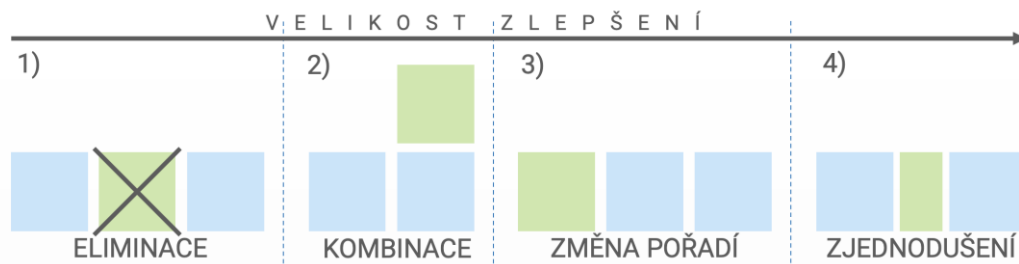
4 PRINCIPY ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Zlepšování procesů Svozilová (2011, s. 19) definuje jako:

„činnost zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů.“

Důležité je odlišovat řešení problémů, které je se zlepšováním spjaté, neboť každé zlepšení představuje řešení nějakého problému. Samotné vyřešení problému však představuje pouze návrat k cílovému stavu (Patermann, 2022). Pro dosažení zlepšení procesů musí docházet ke **změnám**, ačkoliv proces by měl v základu zůstat nezměněn (Hučka, 2017).

Patermann (2022) uvádí v následujícím obrázku č. 6 čtyři základní principy, pro zlepšení jakéhokoliv procesu:



Obrázek 6 – Čtyři základní principy zlepšování procesů (Autor dle Patermanna, 2022)

Patermann (2022) doplňuje, že pokud dojde ke konexi výše zmíněných principů s adekvátními:

- zjišťovacími otázkami typu **Co, Kde, Kdy, Kdo a Jak**,
- diskriminačními otázkami typu **Proč**,
- a rozvíjejícími otázkami obsahující předložky **Jinak, Jinde, Jindy, Bez**,

dojde k vytvoření **účinného nástroje** nejen pro identifikaci míst ke zlepšení, ale i pro generování možných variant řešení.

Mezi nejčastější **příklady zlepšení výrobního procesu** patří dle Košturiaka (2010):

- Snížení plýtvání v procesech.
- Zmenšení variability nestabilních procesů.
- Snížení počtu neproduktivních procesů.
- Úzká místa s výsledkem zvýšení průtoku.

- Zlepšení pracovišť s neúměrnou zátěží pracovníků.
- Zlepšení výrobků či procesů, se kterými je zákazník spokojen.

Zlepšováním nejen výrobních procesů se zabývá i celá strategie neustálého zlepšování **Kaizen**, jenž vznikl v japonské Toyotě a v překladu znamená změnu (KAI) k lepšímu (ZEN). Systém je aplikovatelný **napříč celým podnikem**, bez ohledu na jeho zaměření (Košturiak, 2010).

4.1 Zlepšování začíná na pracovišti „Go to Gemba“

Gemba je místo, kde se nachází oblast v podniku, či operace kterou je třeba zlepšit. V podniku se například jedná o dílnu, v nemocnici o ordinaci, v hotelu o jídelnu. Není to však pracovní stůl manažera, jenž se snaží procesy ve výše zmíněných prostorách zlepšit (Košturiak, 2010). K čemuž George et al. (2016) dodávají, že dokumentace není náhradou za pozorování, vždy musí být **důkladně prozkoumán celý proces** i s využitím rozhovorů se zaměstnanci, neboť oni nejlépe vědí, co se na denní bázi děje. Tomuto jednoduchému principu se nazývá v oblasti štihlé výroby „**Go to Gemba**“.

4.2 Mapování hodnotových toků

Aby bylo možné jakýkoliv proces řídit a následně zlepšit, je nutné ho nejprve pochopit a detailně popsat. Právě tento krok umožňuje **odhalit odchylky** od požadovaného stavu (Janišová a Křivánek, 2013).

Jurová (2016) zmiňuje celou řadu metod popisujících **materiálové toky**, například Spaghetti diagram, jenž hledá nejvhodnější přepravní cesty. Pokud se však podnik chce zaměřit na zvýšení efektivity v řízení materiálových toků a zejména k eliminaci plýtvání, je dle Jurové (2016) nejvhodnější využít metody nazvané **mapování hodnotových toků**, ve zkratce VSM.

Metoda vznikla v japonské **Toyotě** jako součást filozofie štihlého řízení a slouží k popisu procesů na základě jejich přidané hodnoty s cílem synchronizovat hodnotové toky. Záměrem tak je vytvoření komplexního obrazu výrobního procesu s vyznačeným materiálovým a informačním tokem (Jurová, 2016).

V praxi jsou využívány **dva typy** výše zmíněného **obrazu**, jinými slovy **mapy toku hodnot**, jedná se o (Chromjaková, 2009):

- **Mapu současného stavu** – popisující současný to hodnoty produkčním procesem.

- **Mapu budoucího stavu** – popisující nový, štíhlý tok a součástí je návrh plánu implementace zásadních změn pro zlepšení hodnotového toku.

George et al. (2016) uvádí několik **benefitů** přinášející použití této metody:

- Vizualizace procesu, včetně klíčových dat na mapě toku hodnoty.
- Vytvoření základu pro pochopení současných problémů.
- Umožnění zlepšovacím týmům rychle najít příležitost pro řešení problémů.
- Pomáhají lépe si představit, jak by mohl proces vypadat po odstranění plýtvání.

Kromě nástroje k odstranění plýtvání a navržení budoucího stavu, lze metodu využít také u zavádění nového výrobního procesu výrobku, změnu výrobního procesu či při analýze současného stavu výrobního systému.

Pro základní porozumění výsledných map je nutné znát alespoň **základní pojmy** vyskytující se v této metodě (Visual Paradigm, 2022):

- **Čas cyklu (C/T)** – čas potřebný k uskutečnění operace.
- **Index přidané hodnoty** – poměr času přidané hodnoty k celkovému času procesu.
- **Čas čekání (WT time).**
- **Čas přidané hodnoty (VA time).**
- **Čas bez přidané hodnoty (NVA time).**
- **Lead Time (L/T)** – doba realizace celého procesu.
- **Doba taktu (T/T)** – doba trvání výroby v závislosti na požadavcích zákazníka.

Samotný **postup** definují George et al. (2016) v následujících 6. krocích:

1. Stanovte výrobek či rodinu výrobku která bude mapována.
2. Nakreslete tok procesu.
3. Zaznamenejte tok materiálu a tok informací.
4. Posbírejte data o procesu.
5. Slučte data procesu s grafem procesu.
6. Ověřte mapu.

V příloze II jsou dále uvedeny schémata potřebná při tvorbě mapy přidané hodnoty.

4.3 Identifikace problémů a hledání jejich příčin

Významnou oblastí v procesu zlepšování představuje generování námětů a jejich následné hodnocení. Je však velice důležité získávat informace z vícero zdrojů a nahlížet na ně z několika úhlů, neboť každý zdroj může poskytovat stejné informace, avšak s rozdílnou podstatou a hodnotou. Metodologie Lean Six Sigma obsahuje několik desítek nástrojů, jenž umožňují objektivně získat náměty k pozdější analýze a hodnocení (Svozilová, 2011).

Svozilová (2011) dělí tyto nástroje do několika kategorií:

- Jednoduché nástroje pro sběr informací (pozorování, interview)
- Skupinové diskuse a generování námětů (brainstorming, metody řízené diskuse)
- Diagramy pro třídění a sdružování námětů
- Procesní benchmarking
- **Nástroje pro identifikaci příčin problémů**

Pro potřebu zjištění skutečné příčiny již vymezených problémů bez výrazného subjektivního zabarvení jsou využívány metody založené na logice a strukturální analýze. Tyto metody lze rozdělit na nástroje, odhalující potenciaální příčiny vzniku problémů a na nástroje, které skutečně ověřují, jestli se potenciaální příčiny na problému podílejí (George et al., 2016).

Procesní FMEA

Analýza potenciaálních problémových vlivů a jejich důsledků (FMEA) napomáhá v procesním zlepšování předvídat nejpravděpodobnější poruchy procesu, jenž mohou mít dopady na zákazníka spolu s odhadem významnosti těchto dopadů. S těmito poznatky pak zlepšovatelství tým je schopen zvýšit kvalitu finálního výrobku a snížit stávající počet chyb úpravou stávajících procesů či vytvořením procesu nového. Metoda využívá výpočet priority rizika jako součin závažnosti, pravděpodobnosti a indikace. Zpravodajství SixSigma Daily (2015) uvádí četnost, jako prvek rizika s největším dopadem na zákazníka.

Ishikawa diagram

Cílem Ishikawa diagramu neboli diagramu rybí kosti je odhalit potenciaální kořenové příčiny v souvislosti s jejich následkem (problémem). Princip této analytické metody spočívá v kauzalitě problému s jeho příčinami. Samotné příčiny se hledají v několika dimenzích, jenž představují ve finální podobě podobu „rybí kosti“. Druh dimenze a jejich počet lze stanovit v závislosti na druhu řešeného problému (George et al., 2016).

4.4 Eliminace plýtvání

Plýtvání představuje dle štíhlé výroby spolu s Kaizenem osm druhů potencionálních ztrát, které mohou v podniku nastat a nepřinesou mu žádnou přidanou hodnotu (Besta a Haverland, 2017). V japonské terminologii se pak toto plýtvání nazývá MUDA, přičemž je označováno jako „věčné“ a z procesu nikdy nezmizí, neboť při realizaci jakéhokoliv prospěšného procesu, jsou vytvářeny i neúčinné činnosti. Je proto velmi důležité se snažit o minimální úroveň „MUDY“ v podniku (Bauer, 2012).

Mezi osm druhů plýtvání ve výrobě patří dle mnoha autorů (Váchala (rok), Vochozky (2013), Jurové (2016), Patermanna (2022) a Zahrotuna a Taufiq (2018)):

Nadprodukce

Nadprodukce vzniká z důvodu většího objemu výroby, než jaká je zákazníky vyžadována. Příčinou může být nucené splnění normy produktivity prostřednictvím zvýšení výrobní kapacity. Nebo naopak jako pojistka pro případ nouze, kdy dochází k zakrývání problémů, například při poruše výrobního zařízení. Existence tohoto druhu plýtvání zvyšuje náklady podniku, plýtvání časem, energií i prostorem.

Nadbytečné zásoby

Zásoby představují položku procesu, jenž nepřidává žádnou hodnotu, nicméně zvyšuje náklady a bez užitku zabírá plochu v podniku. Nejčastější místa vzniku jsou na začátku procesu ve formě zásob vstupů, uvnitř procesu ve formě polotovarů a na konci procesu ve formě nechtěných výrobků. Jedno z účinných řešení představuje řízení výroby JIT a Kanban.

Ztráty v důsledku oprav a defektů

Nekvalitní a neshodné výrobky představují pro podnik jeden z nejzávažnějších druhů plýtvání, neboť pokud se tyto negativa dostanou k zákazníkovi, mohou mít vážné následky například ve formě ztráty zákazníků či dokonce poškození image firmy. Zároveň na jejich výrobu byly vynaloženy výrobní faktory, které ve výsledku nepřinesly žádnou přidanou hodnotu. Důležité je tak odhalovat chyby již v průběhu výrobního procesu, nikoliv pouze na jeho konci ve formě výstupní kontroly kvality.

Ztráty způsobené zbytečnými pohyby

Existuje jen málo pohybů ve výrobním procesu, které skutečně přidávají hodnotu finálnímu produktu. Všechny pohyby týkající se přecházení po pracovišti, hledání, ruční manipulace

s těžkými předměty a celá řada dalších pohybů je neproduktivní. Řešením se pak nabízí efektivní standardizace pracoviště a pohybů, například za pomoci nástroje 5S.

Ztráty při vlastním zpracování výrobků

Plýtvání může být zapříčiněno již při vytváření technologického procesu výroby, jenž vede například k vytváření zbytečně velkého objemu odpadu při výrobě, či k nepraktickému rozmístění pracovišť. Zbavit se tohoto plýtvání lze například novým plánem výroby. Zároveň je třeba ponechat jen ty operace ve výrobním procesu, které přináší pouze tu přidanou hodnotu, jenž zákazník požaduje a je ochoten za ni zaplatit.

Ztráty čekáním

Ztráty v čekání představují situaci, kdy pracovníci nemohou pracovat z technickoorganizačních důvodů. Jedná se například o čekání na materiál, odezvu počítače, příkaz od mistra či pouhé postávání u stroje, jenž vykonává svoji práci bez nutnosti koordinace člověkem. Hůře odhalitelné je pak čekání na mezivýrobek, určený k dalšímu zpracování. Tento druh plýtvání se negativně projevuje na celkových nákladech a době výroby. Řešení může představovat řízení výroby JIT.

Ztráty v dopravě

Doprava přináší hodnotu pouze pokud je **účelná**, jinak představuje plýtvání. Je však nutné zdůraznit, že čím se výrobek více přepravuje, tím pravděpodobněji vzrostou jeho náklady, zpoždění při výrobě, či se zvýší šance na jeho poškození a současně ke snížení kvality.

Ztráty z důvodu nevyužití příležitostí

Tyto ztráty představují plýtvání **potenciálem lidí**, nevyužití **tržních příležitostí** či dostupných **možností zlepšení**. Ve výrobě se toto plýtvání projevuje například nedostatečným školením, absencí zpětné vazby vůči nadřízeným pracovníkům nebo například neposkytnutí možnosti uvést zaměstnancům jejich nápady na zlepšení, jakožto lidem, kteří v místě vzniku problémů dennodenně pracují. Případem tohoto plýtvání je i obsazení pracovní pozice člověkem, který nemá požadované dovednosti a naopak.

Kromě zmíněných druhů plýtvání existují pro podnik ještě další dvě kategorie přinášející problémy, jedná se o **nerovnoměrnost** (MURA) a **přetíženost** (MURI) (Patermann, 2022).

4.5 Pět základních kroků dobrého hospodaření

Jednou ze základních metod štíhlé výroby, kladoucí důraz na vytvoření a udržení výkonného, bezpečného, čistého a organizovaného pracoviště je **metoda 5S**. Mezi její výrazné přednosti patří dle George et al. (2016) na první pohled komukoliv poznat rozdíl na pracovišti mezi normálními a neobvyklými podmínkami, například při převzetí pracoviště v důsledku střídání směny. Současně se jedná o metodu, která tvoří **základ pro zlepšování**, nulovou chybovost či snížení nákladů a zajištění bezpečného prostředí.

Název metody je odvozen od **pěti japonských slov**, popisujících správné hospodaření nejen ve výrobě. Konkrétně se jedná o následujících pět kroků: (Besta a Haverland, 2017):

- **Roztřídit (Seiri)** – klasifikace položek na pracovišti na nezbytné a zbytečné, jež by měli být odstraněny.
- **Srovnat (Seiton)** – nezbytné položky by měli být seřazeny tak, aby jejich nalezení vyžadovalo minimum času a námahy. Současně by mělo docházet k vizualizaci pracoviště a k vytvoření identifikátoru a označení všech jeho součástí, včetně dopravních cest.
- **Vyčistit (Seiso)** – čistota na pracovišti by měla být udržována, včetně neustálé kontroly.
- **Systematizovat (Seiketsu)** – výše zmíněné kroky by se měli dodržovat, například za pomoci standardizace pravidel.
- **Standardizovat (Shitsuke)** – dodržování všech kroků by se mělo stát denní rutinou, která utváří sebedisciplinu každého pracovníka.

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Téměř v každém podniku představuje výroba klíčový prvek logistického řetězce, jehož výstupem bývá finální výrobek, služba či jejich kombinace. Současně tato část logistického řetězce vytváří největší objem podnikových nákladů, které jdou v dnešní době jen stěží minimalizovat na straně vstupů, neboť výrobní faktory jsou téměř pro všechny podniky daného odvětví dosažitelné za stejných podmínek. K získání konkurenční výhody a udržení se na trhu je proto velmi důležité stále zlepšovat podnikové procesy, spolu se zvyšováním kvality finálních produktů a minimalizovat co největší množství plýtvání. Jednodušeji řečeno, pro udržení se na trhu a získání konkurenční výhody, je třeba, aby se podniky primárně zaměřili na přidanou hodnotu pro zákazníka a eliminovali procesy, které zákazníkem nejsou oceněny.

Existuje celá řada kategorizací výroby, výrobních procesů i výrobních faktorů, jenž jsou popsány v první části literární rešerše, neboť pro správné pochopení výrobního procesu, jenž představuje základ pro zlepšování, je nutné výrobní proces konkretizovat a detailně poznat, včetně jeho rizik a konexí s ostatními procesy a oblastmi výrobního podniku.

Ve druhé kapitole teoretické části je vymezena důležitost řízení a plánování výroby spolu s výrobními procesy, přičemž v současné době oprávněně roste na popularitě celá řada ucelených metod, systémů a filozofií vedoucích k optimalizaci nejen výroby, ale i celého podniku. Ať už se jedná o procesní přístup v řízení výrobních procesů, zeštíhlování výroby za pomoci filozofie LEAN, zvýšení kvality výrobků a celého procesu za pomoci snížení jeho variability, jenž využívá metodologie Six Sigma a v neposlední řadě metodologie, postavená na fúzi již zmíněných konceptů Lean Six Sigma. Tyto přístupy procesního zlepšovatelství jsou popisovány ve třetí kapitole teoretické části.

Poslední kapitola se zaměřuje již na konkrétní nástroje a principy, jež vedou ke zmapování a následně ke zlepšení výrobního procesu. Samotné zlepšování začíná dle celé řady přístupů na pracovišti, například formou mapování hodnotových toků, přičemž je třeba se zaměřit na operace, jež nepřidávají produktu žádnou přidanou hodnotu a představují plýtvání nejen zdroji, ale i časem, příležitostmi a potenciálem lidí. Toto plýtvání ve všech jeho formách je nutné minimalizovat na co nejnižší úroveň, či v úspěšnějším, ale nemožném případě zcela odstranit. Současně musí dojít ke snížení počtu neshodných výrobků, čímž je zvýšena kvalita celého procesu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVÉNÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Kordárna plus, a. s. (dále jen Kordárna) byla založena roku 1948 jako součást Baťova závodu v obci Velká nad Veličkou v Jihomoravském kraji, téměř na hranici se slovenskými hranicemi (viz obrázek č. 7). Během své historie, která byla velice rozmanitá, neboť společnost v průběhu dekád zažila několik úpadku i vrcholů své slávy, se Kordárna stala stabilním světovým výrobcem technických tkanin, jejíž výrobky jsou dodávány především evropským společnostem v oblasti gumárenství a automobilovém průmyslu, například Continental, Pirelli, Savatech či Bridgestone. Zajímavostí je, že její dceřinou společností je společnost Slovokord sídlící ve slovenské Senici, jež vyrábí polyesterová vlákna určená pro následnou výrobu technických tkanin právě v Kordárně, tudíž si společnost zajišťuje celý výrobní proces od produkce polyesterového vlákna až po impregnaci technické tkaniny sama (KORDÁRNA Plus a.s., 2017).



Obrázek 7 – Letecký pohled na areál společnosti (Kordárna Plus a.s., 2017)

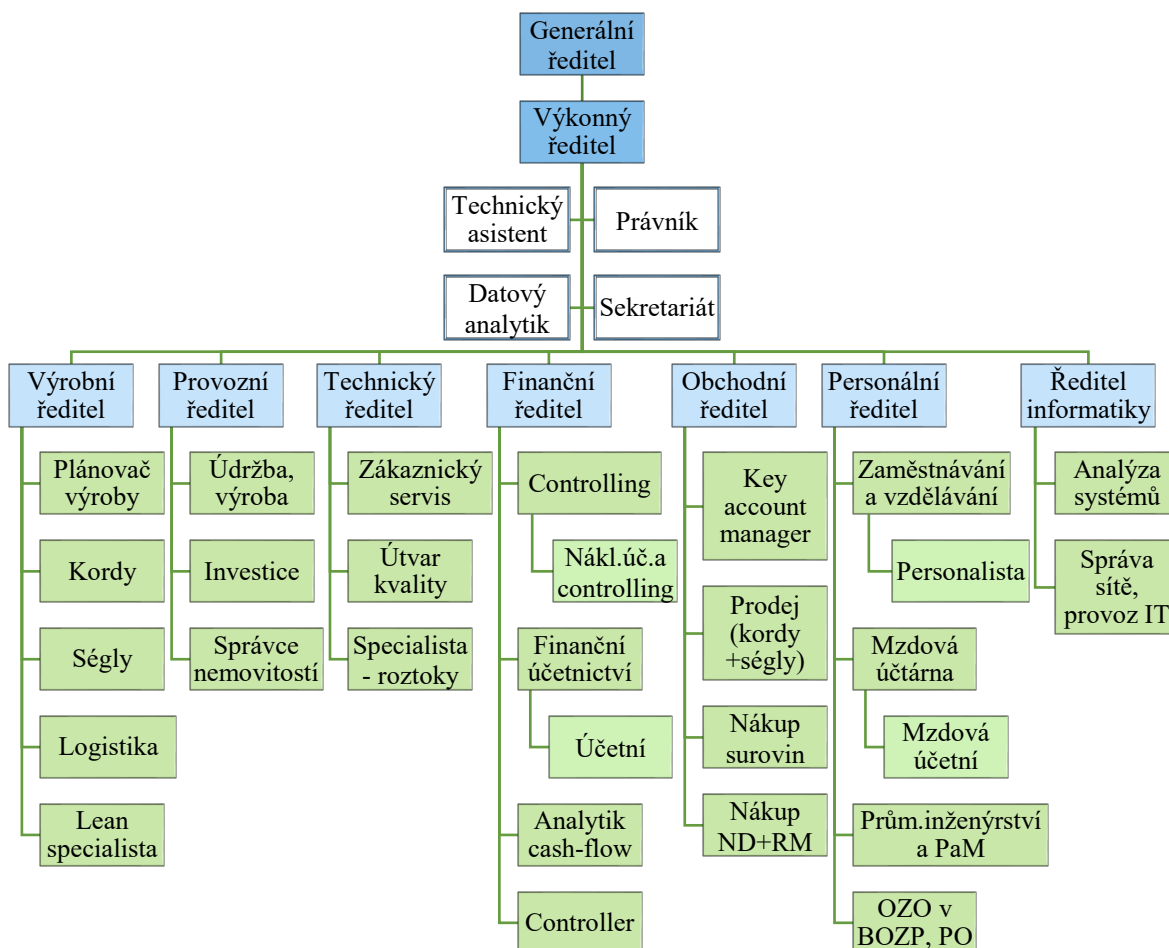
6.1 Organizační struktura

V současnosti patří, od roku 2018, společnost pod mezinárodní korporaci Indorama Ventures se sídlem v Bangoku. Skupina vlastní v současnosti 147 výrobních závodů ve 35 zemích světa na všech kontinentech a je aktuálně největším výrobcem PET polymerů a vlněných přízí na světě, přičemž její výrobní zaměření je právě na chemický a textilní průmysl. Pro Kordárnu vstup do nového vlastnictví přinesl celou řadu příležitostí a benefitů, například sem byla přenesena část výroby z jiných organizací v rámci skupiny, či se daleko více zvětšil rozsah trhů. Významným benefitem je i technologický pokrok spolu se sdílením know-how v rámci skupiny, kdy dochází ke vzniku rozvojových programů napříč

jednotlivými podniky za účelem školení a předávání informací, důležitých pro optimalizaci procesů a rozvoj jednotlivých společností včetně celé korporace.

Co se týče personálního zabezpečení, Kordárna v současné době zaměstnává cca 529 zaměstnanců a řadí se tak k významným zaměstnavatelům v mikroregionu Hornácko. Výroba funguje v nepřetržitém provozu rozděleném do čtyř pracovních směn. Pro rok 2023 se předpokládá snížení pracovních míst na 451 zaměstnanců (KORDÁRNA Plus a.s., 2023).

Pravomoci a odpovědnosti zaměstnanců jsou v Kordárně řízeny funkční organizační strukturou viz obrázek č. 8, nastavenou tak, aby oprávnění jednotlivých pozic bylo zcela individuální s ohledem na konkrétní procesy.



Obrázek 8 - Organizační struktura společnosti (Autor podle Kordárna Plus a.s., 2023)

6.2 Ekonomická situace

V ekonomické oblasti si Kordárna nedávno, stejně jako většina podniků, prošla těžkým obdobím, které stále do jisté míry přetrvává. V důsledku ruské válečné agrese došlo k výraznému poklesu zakázek, neboť řada výrobců, jimž Kordárna dodává své tkaniny bylo na Rusku závislých a odpojení ruských bank od systému SWIFT zcela zastavilo jejich platební schopnost. Současně začal celý svět hledat náhradní dodavatele vstupních surovin mimo Rusko, kdy výrobců chemikálií a vláken v celosvětovém měřítku je poměrně málo, a přechod k jinému dodavateli je tak náročnou záležitostí. Neposledním faktorem krize bylo i zrušení zakázek, které mířili na Ukrajinu, konkrétně séglových tkanin pro jejich uhelné doly.

Na základě analýzy interních podnikových zdrojů je zpracován přehled základních ekonomických ukazatelů, které jsou uvedeny v tabulce č. 2. Ačkoliv byl pro rok 2022 naplánován vyšší objem prodaných výrobků, než v roce 2021, krize na Ukrajině spolu s dobíhající koronavirovou krizí způsobily, že prodeje poklesly a v současnosti se předpokládá, že objem prodeje minimálně do poloviny tohoto roku bude mít stále klesající tendenci, přičemž díky zvýšení prodejní ceny výrobků, se předpokládá že tržby vzrostou o cca 10 % (bez očištění o inflaci). Ukazatel EBITDA znázorňuje zisk před úroky, zdaněním, odpisy a amortizací, pro rok 2023 se předpokládá jeho snížení o více než 50 %.

Tabulka 2 – Vybrané ekonomické ukazatele od roku 2020 (*Kordárna Plus a.s., 2023*)

Ukazatel/Rok	2020	2021	2022	Plán 2023
Objem prodaných výrobků [t]	18 822	24 592	23 182	21 172
Prodej [tis. Kč]	1 840 488	2 397 284	3 422 853	3 810 212
EBITDA [tis. Kč]	44 469	89 965	110 105	44 728

6.3 Výrobní portfolio

Výroba společnosti je zaměřena celkem na dvě produktové řady, přičemž jejich maximální celková roční výrobní kapacita tvoří téměř 33 600 tun textilních tkanin. Jedná se konkrétně o kordové tkaniny s kapacitou 24 tisíc tun ročně a séglové tkaniny tvořící výrobní kapacitu 9 600 tun ročně (Indorama Ventures, 2023).

Kordové tkaniny

Výrobou kordových tkanin se společnost zabývá již od svého počátku, což představuje v současnosti více než 70 let vývoje a zdokonalování vlastního know-how. V současné době tento sortiment představuje více než dvě třetiny celkové produkce tkanin v rámci společnosti. Kordová tkanina je využívána jako výztuž v gumárenském průmyslu v řadě produktů, nejčastěji však ve výrobě pneumatik (viz obrázek č. 9) pro osobní a nákladní automobily, včetně motocyklů a v pneumatikách pro zemědělskou techniku. Další uplatnění nalézá tato tkanina jako výztuž při výrobě hadic, vlnovců a jiných výrobků gumárenského průmyslu (KORDÁRNA Plus a.s., 2017).

ŘEZ PNEUMATIKOU

- 1/ TĚLO PNEUMATIKY
- 2/ KORDOVÁ TKANINA
- 3/ OCELOVÁ VÝZTUŽ
- 4/ KORDOVÁ KOSTRA

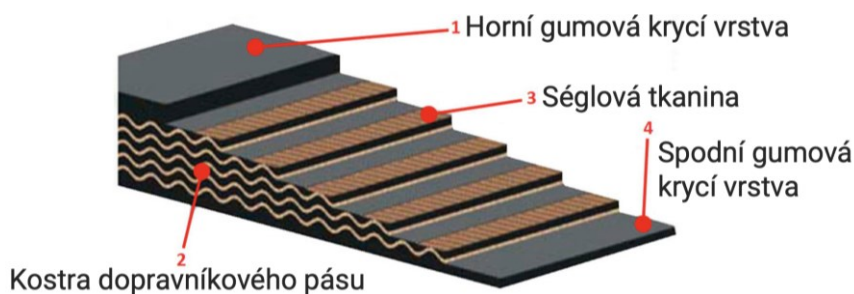


Obrázek 9 – Znázornění kordových tkanin v pneumatice (Kordárna Plus a.s., 2017)

Vlastnosti a rozměry finální tkaniny si může zákazník navolit dle svých požadavků, přičemž má na výběr několik druhů vláken, z nichž je kordová tkanina vyrobena, jedná se například o vlákna polyamidová, polyesterová, viskózová či vlákna z aramidu. Tkaninu si zákazník může následně nechat naimpregmentovat, či nechat v rezné podobě.

Séglové tkaniny

Séglová výroba byla zahájena roku 1973, kdy vyjel první balík této tkaniny z výrobní linky, přičemž v současnosti tvoří tato výroba téměř jednu třetinu z celé produkce podniku. Stejně jako kordové tkaniny, se i tato tkanina využívá jako výztuž v gumárenském průmyslu, avšak díky jejím vlastnostem je využívána pro výrobu dopravníkových pásů, viz obrázek č. 10. Díky vlastnímu vývoji a know-how si opět zákazník může navolit požadované rozměry a vlastnosti tkaniny.



Obrázek 10 – Průřez dopravníkovým pásem (Kordárna Plus a.s., 2017)

6.4 Řízení kvality a zlepšování procesů výroby v rámci společnosti

V rámci řízení kvality vlastní Kordárna celkem tři certifikáty ISO, konkrétně od roku 1996 ISO 9001 (dnes ISO 9001:2015) - systém řízení kvality a od roku 2008 vlastní i certifikaci ISO 14001:2015 – systém enviromentálního managementu. Rozsah certifikace je vymezen na návrh, vývoj a výrobu kordových tkanin pro pneumatikářský průmysl, technických tkanin pro dopravní pásy, průmyslových textilií a skaných přízí různého využití, výrobu strojírenských výrobků spolu a výrobu polyesterových technických vláken. V roce 2020 byl Kordárně udělen další certifikát ISO 45001:2018, jako systém ochrany zdraví a bezpečnosti při práci (KORDÁRNA Plus a.s., 2017).

Korporace Indorama Ventures, pod níž Kordárna v současnosti patří vytvořila v rámci celého sdružení šest klíčových oblastí, jimiž se snaží ve všech svých podnicích věnovat. Jedná se o udržitelnost, kontinuitu podnikání, komunikaci, digitální prostředí, zdraví a bezpečnost a v neposlední řadě program neustálého zlepšování IVEX (Indorama Ventures Excellence), založeném na metodologii Lean Six Sigma s cílem zlepšit podnikové procesy a dosáhnout tak co nejvyšší provozní efektivity. Současně se program snaží standardizovat znalosti zaměstnanců tak, aby všichni disponovali bílým páskem a podíleli se na zlepšování. V současnosti se nové podnikové procesy vyvíjí dle metodologie Design for Six Sigma (Indorama Ventures, 2022).

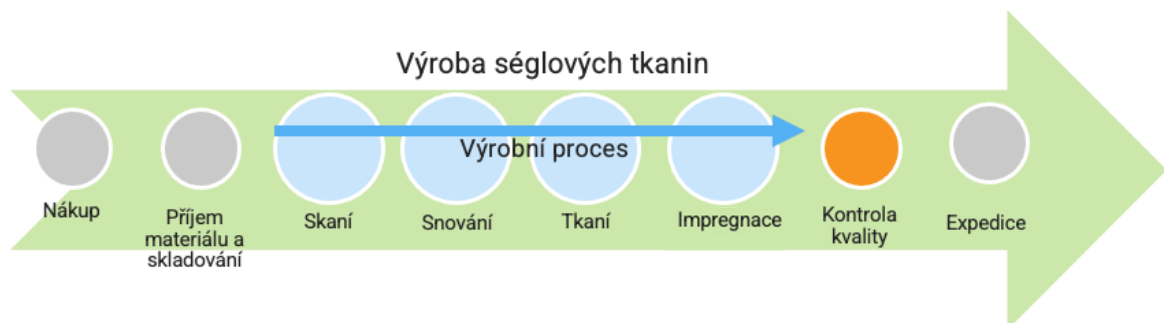
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Pro účely diplomové práce byl vybrán proces výroby séglových tkanin, a to na základě doporučení podniku. Důvodem je stále poměrově menší výskyt měření a mapování procesu, oproti výrobě kordových tkanin, což vede k většímu prostoru pro zlepšování procesu, spolu s vyšším výskytem příležitostí pro optimalizaci a stabilizaci, či vytvoření finančních úspor.

7.1 Mapování hodnotových toků (VSM)

Výroba séglových tkanin se skládá z několika skupin operací, jež bezprostředně navazují na sebe. Proces začíná nákupem materiálu, spolu s jeho příjmem a skladováním, přes samotnou výrobu až po finální kontrolu kvality a následnou expedici ke koncovému zákazníkovi.

Výrobní proces, jež je v této metodě analyzován se skládá ze čtyř technologických operací (sub-procesů), jež přidávají výrobku nejvyšší hodnotu v rámci výroby. Jedná se o procesy skaní, snování, tkaní a impregnaci výrobků. Na obrázku č. 11 je graficky znázorněna posloupnost výroby séglových tkanin, spolu se samotným výrobním procesem. Podrobný vývojový diagram celé výroby je znázorněn v příloze III.



Obrázek 11 – Posloupnost výroby séglových tkanin (Autor, 2022)

7.1.1 Informační toky

Prvotním informačním tokem celého procesu je poptávka od zákazníka, ve většině případů v elektronické podobě, jež je ihned po přijetí zaevidována do informačního systému Helios Green. Přičemž pokud se jedná o zákazníka, který již v minulosti spolupracoval s podnikem, je jeho poptávka automaticky přiřazena pod jeho profil a současně je vytvořeno unikátní zákaznické číslo dané poptávky, které mimo jiné obsahuje informace o výrobku a jeho modifikaci. V případě nového zákazníka je potřeba vyplnit nový profil a vytvořit nové zákaznické číslo. Po evidenci poptávky od zákazníka následuje ověření splnitelnosti zakázky

ve výrobě. Středisko prodeje odešle plánovačům požadavek na ověření zakázky, kteří se snaží zaplánovat novou zakázku do termínového plánu tak, aby byly zachovány veškeré požadavky zákazníka. Pokud zjistí, že zakázka není například do požadovaného data realizovatelná, či chybí požadovaný materiál a čeká se na jeho dodání, hledá se spolu se zákazníkem kompromis, a to v podobě co nejdříve možného termínu dodání hotových výrobků. Pokud je ověřeno, že je výroba uskutečnitelná, dochází po odsouhlasení zákazníkem k rozvrhování výroby a tvorbě výrobních příkazů, a to pro každé výrobní středisko zvlášť, spolu s objednáním požadovaného množství chybějícího materiálu. Následuje samotná výroba za podpory ERP systémů Helios Green a MES systému WIZCON. Po kontrole kvality dochází k expedici na základě plánu expedice a na základě výdejky je vytvořen dodací list a přiřazena faktura s vazbou na poptávku.

7.1.2 Materiálové toky

Hodnotový tok výroby séglových tkanin se spolu s tokem informačním skládá převážně z materiálového (hmotného) toku. Pro analýzu současného stavu metodou mapování hodnotových toků, je nutné detailně prozkoumat všechny komponenty tohoto toku. Je třeba upozornit na fakt, že informační a materiálový tok nelze od sebe striktně oddělit, neboť mnohdy tok informací tvoří neoddelitelnou podporu materiálového toku.

Nákup

Dříve než dojde k zahájení výrobního procesu, musí být obstarán veškerý potřebný materiál, jež je potřeba k výrobě technických tkanin. Jedná se tak převážně o polyesterová, polyamidová či aramidová vlákna, ze kterých je dle požadavků zákazníka vyráběna séglová tkanina. Nákup materiálu probíhá v souladu se systémem řízení ERP a současně s podporou MRP systému, jež obsahuje modul pro forecasting, jež částečně dokáže předpovídat spotřebu materiálu v budoucnosti dle historických a současných dat.

Příjem materiálu a skladování

Nakoupená surovina je umístěna ve skladu vstupního materiálu, kde je udržována požadovaná teplota a vlhkost, neboť tyto faktory mohou ovlivnit fyzikálně-mechanické vlastnosti finálního výrobku, mimo jiné například pevnost či tažnost tkaniny. Přijatý materiál je uskladněn do samostatných zásobníků, označovaných identifikačními čísly pro lepší správu zásob a dohledatelnost položek, přičemž nízkoobrátkový materiál je ukládán do vyšších pater zásobníků. Ihned při přijetí je odebrán vzorek z každé dodávky a je poslán na otestování. Poté, pokud je materiál v pořádku, je možné jej zaskladnit, či rovnou vydat na

základě výrobního příkazu do výroby. V případě objevení nedostatků, je dodávka zablokována, tak aby nedošlo k jejímu propuštění do výroby a je vytvořen reklamační protokol. Skladové hospodářství je řízeno a evidováno za pomoci ERP systému Helios Green, spolu s využitím příjmemek a výdejek při každé skladové manipulaci.

Skaní

Prvním krokem výrobního procesu, je proces skaní, při kterém se z jednotlivých vstupních vláken stává tzv. skaná séglová příze s vyšší pevností. Neskaná vlákna jsou ke skacímu stroji (viz obrázek č. 12) umístována ve formě „skamů“, neboli ve válcových cívkách s papírovou dutinou. Následně je vlákno z několika cívek současně stáčeno, sdružováno a krouceno na základě požadovaných vlastností finální séglové tkaniny, neboť počet zákrutů a nití ovlivňuje pevnost a tažnost vyráběné tkaniny. Oproti kordové výrobě, je zapotřebí naskat i tzv. „útky“, jimiž je tkanina protkávána, přičemž tento proces probíhá totožným způsobem, jako klasické skaní s rozdílem požadavků na počet nití a zákrutů. Výsledná séglová příze je navijena na cívečnice, jež jsou kontrolovány za pomoci kontrolního plánu, následně zváženy a přepraveny na speciálních paletách k dalšímu výrobnímu kroku, kterým je snování.



Obrázek 12 – Skací stroje (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Snování

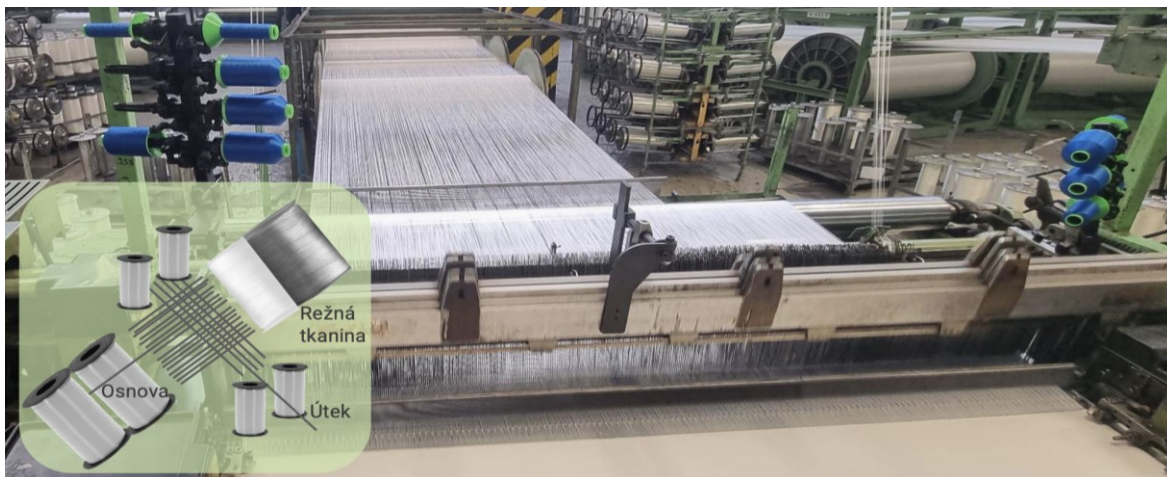
Snování je proces, při kterém dochází k přípravě osnovy, jež je vstupním produktem pro tkaní séglové tkaniny, přesněji tkaní z osnovních válců. V tomto kroku dochází za pomoci snovacího stroje (viz obrázek č. 13) k navinutí séglové příze na válec, dle požadovaných rozměrů, počtů nití a předepsaného vzoru. Nasnované osnovní vály jsou dále podrobeny kontrole, znovu zváženy a za pomoci vysokozdvížného vozíku přesunuty k následující výrobní operaci tkaní.



Obrázek 13 – Snovací stroj (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Tkaní

Před zahájením procesu tkaní musí dojít k přípravě stavů, k čemuž dochází díky napícháváním jednotlivých nití z osnovního válu, jež tvoří osnovu tkaniny (podélná soustava) a nití z nasnovaných cívečnic určených pro útek (příčná soustava). Tyto nitě jsou za pomoci tkacího stroje (viz obrázek č. 14) vzájemně protkávány a je tvořena režná tkanina, která je kontinuálně namotávána na dřevěný válec. Opět není stanoven pevný počet osnovních válců a délka výsledné tkaniny, tyto parametry jsou volitelné na základě požadavků konkrétního zákazníka. Po kontrole utkané tkaniny, je válec s tkaninou zabalen do přepravního obalu, tak aby nedošlo k jeho poškození či ušpinění. V této fázi dochází buď k ukončení výrobního procesu, uskladnění režné tkaniny do skladu hotových výrobků a následné expedici, a to v případě, že si zákazník nepřeje dodatečnou úpravu tkaniny. V opačném případě dochází ještě k poslednímu výrobnímu kroku - impregnaci výrobku.



Obrázek 14 – Tkací stroj (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Impregnace – dodatečná tepelná úprava

Poslední fází výrobního procesu séglových tkanin je operace impregnace, nazývaná také jako dodatečná tepelná úprava (DTÚ). Hlavním úkolem této operace je zajistit, aby díky impregnačnímu roztoku, do něhož je rezná tkanina namáčena, došlo ke zlepšení přilnavosti tkaniny s gumovou směsí ve výrobě u zákazníka, neboť jak již bylo zmíněno, séglová tkanina se využívá primárně při výrobě dopravníkových pásů. Po napuštění tkaniny impregnačním roztokem dochází k jejímu sušení při různých teplotách a za různých intenzit pnutí, což přispívá ke stabilizaci tkaniny. Všechny tyto kroky jsou prováděny kontinuálně po sobě ve speciálním výrobním zařízení (viz obrázek č. 15). Po vysušení je séglová tkanina namotávána na dřevěný válec a zabalena do expedičního obalu, ve kterém je umístěna do skladu finálních výrobků a po kontrole kvality předána k expedici.



Obrázek 15 – Impregnace tkaniny (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Kontrola kvality a expedice

Stejně jako při vstupu materiálu do skladu, je i při výstupu hotové séglové tkaniny provedena kontrola kvality na základě vybraných fyzikálních a chemických vlastností. Z každé výrobní série je odebráno několik vzorků od každého balíku, jenž byl vyráběn rozdílnými stroji. Tyto vzorky jsou odeslány do zkušebny materiálu. Pokud je tkanina v pořádku, je zkontrolována i její celistvost v balíku a odeslána zákazníkovi, současně je dohlíženo na expirační dobu tkaniny, pokud je umístěna ve skladu. Pokud jsou však shledány kontrolní hodnoty mimo povolenou mez, je balík označený za vadný a nemůže být odeslán k zákazníkovi. V tomto případě se zjišťuje, zdali jsou vady trvalé, či je možné je odstranit a následně tkaninu odeslat zákazníkovi, či ji nabídnout se slevou.

7.1.3 Mapa současného stavu

Měření hodnot pro tvorbu mapy současného stavu probíhalo kombinovaným způsobem, kdy část dat ohledně výrobních časů pochází z podnikového informačního systému WISCON, jež je připojen k téměř veškerým výrobním zařízením a sleduje jejich aktivitu, včetně jejich využití. Data o aktuálních stavech zásob mezi jednotlivými operacemi a před nimi byla vyfiltrována z podnikového informačního systému Helios Green. Zbylá data byla získána přímým měřením v patřičných místech výroby s využitím stopování času jednotlivých operací.

Před samotným měřením byla za pomoci počítačového programu EdrawMax vytvořena šablona mapy hodnotového toku, do níž byli zakresleny s využitím adekvátních symbolů jednotlivé operace a jejich vzájemné vazby, spolu s náčrtem informačních a materiálových toků. Současně pro automatizovaný výpočet, neboť mapování hodnotového toku, bude do budoucna prováděno pravidelně v půlročních intervalech v rámci programu neustálého zlepšování IVEX, byl vytvořen soubor v MS Excel s předdefinovaným rámcem výroby séglových tkanin, spolu s nastavením vazeb mezi výpočty. Tudiž do budoucna stačí pouze aktualizovat zdrojová data, mezi, než se řadí délka procesního času (P/T) a času potřebného pro přenastavení zařízení (O/T) spolu s aktuálním stavem zásob před každou operací. Zmíněná automatizovaná tabulka je uvedena v příloze IV.

Zjištěné údaje jsou zaznamenány v následující tabulce č. 3, přičemž čas přípravy je přepočítán na potřebnou dobu přípravy pro výrobu jedné tuny séglové tkaniny z důvodu lepšího porovnání. V mapě hodnotového toku je tento čas zaznamenán jako potřebný čas k přípravě výroby jedné výrobní dávky. Procesní čas (P/T) udává, za jak dlouho je schopen jediný stroj provést operaci při výrobě jedné tuny séglové tkaniny.

Tabulka 3 – Procesní čas a čas přenastavení jednotlivých výrobních operací (*Autor, Kordárna Plus a.s., 2023*)

Výrobní operace	Procesní čas (1 tuna)	Čas přípravy (1 tuna)
Skaní	825 min.	33,3 min.
Snování	440 min.	40 min.
Tkaní	890 min.	129,3 min.
Impregnace	45 min.	30 min.

Již nyní je z tabulky č. 3 patrné, že nejnáročnější operací je proces tkaní, jež by tvořila v případě ideálních podmínek bez započtení čekací doby téměř 42 % celkového času výrobního procesu.

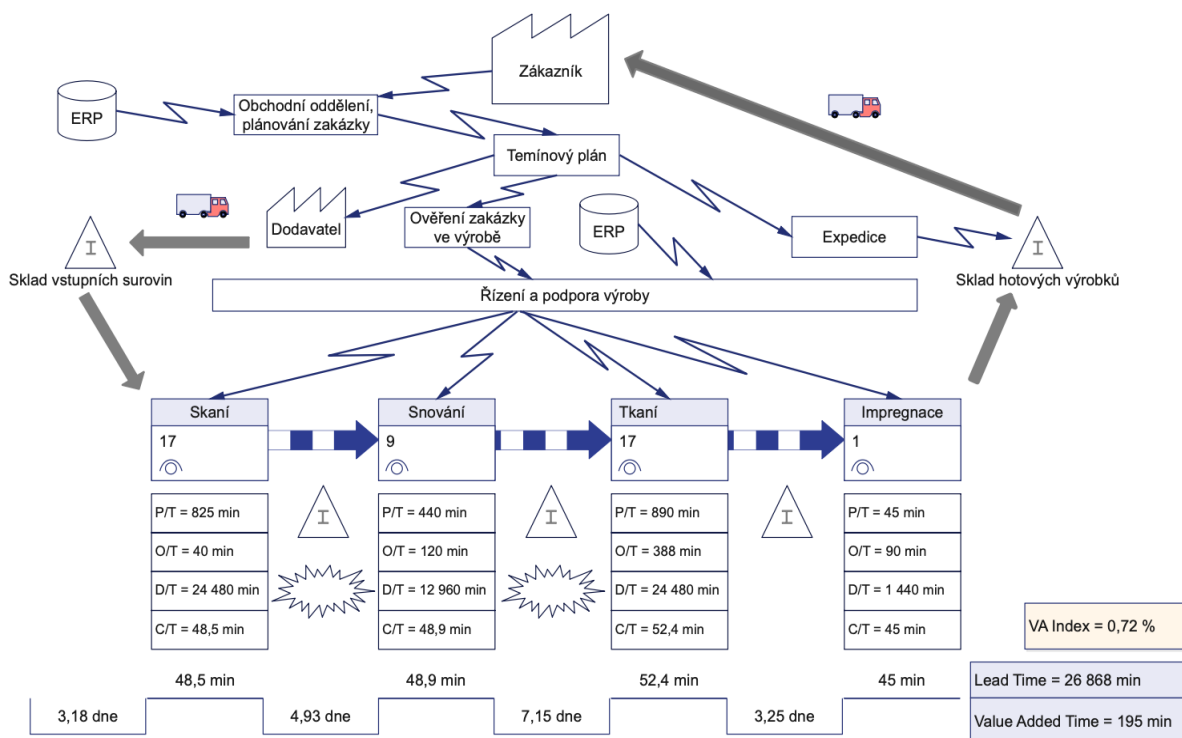
V tabulce č. 4 jsou uvedeny jednotlivé doby čekání mezi jednotlivými operacemi, jež byli vypočítány jako součin zásob před jednotlivým střediskem výroby spolu s časem cyklu, pro jehož výpočet je potřeba znát procesní čas a počet pracovníků, v tomto případě počet výrobních zařízení.

Tabulka 4 – Doby čekání mezi jednotlivými operacemi a počtem výrobních zařízení (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Výrobní operace	Doba čekání	Počet strojů
Skaní	3 dny a 4,32 hodin	17
Snování	4 dny a 22,32 hodin	9
Tkaní	7 dní a 3,6 hodiny	17
Impregnace	3 dny a 6 hodin	1

Z tabulky č. 4 vyplývá, že celková doba čekání tvoří 18 dnů, 16 hodin a 48 minut, přičemž nejdelší prodleva mezi operacemi se nachází před procesem tkaní.

Finální mapa současného stavu je zobrazena na následujícím obrázku č. 16 a v příloze V.



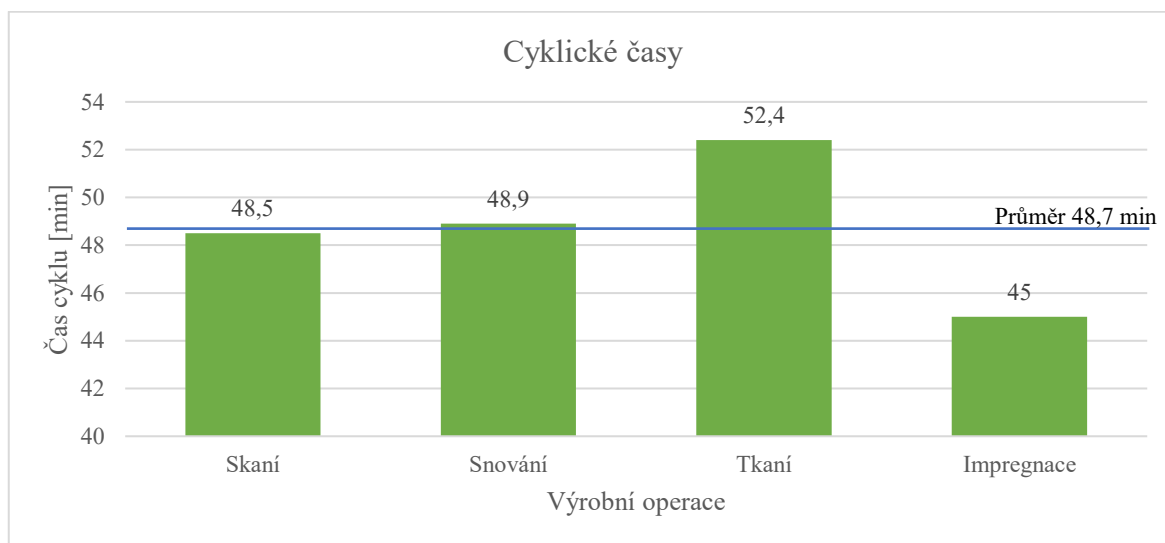
Obrázek 16 – Mapa současného stavu (Autor, 2023)

7.1.4 Doba taktu a čas přidané hodnoty

Jak již bylo zmíněno v teoretické části této práce, doba taktu udává, za jak dlouho by měl být vyroben jeden kus výrobku, v tomto případě jedna tuna séglové tkaniny, a to na základě požadavků zákazníka.

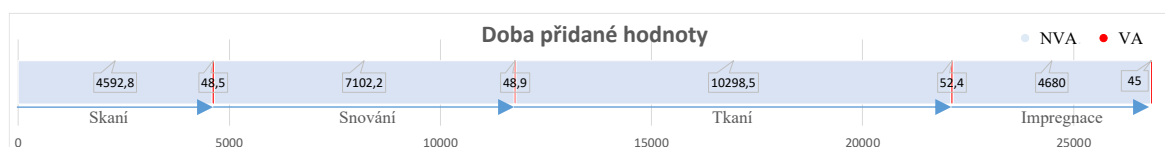
V době měření a mapování hodnotového toku bohužel nebyla ve výrobě využita veškerá dostupná kapacita, jelikož stále v důsledku několika vnějších faktorů chybí pro naplnění kapacity výroby a jejího plného využití dostatečná poptávka od zákazníků. Doba taktu se tak v případě navýšení požadovaného objemu výroby může v budoucnosti zkrátit.

Dle zjištěných dat byl v době měření požadovaný denní objem výroby 17 tun séglové tkaniny, což v přepočtu na dobu taktu v prostředí s nepřetržitým provozem představuje 85 minut. Tato hodnota může sloužit pro optimální nastavení plynulého toku v celém procesu, kdy v případě úplné eliminace prostojů a nastavení jednotlivých operací tak, aby jejich cyklický čas byl roven době taktu, vznikla kontinuální výroba. Cílem taktování výroby tudíž je vyrovnat jednotlivé cyklické časy tak, aby jejich hodnota byla vzájemně co nejvíce podobná. V následujícím grafu na obrázku č. 17 jsou uvedeny jednotlivé cyklické časy výrobních operací, přičemž lze konstatovat, že výrobní operace jsou téměř vytaktovány. Nejvyšší odchylka 7,4 minuty se nachází mezi procesem tkaní a impregnací tkaniny.



Obrázek 17 – Cyklické časy jednotlivých operací výrobního procesu (Autor, 2023)

Za pomoci vzorce pro výpočet indexu přidané hodnoty, bylo zjištěno že 0,72 % celkového času přidává hodnotu výrobku, jež je požadována zákazníkem. Na následujícím obrázku č. 18 je graficky znázorněn poměr doby mezi dobou přidávající hodnotu a dobou nepřidávající hodnotu v rámci celého procesu.



Obrázek 18 – Poměr doby přidané hodnoty k celkovému času výrobního procesu (Autor, 2023)

Průběžná doba výroby jedné tuny séglové tkaniny byla naměřena v délce 18 dnů, 16 hodin a 48 minut, z čehož 3 hodiny a 20 minut tvořil čas přidané hodnoty. Z mapy současného stavu a výsledných hodnot mapování přidané hodnoty, lze konstatovat, že nejužší místo celého výrobního procesu se nachází před operací tkaní, což může být způsobeno mimo jiné dlouhou dobou času přenastavení výrobních zařízení spolu s vyšší náročností technologických operací tohoto sub-procesu. Tento fakt byl potvrzen podnikem. Pro odhalení těchto příčin a nalezení prostoru pro zlepšení, byla v této oblasti následně aplikována analýza možných vad a jejich selhání, a to se zaměřením na proces tkaní v celém jeho rozsahu.

7.2 Analýza možných vad a jejich selhání (FMEA)

S odkazem na teoretickou část této práce, představuje metoda FMEA významný nástroj v procesním zlepšovatelství, neboť je díky němu možné odhalovat, ale i předvídat nejpravděpodobnější poruchy procesu, jenž mohou mít dopady na přidanou hodnotu pro zákazníka spolu s odhadem významnosti těchto dopadů. Pro účely identifikace, analýzy a posouzení možných rizik byla využita procesní verze této metody.

Před zahájením jednotlivých schůzek FMEA týmu, byl dle výrobní dokumentace celého procesu tkaní vytvořen FMEA formulář se všemi procesními kroky, rozdělenými do 11 hlavních skupin. Poté za pomoci brainstormingu byly generovány možné vady procesu v jednotlivých procesních krocích, přičemž byl diskutován jejich možný důsledek spolu s příčinou, včetně již zavedených kontrolních opatření.

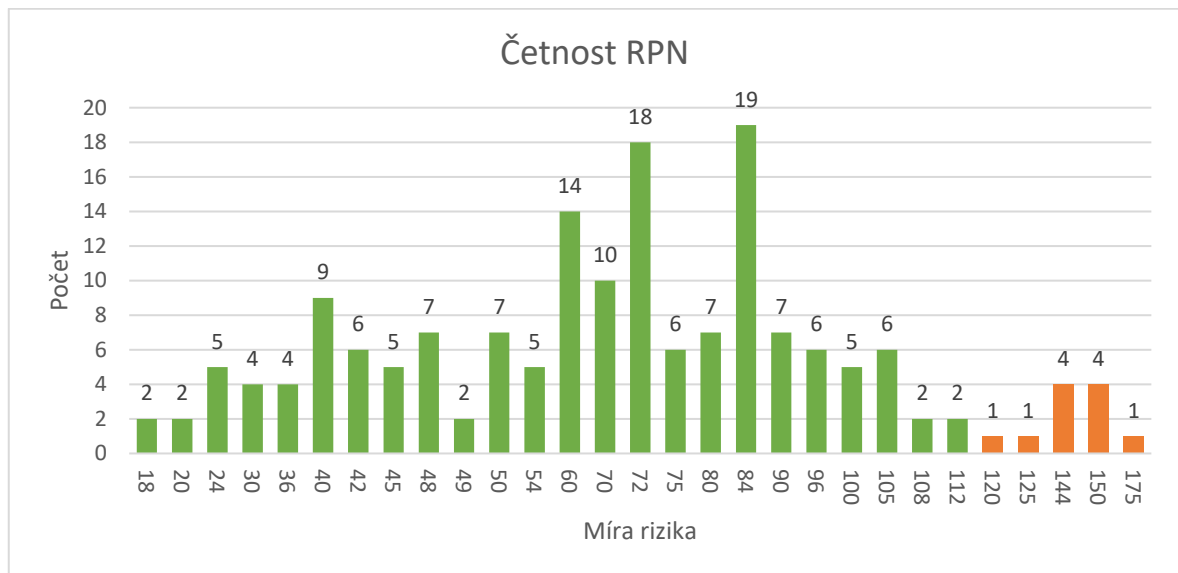
Pro posouzení rizik byly v týmu vytvořeny celkem tři tabulky kritérií, zaměřující se na oblast četnosti výskytu vady, významu vady a náročnosti odhalitelnosti, přičemž jednotlivé stupnice byli navrženy v rozmezí od jedné do deseti. Posuzování rizik probíhalo opět za pomoci metody brainstorming. Výsledná míra rizika (RPN), byla vypočtena jako součin tří výše uvedených kritérií, přičemž za přijatelná rizika jsou považována rizika s mírou od hodnoty 0 do 115, podmíněčně přijatelná od velikosti 115 do 230 vyžadující provedení nápravného opatření a nepřijatelná rizika s mírou nad 230, jež mohou způsobit zastavení či selhání procesu.

Kompletní formulář FMEA, včetně výsledných hodnot posouzení rizik je uveden v externí příloze VII této práce, pouze rizika podmíněčně přijatelná jsou uvedena v následující tabulce č. 5.

Tabulka 5 – Možné vady procesu v kategorii podmínečně přijatelných rizik (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Krok procesu	Možná vada procesu	Možný důsledek vady	Možná příčina vady	Současný stav				
				Kontrolní opatření	Výskyt	Význam	Odhaditelnost	Míra rizika RPN
1.11 Realizace oprav	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače, nevhodné náčiní	X	5	6	5	150
4.7 Návod do předního paprsku	Návod nitě probíhá na několik pokusů	Poškození nitě, prostoje	Nedostatečně navlhčená nit'	X	4	6	6	144
	Roztřepení konců nití	Poškození nitě, prostoje	Nedostatečně navlhčená nit'	X	4	6	6	144
5.6 Změna dráhy projektilu - manipulace s podpěrnou lištou	Doba úpravy lišty je příliš dlouhá	Prostoje	Složitý postup úpravy lišty projektilu	X	6	5	5	150
	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina, prostoje	Chyba seřizovače	X	6	6	4	144
	Zamezení hladkého průchodu tkaniny - vada lišty	Prostoje	Chyba seřizovače	X	4	5	6	120
5.9 Změna dráhy projektilu - montáž stavového paprsku	Doba úpravy lišty je příliš dlouhá	Prostoje	Chyba seřizovače	X	5	5	5	125
9.2 Odstraňování závad	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	X	5	6	5	150
9.4 Mazání tkacích strojů	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	X	5	6	5	150
	Nadměrné promazání stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	Stanoven postup	4	6	6	144
11.5 Evidence záznamů z procesu	Nevyhodnocení záznamu o prosojích	Opakující se prostoje	Nevyužitý potenciál MES	X	7	5	5	175

Z výsledků analýzy FMEA vyplynulo, že 11 možných vad procesu je zařazeno pod kategorii rizik podmíněčně přijatelných, která je nutno nápravnými opatřeními co nejvíce minimalizovat. Výčet četnosti jednotlivých hodnot míry rizika je uveden v následujícím grafu na obrázku č. 19.



Obrázek 19 – Graf četností míry rizika - RPN, (Autor, 2023)

Shrnutí analýzy možných vad a jejich selhání

V procesu tkání bylo zjištěno celkem 171 možných vad procesu, přičemž necelých 94 % těchto vad, bylo zařazeno do skupiny přijatelných rizik, jejichž míra nepřesahuje RPN 115, zbylé vady procesu jsou pouze podmíněčně přijaty. Nepřijatelná rizika s mírou RPN nad 150 se v procesu neobjevují.

Nejčastějším důsledkem možných vad se objevují prostoje, spolu s vadou na tkanině. Je však nutné podotknout, že vada na tkanině, ačkoliv způsobuje nevyžádané náklady na její přepracování je v podniku lépe odhalitelná v rámci kontroly kvality a současně dle výsledků analýzy FMEA se tento důsledek ani jednou neobjevil v kategorii podmíněčně přijatelných rizik. Tento fakt může být zdůvodněn rozsáhlým množstvím pravidelných kontrol a následným vyhodnocováním vad na tkanině, což napomáhá udržovat hodnotu rizika na nízké úrovni. Naopak prostoje, ačkoliv jsou aktivně měřeny v reálném čase za pomoci SW nástroje WIZCON, jež je propojený se všemi výrobními zařízeními v areálu tkalcovny, představují stále oblast výroby, která představuje prostor pro zlepšení. Důvodem je, že naměřená data nejsou dále žádným způsobem analyzována a využívána. Zmíněný program sice umožňuje vytvářet reporty za definované období, problém však nastává, pokud chce uživatel programu vyfiltrovat konkrétní požadavky na hledaná data či jednotlivá data

porovnat mezi sebou ať již v čase, či například v rámci jednotlivých směn a týmů, přičemž prostoje jsou pouze dodatečným údajem v rámci reportu. Ani bez ohledu na tyto omezení, není stále využíván potenciál naměřených dat.

Jedním z kroků, které vyžadují analýzu je návod nitě do předního paprsku tkalcovského stavu, kdy často dochází při napichování nití mezi jednotlivé paprsky tkalcovského stavu k rozřepení konců nitě, což problém ještě více umocní a dochází tak k navýšení procesního času dané operace, spolu se zvýšeným časem prostojů.

Významnou možnou vadou procesu je i časté ušpinění stroje při práci seřizovačů a údržby, což způsobuje následné ušpinění tkaniny a tvorbě prostojů spolu s nevyžádanými náklady v důsledku čištění či dokonce k tvorbě nevyhovující tkanině, jež musí být přepracována nebo v horším případě vyřazena.

Již při mapování procesu výroby séglových tkanin bylo zaznamenáno, že změna dráhy projektilu probíhá neúměrně dlouho, což bylo nyní potvrzeno spolu s odhalením příčiny v úpravě podpůrné lišty tkalcovského stavu, jež chrání tkaninu před vniknutím nečistot a současně udržuje jednotlivé nitě v tkacím stroji tak, aby nedošlo k jejich vyvléknutí. Při posuzování míry rizika, byla tato možná vada procesu zařazena do kategorie podmíněčně přijatelných s aktuální hodnotou 150.

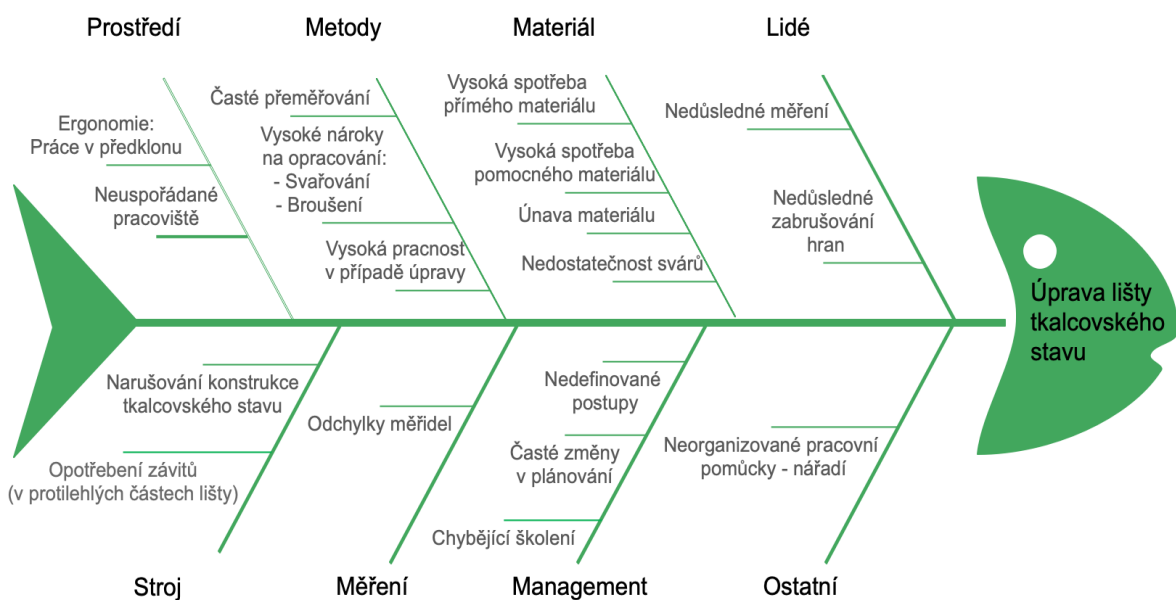
7.3 Určení pravděpodobných příčin problémů (Ishikawa diagram)

Pro určení pravděpodobných příčin výše zmíněných možných vad procesu v prostředí tkalcovny byla zvolen nástroj Ishikawa diagram, jež zkoumá vadu z několika hledisek. V tomto případě se konkrétně jedná o tyto kategorie: prostředí, metody, materiál, lidé, stroje, měření, management a ostatní, kam spadají zbylé, nezařaditelné možné příčiny daného problému. Pro tuto analýzu byly vybrány celkem dvě možné vady procesu, konkrétně ušpinění stroje v rámci seřizování, provádění oprav a údržby, jež se objevilo při posuzování rizik v rámci FMEA analýzy celkem třikrát s hodnotami RPN 150. Druhá možná vada procesu, která byla podrobena této analýze, bylo hledání možných příčin problémů při úpravě podpůrné lišty na tkalcovském stavu, jež se objevila ve výsledcích možných vad celkem třikrát s mírou rizika od 120 do 150. Jedna ze závažných možných vad procesu, kterou představuje návod nitě do předního paprsku na několik pokusů byla z této analýzy vyřazena z důvodu odhalení jasné příčiny tohoto problému již při zpracovávání analýzy možných vad a jejich selhání, na než bude posléze aplikováno adekvátní opatření.

7.3.1 Nevhodná úprava krycí lišty projektilu na tkalcovského stavu

Při změně dráhy projektilu tkacího stroje dochází k poměrně náročné technologické operaci nastavování krycí lišty projektilu, jež musí být při každé změně parametrů séglové tkaniny demontována a mechanicky upravena v návaznosti na šířku tkané textilie. Vznikajícím problémem v této části procesního kroku, není pouze navyšující se čas přestavby zařízení, ale vzniká zde v důsledku nedůsledného zapravení lišty i řada poruch v provozu stroje, například v podobě špatného průchodu tkaniny skrz zařízení, což způsobuje prostoje ve výrobě a navyšuje procesní čas zařízení.

Pro přiblížení pravděpodobných příčin byl vytvořen Ishikawa diagram (viz obrázek č. 20), jež hledá možné důvody vzniku vad celkem v osmi různých oblastech.



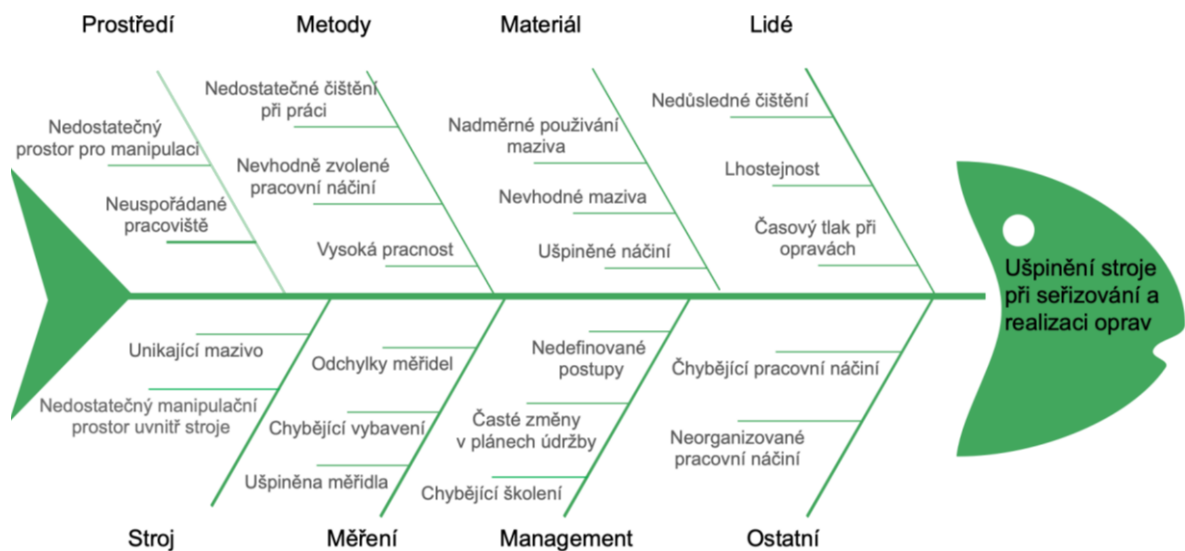
Obrázek 20 – Ishikawa diagram: Úprava krycí lišty při změně dráhy projektilu (Autor, 2023)

Z diagramu příčin a následku vyplývá že se při úpravě krycí lišty vyskytuje celá řada příčin s velkým prostorem pro zlepšení. Tomuto jevu také nepřispívá, že v této části procesního kroku nejsou jasně definované postupy a chybí zde pravidelné školení seřizovačů. Neméně závažnou možnou příčinou je i vysoká pracnost při opracování, neboť prodlužování lišty je prováděno způsobem navařování pásoviny na požadovanou délku, přičemž je kladen velký důraz na preciznost svárů a jejich následné zabrušování. V případě zkracování lišty dochází k uříznutí nepotřebné délky a okraj lišty je následně zabroušen tak, aby nedošlo k poškození tkaniny při jejím průchodu. Těmito častými mechanickými změnami lišty dochází k zvýšené únavě materiálu a lištu je po několika úpravách nutno vyhotovit zcela novou, což zvyšuje

náklady na provozní materiál tkalcovny. V sekci prostředí a ostatní bylo dále zjištěno, že dochází k neuspořádanému prostředí na pracovišti s prioritou neorganizovaných pracovních pomůcek.

7.3.2 Ušpinění stroje a tkaniny při seřizovačských a opravárenských pracích

V celkem třech na sobě nezávislých procesních krocích byla zjištěna možná vada procesu ušpinění tkacího stroje, zapříčiněné primárně při seřizování stroje spolu s realizací oprav. Jelikož by bylo náročné a velmi nepravděpodobné odhalit primární příčinu problému a následně zvolit adekvátní opatření, byla tato možná vada procesu podrobena dále analýze určení pravděpodobných příčin a důsledků, viz obrázek č. 21.



Obrázek 21 – Ishikawa diagram: Ušpinění stroje při seřizovačských a opravárenských pracích (Autor, 2023)

Za pomocí Ishikawa diagramu bylo odhaleno několik možných příčin ušpinění stroje při seřizovačských a opravárenských pracích a při úpravě krycí lišty projektilu. Tyto příčiny jsou nejčastěji spojovány s pracovním náčiním seřizovačů a údržby, spolu s ušpiněním pracovníků pracujících na opravách stroje. V kategorii metody bylo zjištěno, že je používáno nevhodně zvolené pracovní náčiní, přičemž v kategorii ostatních příčin došlo k odhalení chybějících několika kusů pracovních nástrojů spolu s nepřehledným organizováním, kdy byli jednotlivé nástroje umístěny nahodile v kovovém boxu na náradí. V sekci materiály bylo upozorněno na nadměrně či nevhodné používání maziv při práci, k čemuž se váže i jiná významná možná vada procesu vyplývající z analýzy FMEA s indexem RPN 120, tento jev umocňují i nedefinované postupy spolu s nedůsledným čištěním a časovým tlaku při opravách, jež musí být co nejdříve provedeny, aby došlo k znovuspuštění výrobních zařízení.

7.4 Shrnutí analytické části práce

V analytické části této práce byla charakterizována současná situace v oblasti výrobního procesu séglových tkanin, který představuje nezanedbatelnou část výroby celého podniku. Pro mapování procesu a sledování aktivit, jež přidávají v procesu hodnotu pro zákazníka byla aplikována analýza mapování hodnotového toku (Value stream mapping) z níž byl vytvořen výstup v podobě mapy současného stav. Kromě grafického znázornění jednotlivých informačních a materiálových toků mapa obsahuje i řadu kvantitativních ukazatelů, jako je například index přidané hodnoty procesu či doby cyklu jednotlivých operací spolu s dobou požadovaného taktu celého procesu. V tomto směru je výrobní proces optimálně nastaven, nicméně prostor pro zlepšení se zde najde v podobě úzkého místa před operací tkaní, spolu s požadavkem na snižování doby nepřidávající hodnotu na co nejnižší úroveň a navyšovat tak index přidané hodnoty procesu.

Jelikož optimalizovat celý proces výroby je poměrně náročný a z hlediska štíhlé výroby nikdy nekončící úkon, bylo pro účely této práce zvoleno právě slabé místo s cílem zaměřit se na operaci tkaní a s ní souvisejících činností, jejichž zlepšení se ve výsledku podílí i na zlepšení celého procesu výroby. Pro nalezení možných vad procesu tkaní bylo využito analýzy možných vad a jejich selhání (FMEA), přičemž byla použita procesní modifikace této metody. Celkem bylo zjištěno celkem 167 možných vad procesu, přičemž 14 z nich bylo podmíněčně přijato s cílem vytvořit nápravná opatření. Jedná se o vady v rámci změny dráhy projektilu při seřizování tkalcovského stavu, dlouhotrvajícím návodem nitě na tkalcovský stav a v neposlední řadě také problémem častého ušpinění stroje a tkaniny v rámci seřizovačských a opravárenských prací.

Současně bylo zjištěno, že v případě prostojů jsou jednotlivé časy zaznamenávány, nicméně nejsou dále dostatečně monitorovány a využívány při optimalizaci výroby.

Posledním krokem v rámci analytické části práce, bylo zjištění pravděpodobných příčin možných vad procesu, u nichž nebyly (či byli jen částečně) tyto příčiny odhaleny. Toto šetření probíhalo za pomoci diagramu rybí kosti, který v tomto případě hledal příčiny v celkem osmi rozdílných rovinách. Příčiny byly hledány v rámci problému častého ušpinění stroje a tkaniny při seřizovačských a opravárenských pracích a dále v rámci možných vad při úpravě krycí lišty tkalcovského stavu.

8 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Po provedení analýzy bylo v rámci procesu výroby séglových tkanin ve společnosti Kordárna Plus a. s., identifikováno několik možných vad procesu vztažených primárně k úzkému místu výrobního procesu. Tyto slabá místa jsou shrnuta na konci sedmé kapitoly této práce.

Je nutné upozornit, že zlepšit analyzovaný proces lze několika způsoby, přičemž však musí být brána v potaz reálná aplikovatelnost a proveditelnost jednotlivých opatření v rámci zvoleného podniku. Omezujícími faktory může být finanční náročnost, omezení dostupných prostorů, či přísné požadavky v rámci technologie výroby, jež nemůže být libovolně pozměněna. Při psaní této práce byl brán ohled na aktuální stav a požadavky podniku, tudíž byla navržena pouze opatření, která byla schválena podnikem, a jsou v budoucnu reálně proveditelná. Příkladem můžou být uvedeny návrhy, jež zkracují dobu přestavby strojů, čímž zmenšují dobu nepřidané hodnoty a zvyšují tak index přidané hodnoty, přičemž při nichž nedochází k narušení technologie výroby. Jedná se o návrh implementace pohyblivé krycí lišty tkalcovského stavu spolu s návrhem pořízení nových organizátorů na nářadí pracovníkům údržby a seřizovačům. Dalším zlepšovatelem návrhem, jež ovlivňuje mimo jiné procesní čas tkalcovny, je změna prostředku na vlhčení tkaniny v procesním kroku návodu nití do tkalcovského stavu.

Návrhy v rámci zlepšení procesu výroby séglové tkaniny nejsou však pouze technicky zaměřeny, ale berou v potaz i lidský faktor, jež může způsobovat řadu chyb v rámci procesu. Jeden z návrhů bude představovat školení seřizovačů, jehož cílem bude seznámit pracovníky s novým postupem při změně dráhy projektilu a současně s preventivním školením s cílem zamezit častému ušpinění strojů. Druhé navrhované školení je cíleno na operátory výroby

Posledním návrhem, který spadá pod oblast štíhlé výroby, konkrétně do kategorie vizualizace je zavedení interaktivních reportů výroby se zaměřením na vznikající prostoje v rámci procesu tkaní na tkalcovně.

8.1 Implementace pohyblivé krycí lišty

V rámci analýzy možných vad v procesu tkaní, byly zjištěny nedostatky v rámci úpravy krycí lišty projektilu tkalcovského stavu, konkrétně v délce času její úpravy, spolu s množstvím spotřebovaného materiálu a v neposlední řadě také vysoké pracovní náročnosti s důrazem na kvalitní provedení. Pro bližší prozkoumání proběhlo časové měření

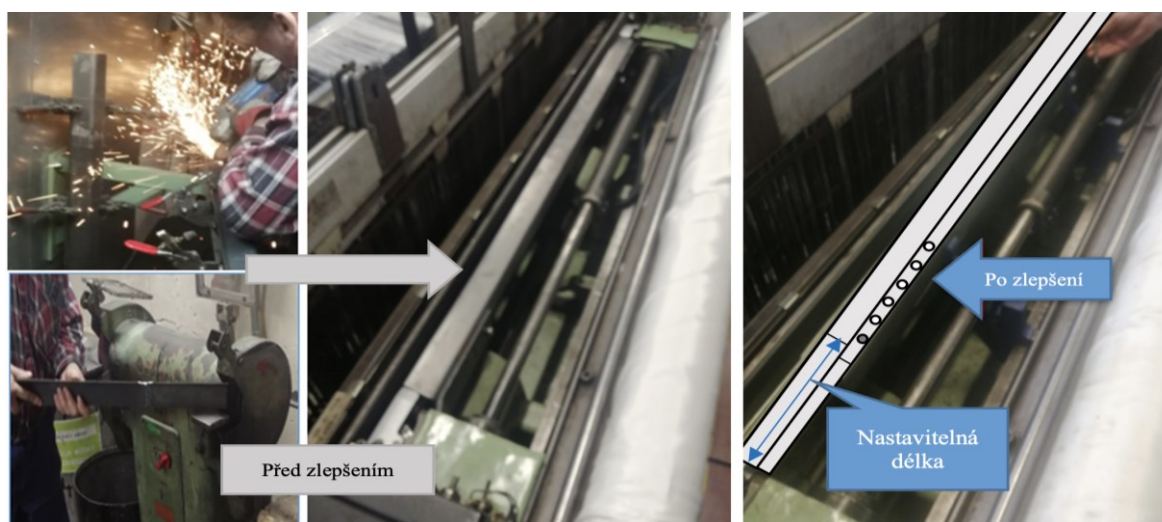
jednotlivých úkonů při změně lišty v případě prodlužování i zkracování lišty, shrnutí jednotlivých časů je uvedeno v následující tabulce č. 6, přičemž ztrátové časy představují nevyžádané prostoje, kterými může být například hledání vhodného pracovního náčiní (nejvíce však montážních klíčů správné velikosti), hledání šroubků v base na nářadí či přenášení metrů z místa na místo.

Tabulka 6 – Doba úprav při změně dráhy projektilu (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Změna dráhy projektilu		
	Prodloužení dráhy	Zkrácení dráhy
Čas celkem	5 110 sekund	4 890 sekund
Čas úpravy lišty	1 180 sekund	1 020 sekund
Ztrátové časy	698 sekund	510 sekund

Navrhovaným řešením je implementace pohyblivé krycí lišty, jež by při každém přenastavení stroje nevyžadovala nutnost demontáže, mechanické úpravy a následné montáže zpět do tkacího stroje. Lišta by disponovala celkem šesti předdefinovaných velikostí (viz obrázek č. 22) na základě nejčastěji tkaných šířek séglové tkaniny, přičemž by současně obsahovala upínací mechanismus, na jehož základě by bylo umožněno nastavit i jinou než nejčastěji používanou šířku tkané textilie, dle požadavků zákazníka. Nastavení lišty by probíhalo pouhým vysunutím pohyblivé části a následného upnutí v požadované délce, přičemž by již nedocházelo k demontáži, úpravě délky za pomoci svařování či řezání a následné montáži. Konkrétní rozměry navrhovaného mechanismu by byly vypracovány technologem výroby spolu se seřizovači, jež změnu parametrů doposud vykonávaly.

Současné i navrhované řešení, včetně fotografií procesu úpravy lišty je zobrazeno na následujícím obrázku č. 22.



Obrázek 22 – Implementace pohyblivé krycí lišty (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Při zavedení tohoto opatření, by byla zkrácena doba úprav dráhy projektilu o přibližně 18,3 minuty při každém jejím seřizením (bez ztrátových časů), což tvoří cca. 20 % původního času. Konkrétní časy úprav po změně jsou uvedeny v tabulce č. 7 níže.

Tabulka 7 - Doba úprav při změně dráhy projektilu při aplikaci posuvné lišty (*Autor, Kordárna Plus a.s., 2023*)

Změna dráhy projektilu		
	Prodloužení dráhy	Zkrácení dráhy
Čas celkem	3 292 sekund	3 300 sekund
Čas úpravy lišty	60 sekund	60 sekund
Ztrátové časy	698 sekund	510 sekund
Časová úspora	35,57 %	32,51 %

Uvedené ztrátové časy budou eliminovány v rámci dalšího navrhovaného opatření, a to konkrétně změnou v organizaci pracovního náčiní u seřizovačů, která je popsána v podkapitole 8.2 této práce.

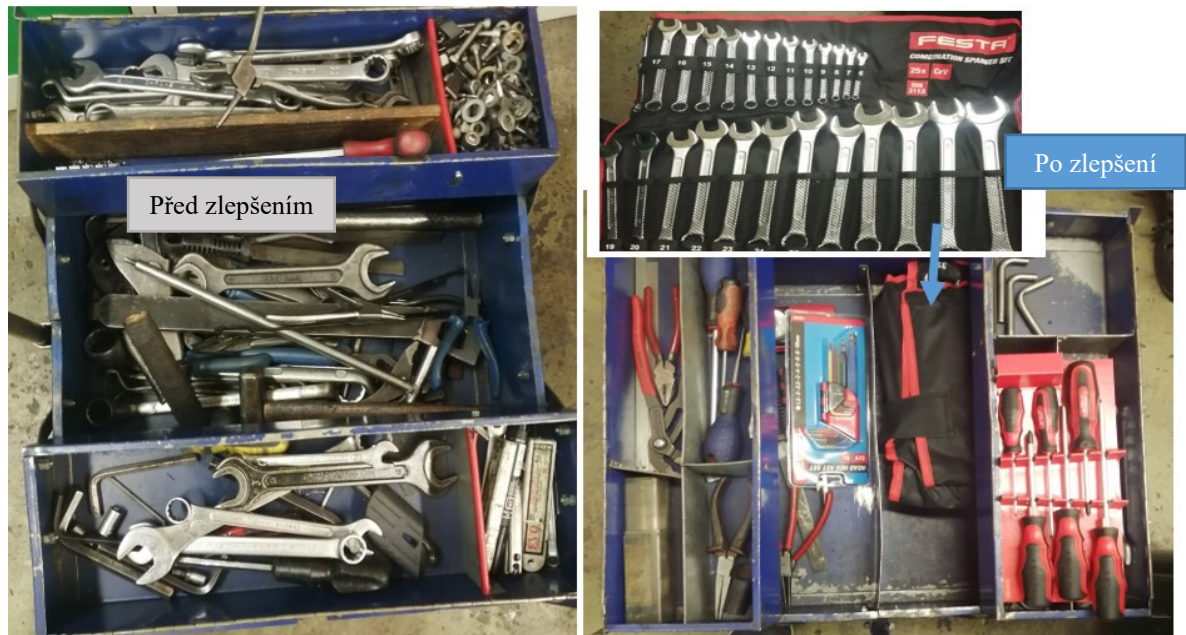
Podrobnější zhodnocení návrhu, včetně finančních úspor vzniklých z nižší spotřeby materiálu spolu s úsporou pracovního času seřizovače a časového srovnání s mapou současného stavu bude provedeno v podkapitole 8.6 této práce.

8.2 Změna v organizaci pracovního náčiní u seřizovačů

V rámci snížení četnosti ušpinění stroje v důsledku práce seřizovačů, spolu se snahou snižovat nevyžádané prostoje, jež představuje například hledání požadovaných, či improvizace v nahrazení nástrojů chybějících, bude navrhovaným řešením sjednocení vybavení boxu na nářadí, spolu se zakoupením organizátorů pro přehlednější uspořádání pracovního nářadí.

Každý seřizovač bude mít přidělen svůj box na nářadí, přičemž bude zodpovídat nejenom za obsah, ale i čistotu jednotlivých nástrojů, současně bude zakázáno v boxu uchovávat jakákoliv maziva, jež by mohli ušpinit nástroje a posléze i tkalcovský stav spolu s technickou tkaninou.

Na obrázku č. 23 je znázorněn současný a navrhovaný stav boxu na nářadí, přičemž na obrázku se jedná pouze o pilotní vzor, samotný kovový box bude v budoucnu nahrazen, novým odlehčeným boxem, který má z výroby již implementované organizační přihrádky. Celkové náklady na provedení tohoto opatření lze orientačně vyčíslit do 20 000 Kč.



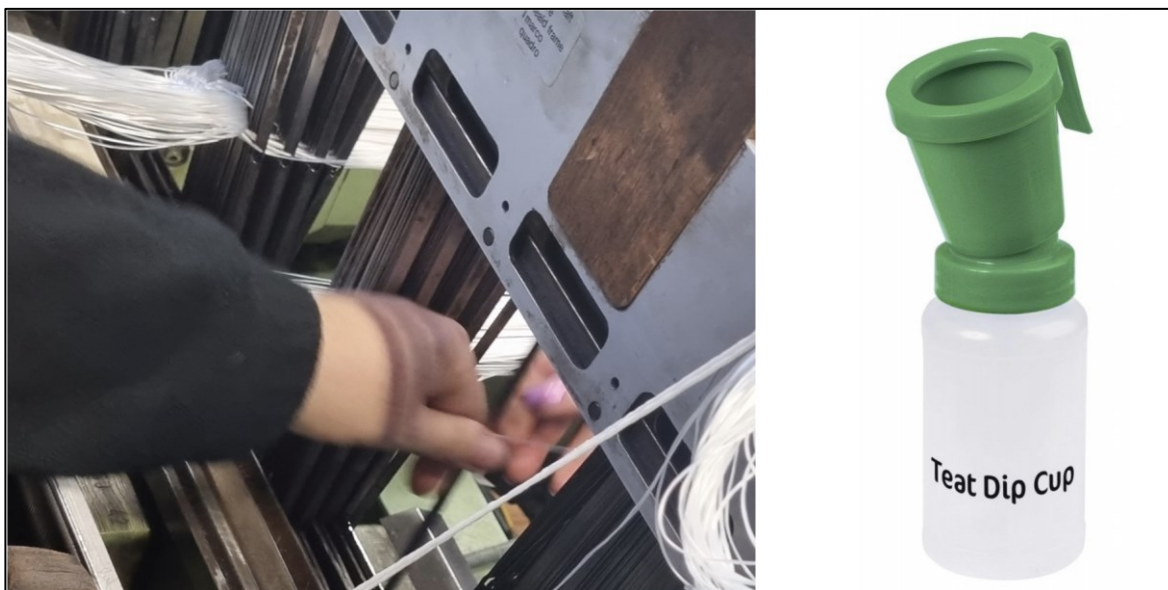
Obrázek 23 – Změna v organizaci pracovního náčiní (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)
 Změna organizace pracovního náradí průměrně sníží dobu přestavby o 21 minut u operace tkaní a cca 11 minut u operace snování, tyto data vychází z odhadu založeném na analýze současného stavu v rámci mapování hodnotových toků a analýze přestavby projektilu tkalcovského stavu, kde v původním stavu tvořili prostoje téměř deset minut.

8.3 Změna prostředků na vlhčení tkaniny

Při návodu nití do předních paprsků tkalcovského stavu často dochází k roztřepení jednotlivých konců nití, což brání snadnému napichování těchto nití mezi jednotlivé paprsky. Mnohdy je nit napíchnuta až na několikátý pokus, přičemž každé další napíchnutí je obtížnější z důvodu většího roztřepení konce. Tento problém je v současné době částečně řešen za pomoci vlhčení konců nití, které jsou polévány lahví s vodou. Problémem však je, že při polévání svazku nití dochází k zatečení tekutiny do mechanické části stroje, kterému voda sice neškodí, ale z dlouhodobého hlediska dochází ke korozi kovových součástek. Další nevýhodou je, že při polévání nití dochází k namočení rukou tkadlen, což způsobuje horší manipulaci a přilepování konců nití k rukám. Všechny zmíněné faktory přispívají k delšímu procesnímu času operace, tudíž i k větší celkové době výrobního procesu.

Navrhovaným řešením je změna ve způsobu vlhčení osnovních nití a to tak, aby nedocházelo k volnému rozlití tekutiny. Tyto požadavky splňuje lahev s přidanou nálevkou na hrdle, jež je mimo jiné používána i v zemědělství, konkrétně v mlékárenském průmyslu. Objem lahve byl stanoven na 300 ml.

Princip nového vlhčení nití spočívá v tom, že tkadlena umístí svazek nití do hrdla lahve, čímž dojde ke smočení konců a následně nitě povytáhne. Přebytečná voda steče zpět do nádoby a konec nitě zůstane vlhký. Samotná nádoba by měla být umístěna na každém „pódium“ tkalcovských stavů, z důvodu neustále dostupnosti. Současný způsob napichování nití mezi jednotlivé paprsky je uveden na následujícím obrázku č. 24, spolu s navrhovanou nádobkou na vodu.



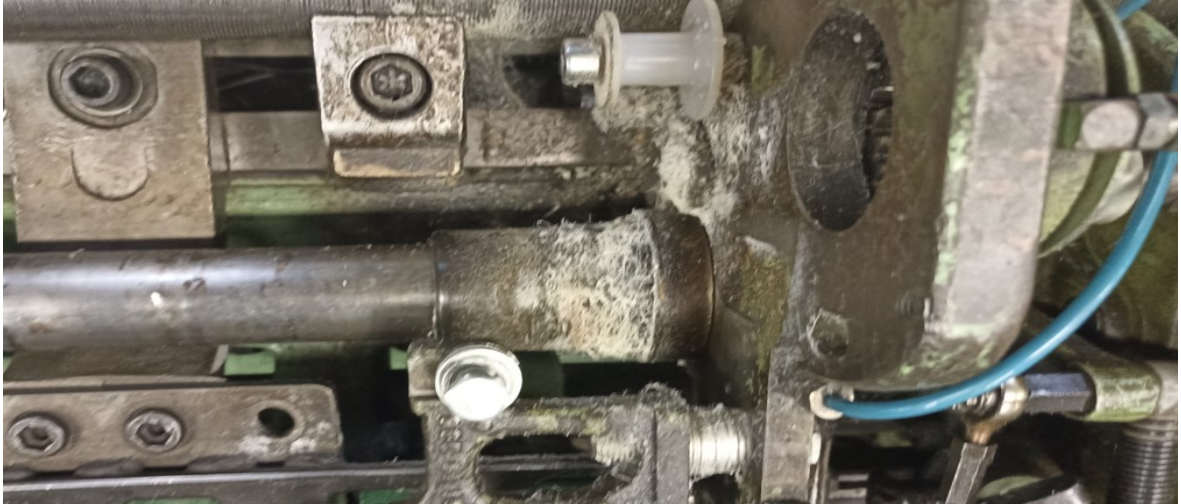
Obrázek 24 – Návod nití do tkacího stroje spolu s navrhovanou nádobkou na vlhčení nití.
(Autor, Kordárna Plus a.s., chata24, 2023)

Ačkoliv napíchnutí jedné nitě trvá tkadleně zlomek sekundy došlo by po zavedení tohoto opatření ke zkrácení procesního času tkaní o odhadovaných 14 minut, a to z důvodu, že je třeba vždy navést do stavu stovky až tisíce nití v závislosti na vzoru, délce a druhu tkané séglové tkaniny. Současně by došlo ke zmírnění pracovního zatížení tohoto procesního kroku a zvýšení spokojenosti zaměstnanců na pracovišti. V návaznosti na analytickou část práce by byla snížena hodnota výskytu vady, uvedená ve formuláři FMEA.

8.4 Školení seřizovačů a operátorů výroby

V návaznosti na realizaci doporučených návrhů by mělo proběhnout důkladné školení seřizovačů. Zaměstnanci by měli být seznámeni s novými změnami, ať již se jedná o změnu v postupu změny dráhy projektilu tkalcovského stavu, či organizaci pracovního náčiní, včetně udržování jeho čistoty. Navrhovaným tématem školení je i čištění stavů při změně, neboť každý stav musí být po vykonání každé práce řádně očištěn. Příklad, jak by neměl stav vypadat po ukončení seřizovačských prací je uveden na obrázku č. 25. Dále by měla

být prováděna kontrola paprsků tkalcovského stavu po každém natkaném balíku technické tkaniny. V případě odhalení jakýchkoliv nedostatků, musí být s těmito nedostatky seznámen mistr nejpozději v době, kdy dochází k předávání směn.



Obrázek 25 – Ušpinění tkalcovského stavu (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Operátoři výroby (v podniku pod názvem vyvazovačky) by měly být v rámci školení seznámeni s novým způsobem návodu nití do paprsků stavů a místem pro umístění přípravku na vlhčení nití, přičemž samotnou operaci si již mohly vyzkoušet v rámci pilotního provozu. Dalším tématem v rámci školení by mělo být dodržování parametrů uvedených v technologickém příkazu.

V případě školení seřizovačů i operátorů musí být dané školení po jeho ukončení vyhodnoceno a také by měl být vytvořen report o efektivnosti probíraných opatření formou porovnání jednotlivých výskytu vad před a po školením. Například u seřizovačů by mělo proběhnout porovnání výskytů špinavé tkaniny, způsobených ušpiněním stroje a jeho nedůsledným vyčištěním.

8.5 Vizualizace a monitoring prostojů na tkalcovně

V rámci nejen zlepšování výrobních procesů a podpory řízení výroby, je vizualizace naměřených dat velmi užitečným nástrojem. V analytické části práce bylo zjištěno, že v podniku je zaveden informační systém pro automatizovaný sběr dat z výrobních zařízení, který je postaven na bázi MES systému, nicméně není stále využit jeho plný potenciál. V současné době je tento systém využíván primárně ke sledování využití jednotlivých středisek výroby spolu se sledováním výkonu za zvolené období, přičemž funkce zpracování dat a tvorby reportů jsou výrazně omezeny, například z důvodu nemožnosti porovnání

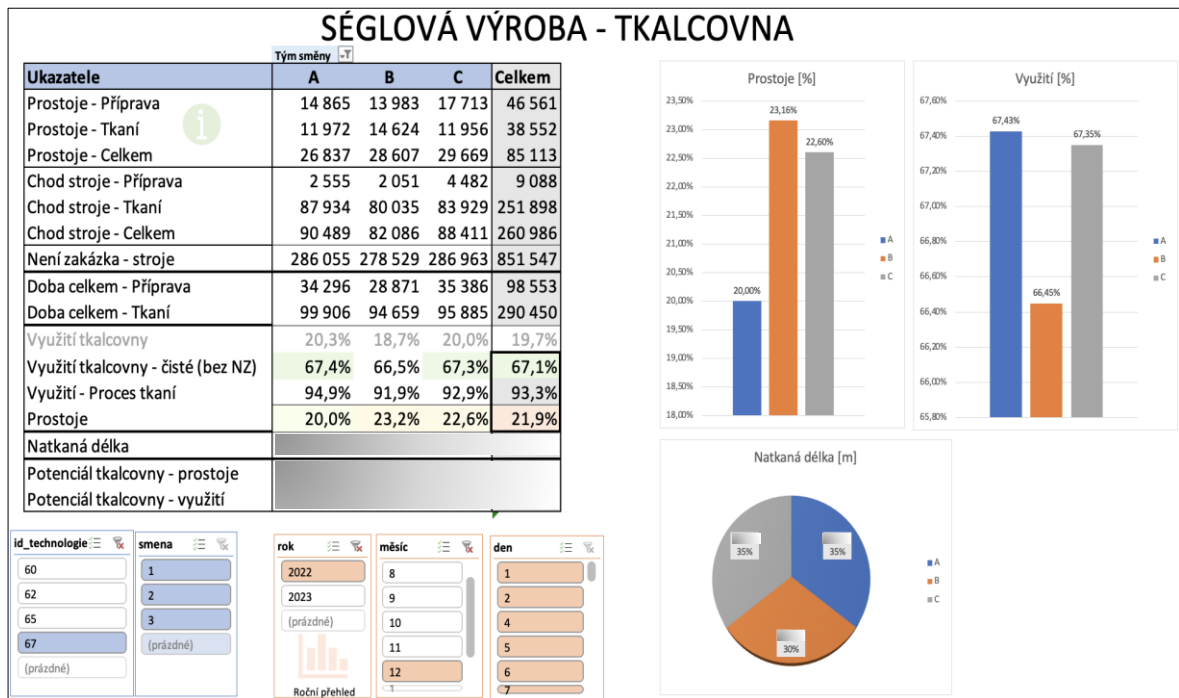
naměřených dat v čase, či omezení volby filtračních kritérií. Doporučeným návrhem, který byl již v podniku aplikován bylo tedy vytvoření nástroje pro monitoring dat se zaměřením na sledování prostojů v reálném čase, spolu s jejich vizualizací a možností srovnání těchto dat na časové ose. Toto řešení v budoucnu napomůže při odhalování prostojů a stanovování cílů jejich redukce, čímž ve výsledku dojde ke zlepšení výrobního procesu a navýšení indexu přidané hodnoty. Současně je předpokládáno, že pokud operátoři výroby budou seznámeni s častější kontrolou a hodnocením prostojů, dojde ke snížení nedefinovaných prostojů samovolně bez zásahu vedoucích pracovníků. Toto řešení lze považovat i za součást digitalizace výroby, která se v následujících letech v podniku bude rozšiřovat.

Pro tvorbu nástroje byl zvolen software Microsoft Excel, který je v podniku hojně využíván a není tudíž potřeba zakupovat další licenci jiného programu. Velkou výhodou tohoto SW bylo napojení zdrojových dat z MES serveru přímo do aplikace s využitím doplňku MS Query, jež umožňuje pravidelnou aktualizaci zdrojových dat. Tyto data byla dále zpracovávána za pomoci vzorců pro výpočet jednotlivých výrobních ukazatelů a filtrována s využitím integrovaných nástrojů programu MS Excel.

Finální soubor je rozdělen celkem do tří propojených listů, přičemž každý je zaměřen na jiný druh zobrazovaných dat. První list znázorňuje „domovskou stránku“ celého souboru, která obsahuje hlavní ukazatele, mezi něž patří:

- Ukazatele týkající se prostojů:
 - Ukazatel celkových prostojů ve fázi přípravy [min].
 - Ukazatel celkových prostojů ve fázi tkaní [min].
 - Součet všech prostojů celého procesu (příprava + tkaní) [min].
 - Procentuální vyjádření prostojů v rámci celého procesu tkaní [%].
- Ukazatelé zaměřené na celkové časy, jež jsou stroje využívány [min].
- Ukazatele využití tkalcovny [%].
- Výkon: skutečný a potencionální [natkané metry].

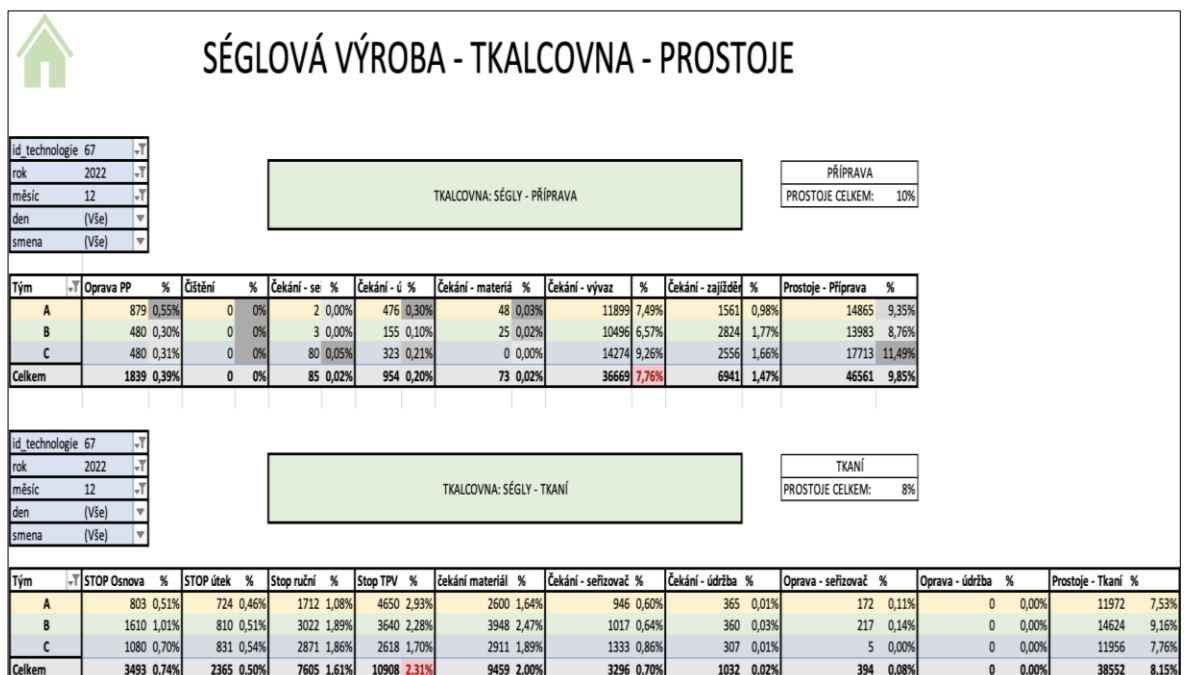
Ukázka „domovské stránky“, včetně výše zmíněných ukazatelů je znázorněna na následujícím obrázku č. 26.



Obrázek 26 – Domovská stránka nástroje pro monitoring dat z výroby (Autor, 2023)

V celém dokumentu je umožněno podrobné filtrování výsledných dat, konkrétně dle ID technologie, směny a požadovaného období. Současně lze nastavit vyřazení i přidání konkrétních strojů do sledování.

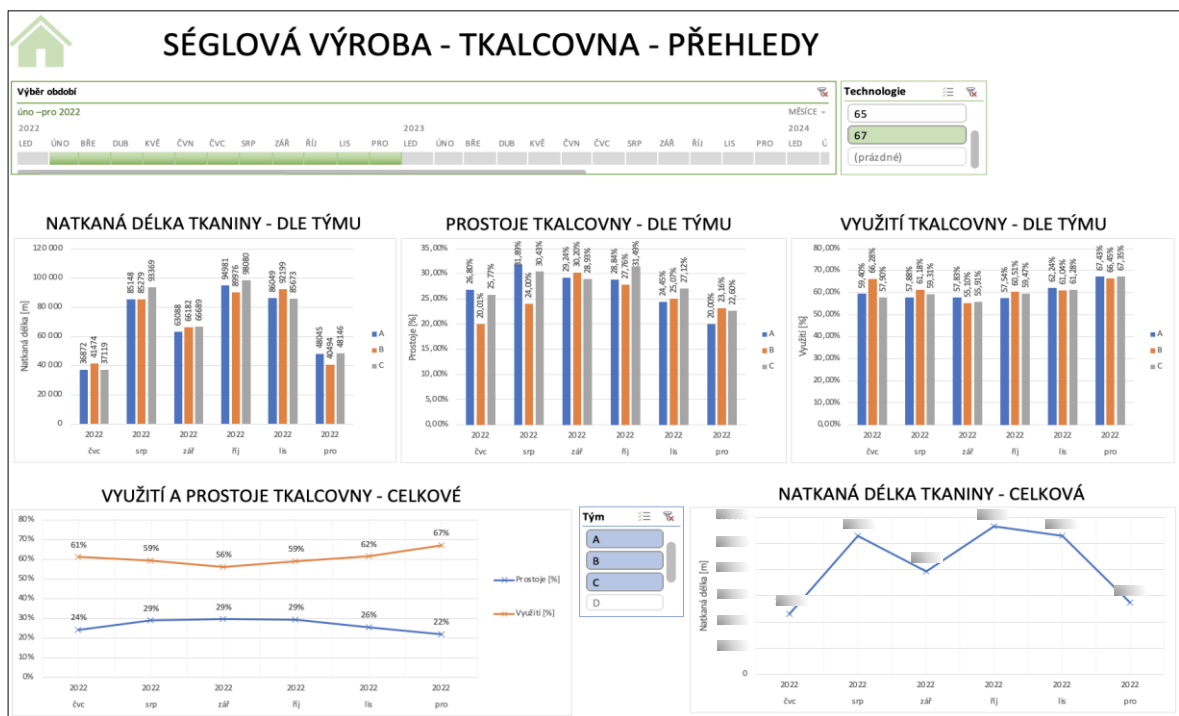
Při kliknutí na libovolný ukazatel prostoje dojde k otevření listu s detailním rozpisem jednotlivých druhů monitorovaných prostoje. Stránka je rozdělena na časy a procentuální vyjádření jednotlivých prostoje v době přípravy (sedm ukazatelů) a v době tkaní (devět ukazatelů). List s prostoji v oblasti tkalcovny je vyobrazen na následujícím obrázku č. 27.



Obrázek 27 – Monitoring prostoje v nástroji pro monitoring dat z výroby (Autor, 2023)

Prostoj s nejvyšším zastoupením je vždy zvýrazněn červeně pro lepší přehlednost. Nad tabulkou s ukazateli je vždy uveden celkový procentuální součet jednotlivých prostojů v rámci dané kategorie.

Poslední list dokumentu je tvořen grafickými přehledy vybraných ukazatelů (viz obrázek č. 28). Tyto ukazatele jsou porovnávány dle jednotlivých týmů za předem definované období. Graficky jsou znázorněny prostoje tkalcovny, využití tkalcovny a celková natkaná délka tkaniny. Filtrování v tomto případě probíhá za pomoci vymezení požadovaného období na časové ose spolu s výběrem konkrétní technologie, která má být zobrazena. Druhá část tohoto listu obsahuje spojnicové grafy představující vývoj hodnot celkových prostojů a využití tkalcovny za vymezené období, spolu s vývojem objemu natkané délky tkaniny. V tomto případě lze filtraci požadovaných hodnot provádět i z hlediska výběru konkrétního směnného týmů.



Obrázek 28 – Stránka s přehledy v nástroji pro monitoring dat z výroby (Autor, 2023)

Do budoucna je doporučeno podniku přenést data do sofistikovanějšího řešení, například do platformy PowerBi od společnosti Microsoft, jež umožňuje přistupovat k datům v reálném čase z jakéhokoliv zařízení podporující uživatelskou aplikaci a s dostupným internetovým připojením.

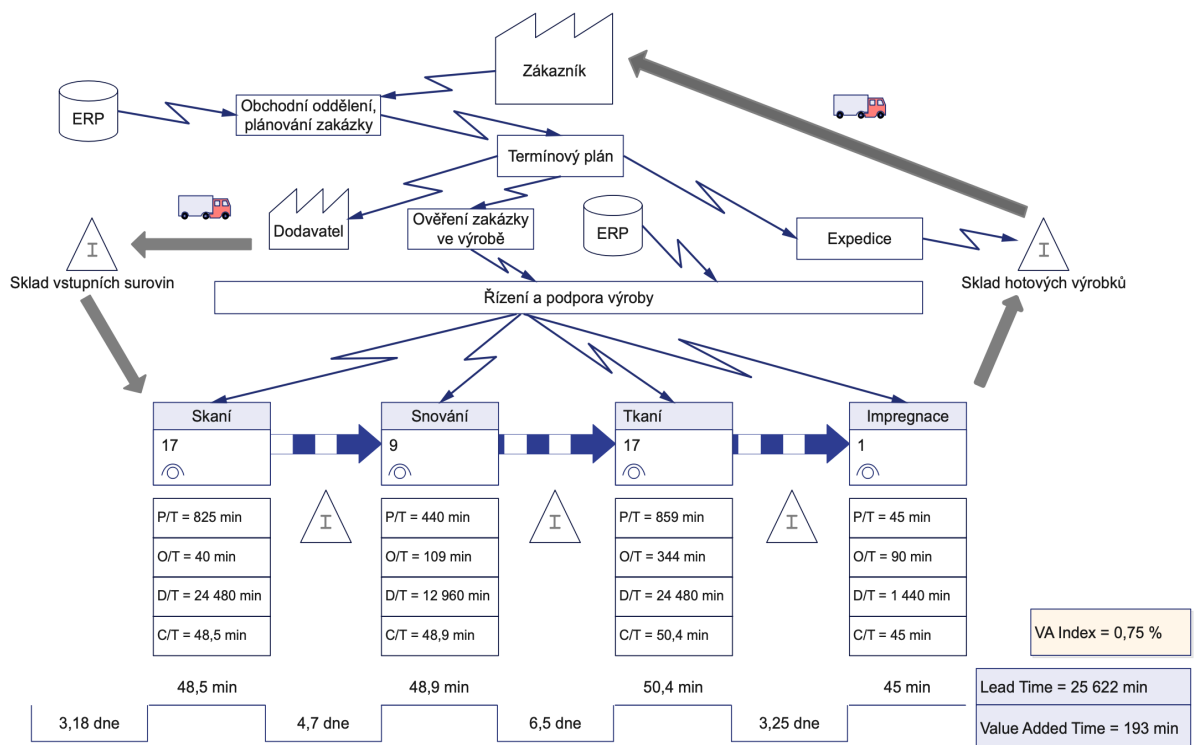
8.6 Zhodnocení návrhů na zlepšení výrobního procesu

Výše navrhovaná opatření se zaměřením na zlepšení procesu výroby séglových tkanin ve společnosti Kordárna budou v této kapitole zhodnocena z několika rozdílných hledisek, konkrétně z:

- Hodnotvorného hlediska celého procesu.
- Hlediska zmenšení míry rizika s ohledem na možné vady procesu v rámci metody FMEA.
- Ekonomického hlediska.

8.6.1 Mapa budoucího stavu

V rámci metody mapování hodnotového toku, jež byla provedena v podkapitole 7.1 této práce, je důležité k jejímu úplnému dokončení vytvořit i mapu budoucího stavu, v které jsou již promítnuty navrhovaná opatření a jejich dopad na hodnototvornou stránku procesu. Mapa budoucího stavu je uvedena na obrázku č. 29 níže a ve větším měřítku i v příloze VI.



Obrázek 29 – Mapa budoucího stavu (Autor, 2023)

Při porovnávání hodnot mezi mapou aktuálního stavu a mapou budoucího stavu, došlo ke snížení celkového času výroby ze 26 868 minut na 25 622 minut, což znamená úsporu 20 hodin 46 minut, při zachování stejných podmínek, za jakých byl mapován současný stav.

Procentuálně tato změna přináší zkrácení doby procesu o téměř 5 %.

Současně došlo k navýšení indexu přidané hodnoty o 0,03 % ze současných 0,72 % na 0,75 %, v přepočtu tedy došlo k procentuálnímu nárůstu hodnot o 4 %. Tato změna je způsobena zkrácením doby přestavby u operací snování a tkaní, spolu s kratší dobou čekání mezi jednotlivými operacemi. Konkrétní změny časů jednotlivých operací a doby čekání jsou uvedeny v následující tabulce č. 8.

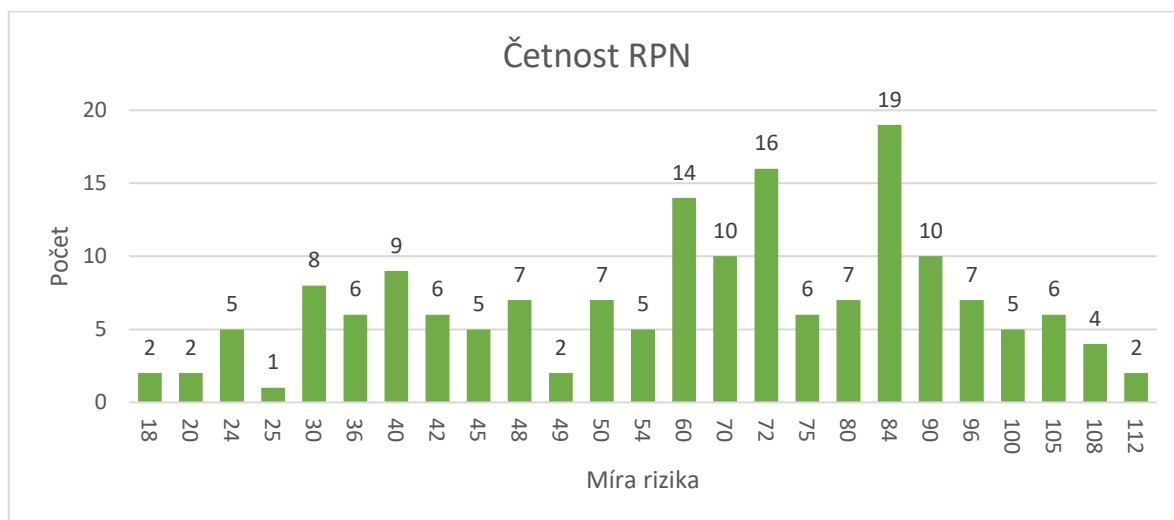
Tabulka 8 – Rozdíly mezi stavem před zlepšením a po zlepšení (*Kordárna Plus a.s., 2023*)

Operace	Snování				Tkaní			
	Současný [min]	Budoucí [min]	Rozdíl [min]	Změna [%]	Současný [min]	Budoucí [min]	Rozdíl [min]	Změna [%]
Procesní čas	440	440	0	- 0,0%	890	856	34	- 3,8%
Doba přestavby	120	109	11	- 9,2%	388	344	44	- 11,3%
Čekání	7102	6805	297	- 4,2%	10 298	9 351	947	- 9,2 %

Kromě výše zmíněných změn došlo ke snížení doby cyklu téměř o 2 minuty u operace tkaní, čímž došlo k mírnému zmírnění úzkého místa před touto operací a celkový proces tudíž dosahuje jednotnějšího taktu výroby oproti stavu před provedením jednotlivých opatření.

8.6.2 Posouzení rizik po zavedení opatření

V návaznosti na analytickou částí bylo provedeno zhodnocení návrhu i za pomoci nástroje k odhalení možných vad procesu FMEA, přičemž dříve vymezená rizika s mírou RPN nad 115 byla znovu podrobena hodnocení rizik, avšak nyní již po aplikaci navrhovaných opatření. Následující graf na obrázku č. 30 znázorňuje nový výčet četností RPN.



Obrázek 30 - Graf četností míry rizika (RPN) po aplikaci opatření (Autor, 2023)

Z původních 11 podmíněčně přijatých možných vad procesu, se po aplikaci opatření povedlo u všech snížit jejich míru rizikovosti do kategorie rizik přijatelných, přičemž se nesmí zapomínat, že i když je velikost rizika přijatelná, stále by mělo být možné riziko evidováno, monitorováno a cíleně řízeno. Nutno dodat že i samotné zlepšování je nikdy nekončící proces. V oblasti jednotlivých rizik, došlo k nejvýraznější minimalizaci míry RPN u možné vady procesním kroku při změně dráhy projektilu, konkrétně v příliš dlouhé době úpravě krycí lišty a zamezení hladkého průchodu tkaniny stavem kvůli nedokonalostem při jejím opracování. V obou případech došlo ke zmenšení výskytu těchto vad na nejnižší úroveň v rámci stanovené stupnice četnosti vad.

Ke zmírnění míry RPN došlo nejen u podmíněčně přijatelných vad procesu, ale i u jiných možných vad, které byly již dříve přijatelné. Celkem tak došlo ke snížení míry rizikovosti u 19 možných vad procesu.

Konkrétní hodnoty míry rizika RPN po aplikaci doporučených opatření jsou uvedeny v následující tabulce č. 9. Kompletní FMEA formulář je uveden v externí příloze VII.

Tabulka 9 – Možné vady procesu po aplikaci doporučených opatření - FMEA (Autor, Kordárna Plus a.s., 2023)

Krok procesu	Možná vada procesu	Možný důsledek vady	Možná příčina vady	Současný stav					Doporučená opatření	Odpovědnost za realizaci	Termín	Zlepšený stav				
				Kontrolní opatření	Výskyt	Význam	Odhaltitelnost	Míra rizika				Provedená opatření	Výskyt	Význam	Odhaltitelnost	Míra rizika
1.11 Realizace oprav	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače, nevhodné náčiní	X	5	6	5	150	Školení, změna organizace pracovního náčiní	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Školení, nákup nového vybavení	3	6	5	90
4.7 Návod do předního paprsku	Roztřepení konců nití	Poškození nitě, prostoje	Nedostatečně navlhčená nit'	X	4	6	6	144	Změna v prostředku pro vlhčení tkaniny	Technolog + mistr	N	Zakoupení nádoby na tekutinu se zpětným odtokem vody	3	6	6	108
	Návod nitě probíhá na několik pokusů	Poškození nitě, prostoje	Nedostatečně navlhčená nit'	X	4	6	6	144	Změna v prostředku pro vlhčení tkaniny	Technolog + mistr	N	Zakoupení nádoby na tekutinu se zpětným odtokem vody	3	6	6	108

N = Zatím neurčeno

Krok procesu	Možná vada procesu	Možný důsledek vady	Možná příčina vady	Současný stav				Doporučená opatření	Odpovědnost za realizaci	Termín	Zlepšený stav					
				Kontrolní opatření	Vyskyt	Význam	Odhaditelnost				Míra rizika	Provedená opatření	Vyskyt	Význam	Odhaditelnost	Míra rizika
5.6 Změna dráhy projektilu - manipulace s podpěrnou lištou	Doba úpravy lišty je příliš dlouhá	Prostoje	Složité postup úpravy lišty projektilu	X	6	5	5	150	Implementace posuvné lišty, změna organizace pracovního náčiní	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Implementace posuvné lišty, nákup nového vybavení	1	5	5	25
	Zamezení hladkého průchodu tkaniny - vada lišty	Prostoje	Chyba seřizovače	X	4	5	6	120	Implementace posuvné lišty	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Implementace posuvné lišty	1	5	6	30
	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina, prostoje	Chyba seřizovače	X	6	6	4	144	Školení, změna organizace pracovního náčiní	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Školení, nákup nového vybavení	4	6	4	96
5.9 Změna dráhy projektilu – montáž stav. paprsku	Doba úpravy lišty je příliš dlouhá	Prostoje	Chyba seřizovače	X	5	5	5	125	Implementace posuvné lišty	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Implementace posuvné lišty	1	5	6	30

N = Zatím neurčeno

Krok procesu	Možná vada procesu	Možný důsledek vady	Možná příčina vady	Současný stav				Doporučená opatření	Odpovědnost za realizaci	Termín	Zlepšený stav					
				Kontrolní opatření	Výskyt	Význam	Odhaltitelnost				Míra rizika	Provedená opatření	Výskyt	Význam	Odhaltitelnost	Míra rizika
9.2 Odstraňování závad	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	X	5	6	5	150	Školení, změna organizace pracovního náčiní	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Školení, nákup nového vybavení	3	6	5	90
9.4 Mazání tkacích strojů	Ušpinění stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	X	5	6	5	150	Školení, změna organizace pracovního náčiní	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Školení, nákup nového vybavení	3	6	5	90
	Nadměrné promazání stroje	Špinavá tkanina	Chyba seřizovače	Definovaný postup	4	6	6	144	Školení seřizovačů	Technolog + vedoucí seřizovač	N	Školení	3	6	5	90
11.5 Evidence záznamů z procesu	Nevyhodnocení záznamu o prostojích	Opakující se prostoje	Nevyužitý potenciál MES	X	7	5	5	175	Vizualizace dat o prostojích	Středisko výroby	N	Vytvoření SW nástroj pro analýzu prostojů	2	5	3	30

N = Zatím neurčeno

8.6.3 Ekonomické úspory

Nedílnou součástí zhodnocení navrhovaných řešení je stanovení ekonomických přínosů, v tomto případě konkrétně finančních úspor, vzniklých v důsledku snížení vad ve výrobním procesu. Z celkem šesti navrhovaných opatření, lze orientačně vyčíslit výši finančních úspor pouze u tří návrhů. Tyto úspory se skládají ze dvou hlavních složek, konkrétně ze snížení mzdových nákladů vzniklých úsporou doby jednotlivých operací, jež jsou vykonávány zaměstnanci podniku. Druhou složku finančních úspor tvoří úspora materiálu, konkrétně materiálu potřebného na výrobu krycí lišty projektilu, spolu s materiálem potřebným k jeho výrobě. Celkově tyto úspory byly vyčísleny orientačně na 296 000 Kč. Úspora byla vypočítána za pomoci historických dat, konkrétně jako součin průměrného počtu vykonaných úkonů (vztahujících se ke konkrétnímu návrhu) spolu s časovou úsporou a následnému vynásobení mzdovými náklady vyjádřenými na jednu hodinu práce. Mzdové úspory tak tvoří 19 420 Kč měsíčně, úspory materiálu průměrně 5 250 Kč měsíčně. Výše jednotlivých úspor je uvedena i v následující tabulce č. 10.

Tabulka 10 – Výše finančních úspor při aplikaci navrhovaných opatření (Autor, *Kordárna Plus a.s.*, 2023)

Druh úspor	Měsíčně	Ročně
Mzdové úspory	19 420 Kč	233 040 Kč
Úspory z provozu výrobních zařízení	10 000 Kč	110 000 Kč
Úspory materiálu	5 250 Kč	63 000 Kč
Celkové úspory	34 670 Kč	406 040 Kč

K těmto úsporám je dále nutné přičíst výnosy z lepšího využití výrobního zařízení, neboť dobu získanou v rámci úspor jednotlivých opatření, je nyní možné využít k další výrobě. Tuto hodnotu se však nepovedlo přesně vyčíslit, proto je brána pouze orientačně ve výši 110 000 Kč ročně. Celkově by tak mohly doporučené návrhy vygenerovat úsporu téměř 410 000 Kč, což s ohledem na velikost podniku není příliš velká hodnota, nicméně se nesmí zapomenout na těžce ekonomicky vyčíslitelné ukazatele jako je například nižší opotřebování výrobních zařízení či zvýšení kvality finálního produktu.

Návrhy typu školení zaměstnanců spolu s implementací monitoringu prostojů na tkalcovně, jsou velmi těžce vyčíslitelné v ekonomické hodnotě, nicméně jejich přínos pro podnik je nepopíratelný, například v oblasti kvality či v budoucnosti ve snaze o eliminaci prostojů.

8.7 Shrnutí aplikační části práce

V aplikační části této práce bylo navrženo několik opatření reagujících na současné nedostatky v oblasti výrobního procesu séglových tkanin vyplívajících z analytické části práce. Cílem těchto opatření, jakožto i cílem této práce je zlepšit zvolený výrobní proces ve společnosti Kordárna. Celkově lze navrhovaná opatření rozdělit na opatření technického, personálního, monitorovacího a organizačního charakteru. Je však nutné podotknout, že jednotlivé návrhy lze aplikovat i nezávisle na sobě, avšak nejlepšího efektu dosáhne podnik při aplikaci všech navrhovaných opatření současně.

Do skupiny návrhů technického charakteru, podílejících se přímo na snižování doby procesu, jež nepřidává výrobku žádnou hodnotu, patří návrh na implementaci krycí lišty projektilu tkalcovského stavu. Druhým návrhem téže kategorie je změna prostředku na vlhčení tkaniny při návodu osnovních nití do předních paprsků tkacího stroje. Implementace pohyblivé lišty spolu s organizačním opatřením ve změně vybavení pracovního náčiní seřizovačů přispívá ke zkrácení doby přestavby výrobních zařízení mezi jednotlivými výrobními dávkami, a tudíž se podílí i na zkrácování doby výrobního procesu, se zachováním jeho požadovaných vlastností. Rychlejší návod nití naopak zkracuje procesní čas výrobních zařízení u operace tkaní. Obě tyto změny vedou v oblasti toku hodnot k celkovému zlepšení výrobního procesu.

K neméně přínosným opatřením patří i návrh na školení seřizovačů s ohledem na udržování čistoty stroje, spolu se seznámením se změnou v organizaci pracovních pomůcek. Druhé školení je určeno pro operátory výroby, jehož cílem je seznámit pracovníky s novým způsobem vlhčení nití při jejich návodu do tkalcovského stavu. Tyto opatření vedou ke snížení výskytu možných vad procesu, tudíž i k jeho zlepšení.

Posledním návrhem bylo vytvoření nástroje pro vizualizaci a monitoring výrobních dat na tkalcovně se zaměřením na sledování prostojů. Vytvořený sumarizační pohled na vyhodnocená data je účinným prostředkem pro minimalizaci prostojů. Nástroj do budoucna bude sloužit jako příklad k budoucímu řešení digitalizace výroby.

Jako návrh lze považovat i zautomatizovaný sešit v MS Excel, který slouží k VSM výpočtům a bude využíván při vytváření půlročních reportů v rámci programu IVEX.

Pro vyjádření objektivní míry pozitivních přínosů navrhovaných opatření, proběhlo závěrem aplikační části práce zhodnocení návrhů v oblasti ekonomických úspor, hodnotového toku procesu a v oblasti rizikovosti již zjištěných možných vad procesu po aplikaci opatření.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vytvoření návrhu na zlepšení výrobního procesu ve společnosti Kordárna Plus a.s., s ohledem na zmírnění možných vad v rámci procesu. S opodstatněním navržených opatření lze konstatovat, že cíl této diplomové práce byl splněn, přičemž jednotlivá opatření se současně podílí i na hodnototvorné stránce procesu a zajišťují tak lepší efektivitu procesu. Benefitem navrhovaných opatření je i roční finanční úspora v odhadované výši 406 000 Kč, nicméně v této částce nejsou zahrnuty hodnoty nefinančního charakteru jako je například zvýšení kvality či lepší transparentnost procesu v oblasti monitoringu prostojů.

Před hledáním a vytvářením konkrétních možností zlepšení výrobního procesu ve zvoleném podniku byla vytvořena literární rešerše, představující teoretický základ zkoumané problematiky. Součástí je například charakteristika výroby a výrobního procesu, přičemž s řízením výroby začíná úzce souviset její postupné zlepšování. V dnešní době existuje celá řada zlepšovateľských směrů, dokonce dochází i k jejich vzájemné kombinaci a vznikají tak směry sloučené. Pro účely této práce byly popsány nejvíce užívané zlepšovateľské směry z oblasti primárně průmyslového inženýrství, mezi něž patří například koncept štíhlé výroby, procesní řízení, metologie Six Sigma či sloučený přístup Lean Six Sigma. Závěrem literární rešerše jsou popsány konkrétní metody a nástroje, včetně uvedení možností jejich aplikace při zlepšování procesů. Většina těchto metod pochází právě z přístupu Lean Six Sigma, mimo jiné i z důvodu, že tento přístup je implementován ve zvoleném podniku. Současně je třeba podotknout, že tyto metody se mohou prolínat nejen napříč jednotlivými zlepšovateľskými směry, ale i s jinými oblastmi, například managementem rizik. Mezi metody, které byly využity i v této diplomové práci, patří metoda mapování hodnotového toku (VSM), analýza potencionálních problémových vlivů a jejich důsledků (FMEA) či například Ishikawa diagram. Všechny tyto nástroje tvořily nepostradatelný základ nejen při analýze současného stavu podniku, ale i při hodnocení navrhovaných opatření.

Úvodem praktické části proběhlo představení podniku Kordárna Plus a. s., jež představuje významného výrobce technických tkanin nejenom na českém trhu. V současné době stále dochází k jeho internímu začleňování pod novou mateřskou společností Indorama Ventures, která působí ve více než 33 zemích světa.

V analytické části práce byl zkoumán současný stav výrobního procesu, konkrétně procesu výroby séglových tkanin, která tvoří nezanedbatelnou část celé výroby podniku. Nejprve za

pomocí metody mapování hodnotových toků (VSM) byl analyzován celý výrobní proces, přičemž byla vytvořena mapa současného stavu, jež představuje reálný stav procesu. Poté byl vybrán sub-proces tkaní, který představoval v rámci mapy současného stavu úzké místo výroby, což bylo potvrzeno i zaměstnanci podniku, podroben analýze potencionálních problémových vlivů a jejich důsledků (FMEA). Tímto způsobem bylo odhaleno celkem 11 podmíněně přijatelných možných vad procesu v celkem pěti oblastech. U těchto vad byly průběžně hledány jejich příčiny. U možných vad procesu, kde bylo obtížné odhalit příčinu problému již při mapování toků či v rámci brainstormingu, byla příčina hledána za pomoci Ishikawa diagramu.

Cílem aplikační části práce bylo vytvořit, charakterizovat, zdůvodnit a zhodnotit jednotlivá navrhovaná opatření, jejímž účelem bylo zlepšit výrobní proces v místech jež byly zjištěny v analytické části této práce. Souhrnně lze tyto návrhy rozdělit na opatření technického, personálního, organizačního a monitorovacího charakteru, přičemž celkem bylo navrženo pět rozdílných opatření, jmenovitě návrh na implementaci pohyblivé krycí lišty tkalcovského stavu, nové uspořádání pracovního náčiní seřizovačů, změna ve způsobu vlhčení nití, návrh na školení seřizovačů a operátorů výroby či v neposlední řadě nástroj pro posuzování prostojů na tkalcovně, který byl ihned po vytvoření v podniku aplikován. Zhodnocení návrhů probíhalo celkem ze tří různých pohledů. Pro zhodnocení navrhovaných řešení v oblasti efektivity a přidané hodnoty procesu byla vytvořena mapa budoucího stavu, čímž bylo shledáno zkrácení času celého procesu o téměř 5 % a současně došlo ke čtyř procentnímu navýšení indexu přidané hodnoty, dále bylo provedeno nové posouzení možných vad procesu s již aplikovanými opatřeními, čímž bylo dokázáno že navrhovaná opatření plní svůj účel. V průměru došlo ke snížení míry rizika u vybraných možných vad procesu o téměř 74 bodů RPN. Závěrem pak bylo provedeno vyčíslení finančních úspor, vzniklých jako důsledek zlepšení procesu. V případě aplikace všech doporučených opatření by mohlo dojít ke vzniku odhadovaných ročních úspor přes 406 tisíc korun, přičemž náklady na celé zlepšení procesu lze orientačně vyčíslit v řádu nízkých desítek tisíc korun.

Celá praktická část byla vypracována se souladem konceptu Lean Six Sigma.

V podniku však tímto zlepšováním nekončí, neboť zlepšováním je nikdy nekončící proces. Současně v podniku v rámci zlepšovateľského programu IVEX začíná docházet ke komplexnímu zapojení koncepce Lean Six Sigma do všech podnikových oblastí. Jedním z budoucích cílů je i digitalizace výroby, která přinese mimo jiné i nepřeborné možnosti k odhalení slabých míst a následnému vytvoření prostoru pro zlepšení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ATMACA, Ediz a S. Sule GIRENES, 2013. *Lean Six Sigma methodology and application. Quality & Quantity* [online]. ISSN 0033-5177. Dostupné z: doi:10.1007/s11135-011-9645-4
- BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.
- BESTA, Petr a Jindřich HAVERLAND, 2017. *Nástroje průmyslových systémů*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-4078-2.
- BLAŽEK, Lukáš et al., 2019. *Řízení inovací a změn*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, a.s. ISBN 978-80-7408-183-5.
- BORUCKA, Anna a Małgorzata GRZELAK, 2019. *Application of Logistic Regression for Production Machinery Efficiency Evaluation. Applied Sciences* [online]. ISSN 2076-3417. Dostupné z: doi:10.3390/app9224770
- BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of Lean*. CreateSpace Independent Pub. ISBN 978-1-5393-2294-8.
- DOMBROWSKI, Uwe, Thomas RICHTER a Philipp KRENKEL, 2017. *Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis. Procedia Manufacturing* [online]. ISSN 23519789. Dostupné z: doi:10.1016/j.promfg.2017.07.217
- GEORGE, Michael et al., 2016. *Das Lean Six Sigma Toolbook: mehr als 100 Werkzeuge zur Verbesserung der Prozessgeschwindigkeit und qualität*. München: Verlag Franz Vahlen. Management Competence. ISBN 978-3-8006-4852-8.
- GILSON SOLUTIONS, 2022. *What is the Relationship Between Manufacturing and Logistics? Gilson Solutions* [online]. [vid. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://gillsonolutions.com/relationship-between-manufacturing-and-logistics/>
- GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.
- HOLEČKOVÁ, Lenka a Jaroslava HYRŠLOVÁ, 2018. *Ekonomika podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 978-80-87839-90-4.
- HORVÁTH, Gejza. 2012. *Rizika vybraných podnikových procesů*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-522-3.

HUČKA, Miroslav, 2017. *Modely podnikových procesů*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-468-1.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2009. *Mapování toku hodnot jako nástroj štíhlých podnikových procesů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-802-3.

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

INDORAMA VENTURES, 2022. *Indorama Ventures* [online] [vid. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://sustainability.indoramaventures.com/storage/content/sustainability-report/en/executive-summary-2021/e-book/16/>

INDORAMA VENTURES, 2023. *KORDARNA Plus | Indorama Ventures* [online] [vid. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://www.indoramaventures.com/th/worldwide/1520/kordarna-plus>

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

JESTON, John, 2018. *Business process management: practical guidelines to successful implementations*. Fourth Edition. New York: Routledge. ISBN 978-1-138-73838-6.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0059-9.

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

KAMPF, Rudolf et al., 2017. *Logistics of production processes*. Česká republika: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích.

KANTNEROVÁ, Liběna, Josef STAŠÁK a Vladimíra PETRÁŠKOVÁ, 2016. *Procesní řízení a modelování s přihlédnutím k praxi v logistice*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-598-5.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vydání třetí. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.

KMEC, Ján, Daniel KUČERKA a Markéta POPÍLKOVÁ, 2016. *Výrobní proces - studijní opora* [online]. 2016. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích. Dostupné

z: https://is.vstecb.cz/do/vste/ustav_podnikove_strategie/student/studijni_materialy/studijni_opory_ekonomika_podniku/Vyrobní_proces.pdf

KORDÁRNA PLUS A.S., 2017. KORDÁRNA Plus a.s. *KORDÁRNA Plus a.s.* [online] [vid. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://www.kordarna.cz/>

KORDÁRNA PLUS A.S., 2023. *Interní materiály společnosti Kordárna Plus, a. s.* 2023.

KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2.

KUCHAŘÍČKOVÁ, Alžběta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2524-3.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2022. *Lean Enterprise Institute | Learn Lean Thinking & Practice. Lean Enterprise Institute* [online] [vid. 2022-11-24]. Dostupné z: <https://www.lean.org/>

LOCHMANOVÁ, Alena, 2022. *Logistika - Základy logistiky*. Brno: Computer Media. ISBN 978-80-7402-449-8.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ, 2018. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-4158-8.

MIGUEL, Hector et al., 2021. *Hybrid Push-Pull Systems: Classification, Optimal Methods and Uncertainty*. Las Vegas: International Conference on Computational Science and Computational Intelligence. ISBN 978-1-66545-841-2. Dostupné z: [doi:10.1109/CSCI54926.2021.00167](https://doi.org/10.1109/CSCI54926.2021.00167)

MURALIRAJ, J. et al., 2018. *Annotated methodological review of Lean Six Sigma*. *International Journal of Lean Six Sigma* [online]. ISSN 2040-4166. Dostupné z: [doi:10.1108/IJLSS-04-2017-0028](https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0028)

OUDOVÁ, Alena, 2016. *Logistika: základy logistiky*. Prostějov: Computer Media. ISBN 978-80-7402-238-8.

PATERMANN, Jiří, 2022. *Lean dílenské řízení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3534-9.

SCHÖNSLEBEN, Paul, 2016. *Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-5053-0.

SIX SIGMA DAILY, 2015. *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) and Six Sigma* [online] [vid. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.sixsigmadaily.com/failure-modes-and-effects-analysis-fmea-and-six-sigma/>

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2010. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books. ISBN 978-80-251-0573-3.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2014. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Vydání čtvrté. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4644-9.

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

SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ, 2015. *Podniková ekonomika*. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-274-8.

ŠMÍDA, Filip, 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1679-4.

TICHÝ, Jaromír, 2021. *Logistické systémy*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, a.s. ISBN 978-80-7408-225-2.

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

TRKMAN, Peter, 2010. *The critical success factors of business process management*. *International Journal of Information Management: The Journal for Information Professionals* [online]. ISSN 0268-4012. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijinfomgt.2009.07.003

UBAID, Alaa M. a Fikri T. DWEIRI, 2020. *Business process management (BPM): terminologies and methodologies unified*. *International Journal of System Assurance Engineering and Management* [online]. ISSN 0975-6809, 0976-4348. Dostupné z: doi:10.1007/s13198-020-00959-y

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

VISUAL PARADIGM, 2022. *How to Use Value Stream Mapping Technique in Six Sigma* [online] [vid. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/value-stream-mapping/how-to-use-value-stream-mapping-in-six-sigma/>

ZAHROTUN, Nihlah a Immawan TAUFIQ, 2018. *Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping*. *E3S Web of Conferences* [online]. ISSN 2267-1242.

Dostupné z: doi:10.1051/e3sconf/20187307010

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BOA	Belastungorientierte Auftragsfreigabe Systém řízení výroby, založený na postupném uvolňování výrobní kapacity.
ERP	Enterprise Resource Planning Softwarový nástroj pro plánování podnikových zdrojů
JIT	Just In Time Systém řízení výroby „Právě včas“
MES	Manufacturing Execution System Výrobní informační systém
MRP	Material Requirements Planning Systém řízení výroby „Plánování potřeby materiálu“
MRP II	Manufacturing Resource Planning Systém řízení výroby „Plánování výrobních zdrojů“
OPT	Optimized Production Technology Systém řízení výroby s cílem optimalizovat tok výrobků
SW	Software Programové vybavení
TPM	Total Productive Maintenance Komplexní přístup k efektivnosti provozu a údržbě zařízení
VA	Value Added Přidaná hodnota
VSM	Value Stream Mapping Metoda mapování hodnotových toků
5S	Metodika pro vytváření a udržení organizovaného a vysoce výkonného pracoviště

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Schématické znázornění výroby.....	13
Obrázek 2 – Ukázka logistického řetězce výrobního podniku	18
Obrázek 3 – Příklady nástrojů štíhlé výroby umožňující realizaci principů.....	27
Obrázek 4 – Struktura pozic v rámci metodologie Six Sigma.....	29
Obrázek 5 – Vybrané nástroje Lean Six Sigma.....	30
Obrázek 6 – Čtyři základní principy zlepšování procesů	31
Obrázek 7 – Letecký pohled na areál společnosti.....	40
Obrázek 8 - Organizační struktura společnosti.....	41
Obrázek 9 – Znázornění kordových tkanin v pneumatice	43
Obrázek 10 – Průřez dopravníkovým pásem.....	44
Obrázek 11 – Posloupnost výroby séglových tkanin.....	45
Obrázek 12 – Skací stroje	47
Obrázek 13 – Snovací stroj.....	48
Obrázek 14 – Tkací stroj.....	48
Obrázek 15 – Impregnace tkaniny	49
Obrázek 16 – Mapa současného stavu	51
Obrázek 17 – Cyklické časy jednotlivých operací výrobního procesu.....	52
Obrázek 18 – Poměr doby přidané hodnoty k celkovému času výrobního procesu.....	52
Obrázek 19 – Graf četností míry rizika (RPN).....	55
Obrázek 20 – Ishikawa diagram: Úprava krycí lišty při změně dráhy projektilu.....	57
Obrázek 21 – Ishikawa diagram: Ušpinění stroje při seřizovačských a opravárenských pracích.....	58
Obrázek 22 – Implementace pohyblivé krycí lišty	61
Obrázek 23 – Změna v organizaci pracovního náčiní	63
Obrázek 24 – Návod nití do tkacího stroje spolu s navrhovanou nádobkou na vlhčení nití.	64
Obrázek 25 – Ušpinění tkalcovského stavu.....	65
Obrázek 26 – Domovská stránka nástroje pro monitoring dat z výroby	67
Obrázek 27 – Monitoring prostojů v nástroji pro monitoring dat z výroby	67
Obrázek 28 – Stránka s přehledy v nástroji pro monitoring dat z výroby	68
Obrázek 29 – Mapa budoucího stavu	69
Obrázek 30 - Graf četností míry rizika (RPN) po aplikaci opatření.....	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Rozdělení výrobních faktorů	14
Tabulka 2 – Vybrané ekonomické ukazatele od roku 2020.....	42
Tabulka 3 – Procesní čas a čas přenastavení jednotlivých výrobních operací	50
Tabulka 4 – Doby čekání mezi jednotlivými operacemi a počtem výrobních zařízení.....	51
Tabulka 5 – Možné vady procesu v kategorii podmíněčně přijatelných rizik.....	54
Tabulka 6 – Doba úprav při změně dráhy projektilu	61
Tabulka 7 - Doba úprav při změně dráhy projektilu při aplikaci posuvné lišty	62
Tabulka 8 – Rozdíly mezi stavem před zlepšením a po zlepšení	70
Tabulka 9 – Možné vady procesu po aplikaci doporučených opatření.....	72
Tabulka 10 – Výše finančních úspor při aplikaci navrhovaných opatření	75

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Přehled vybraných systémů řízení výroby

Příloha P II: Základní ikony využívané v metodě VSM

Příloha P III: Výroba séglových tkanin

Příloha P IV: Pomocné formuláře k mapování hodnotového toku

Příloha P V: Mapa současného stavu (VSM)

Příloha P VI: Mapa budoucího stavu (VSM)

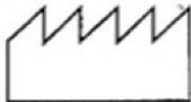
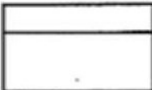
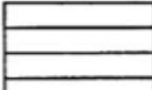


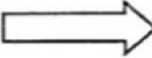
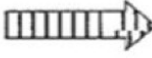



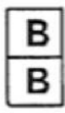




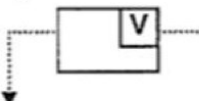
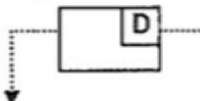
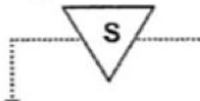

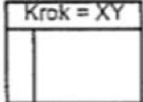




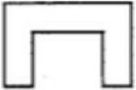


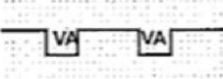
Příloha P VII: FMEA formulář

PŘÍLOHA P I: PŘEHLED VYBRANÝCH SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ VÝROBY

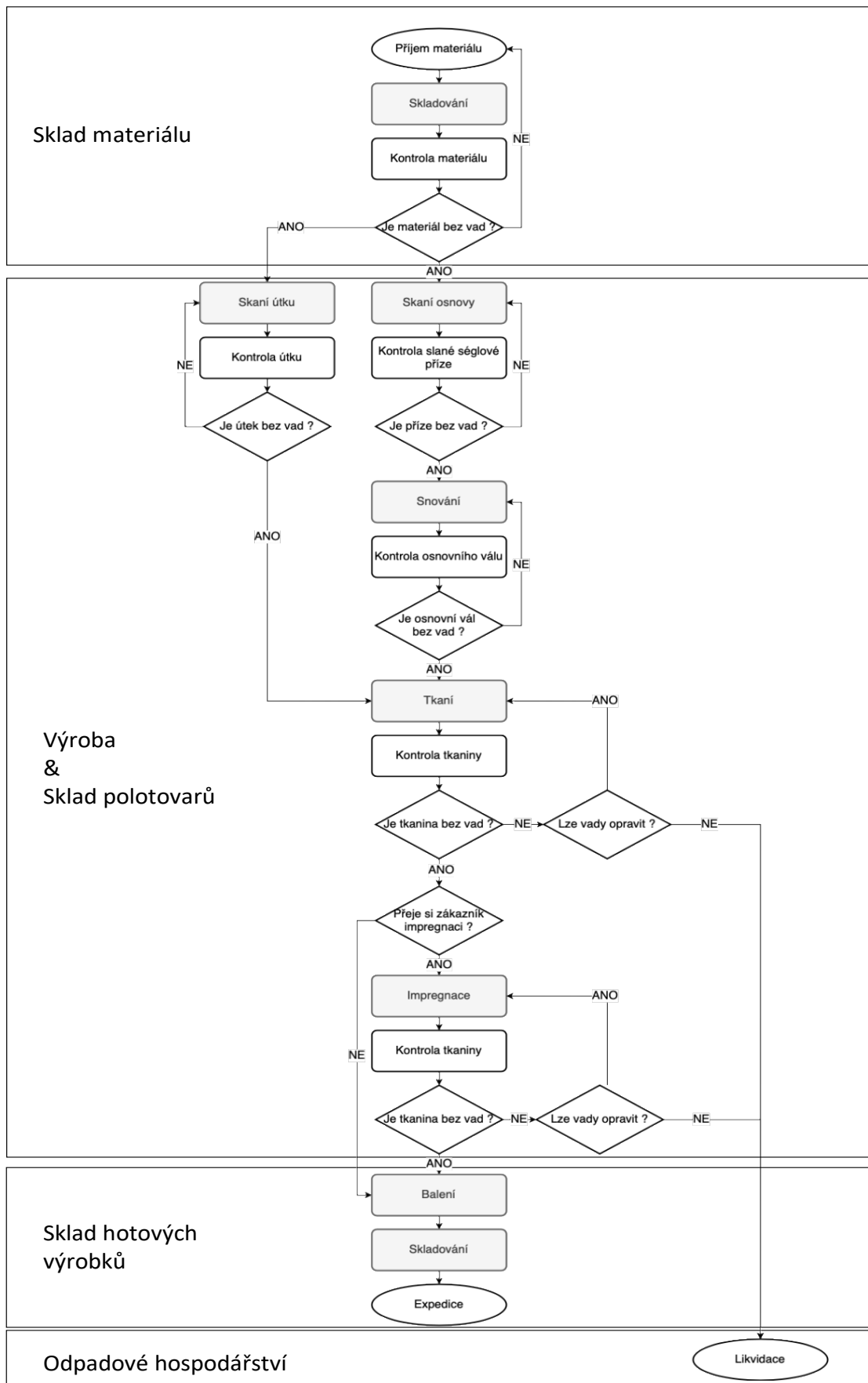
(MRP) MRP II	
Hlavní cíle	Maximální využití kapacit a zdrojů
	Plnění dodávek
Vhodné pro	složité struktury výrobků
	kusová, malosériová i sériová výroba
	strategická a taktická složka plánování a řízení výroby
	výroba orientovaná na zakázku
Předpoklady použití	Zabezpečení dobré komunikace se sběrem výrobních údajů a řízení výroby
	Počítačová podpora
	Informační systém
JIT	
Hlavní cíle	Vyrábět požadované výrobky v požadovaném čase, množství a jakosti
Vhodné pro	Změna v rámci celého podniku
Předpoklady použití	Jednosměrné materiálové toky, případně buňkově organizovaná výroba
	Dokonalá součinnost vnitropodnikových činností a kooperace s dodavateli
KANBAN	
Hlavní cíle	Minimalizace zásob ve výrobě
	Zjednodušení řízení
	Plnění termínů
Vhodné pro	Sériová a velkosériová výroba
	Dílenská nebo linková výroba
	Výroba s poměrně jednoduchou strukturou výrobků
Předpoklady použití	Opakovatelnost výrobních úkolů
	Nízké časy na přetypování strojů
	Předpoklady pro rychlé odstranění poruch ve výrobě
	Motivace pracovníků a decentralizace kompetencí
Řízení s využitím úzkých míst - OPT, DBR	
Hlavní cíle	Maximalizace zisku a průtoku
	Minimalizace zásob a provozních nákladů
Vhodné pro	Kusová, sériová a velkosériová výroba
Předpoklady použití	Synchronizace ve výrobě
	Zásobníky u úzkých míst ve výrobě
	Kontrola jakosti před úzkými místy
	Systém kontinuálního vyhodnocování úzkých a „normálních pracovišť“

Zdroj: Autor dle Tichého (2021, str. 81), 2022.

PŘÍLOHA P II: ZÁKLADNÍ IKONY VYUŽÍVANÉ V METODĚ VSM

Ikony pro materiálový tok			
Externí zdroje 	Proces 	Data o procesu 	Zásoby 
Transport 	Tok hotových výrobků 	Pohyb tlakem 	Pohyb tahem 
Supermarket 	Vyrovňovací zásoba 	Bezpečnostní zásoba 	
Ikony pro informační tok			
Manuální informování 	Elektronická informace 	Typ informace 	Inventurní plánování 
Výrobní kanban 	Dopravní kanban 	Signální kanban 	Kanbanová schránka 
Heijunka 	Heijunka-správce 	FIFO 	Výrobní mix 
Všeobecné ikony a symboly			
Operátor 	Výrobní buňka 	Počítačová podpora 	Příležitost ke zlepšení 
VA-linka 			

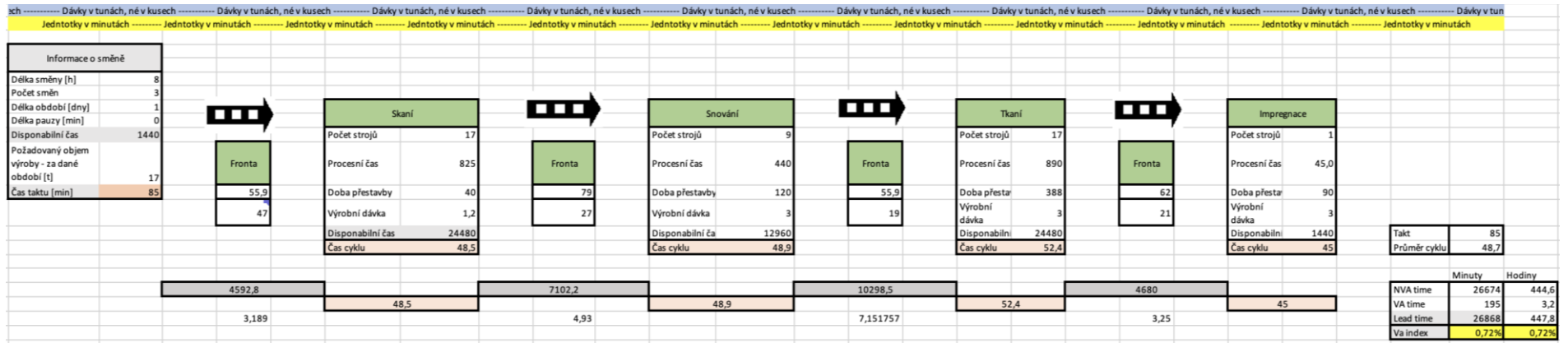
PŘÍLOHA P III: VÝROBA SÉGLOVÝCH TKANIN



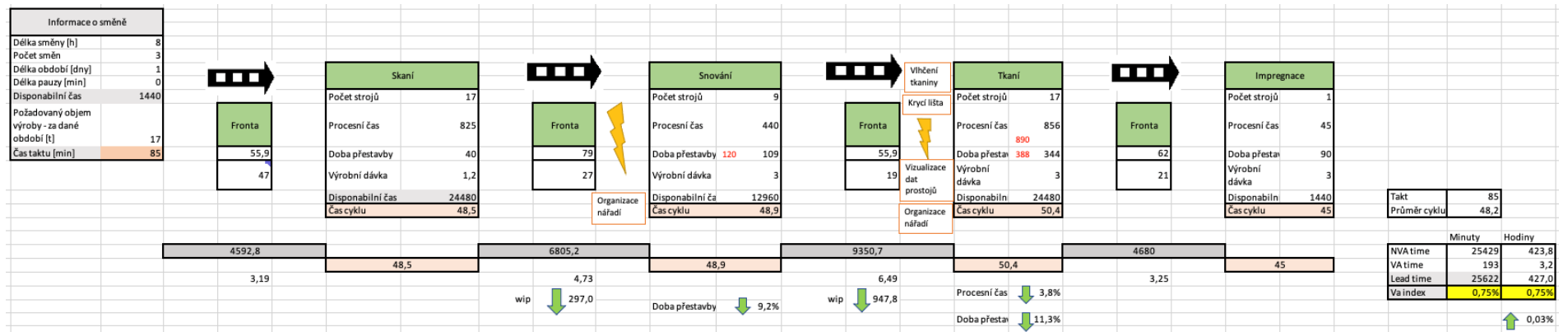
Zdroj: Autor na základě interních materiálů společnosti Kordárna Plus a.s., 2023

PŘÍLOHA P IV: POMOCNÉ FORMULÁŘE K MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU

A) Výpočtový formulář k metodě mapování hodnotového toku: Mapa současného stavu (MS Excel)

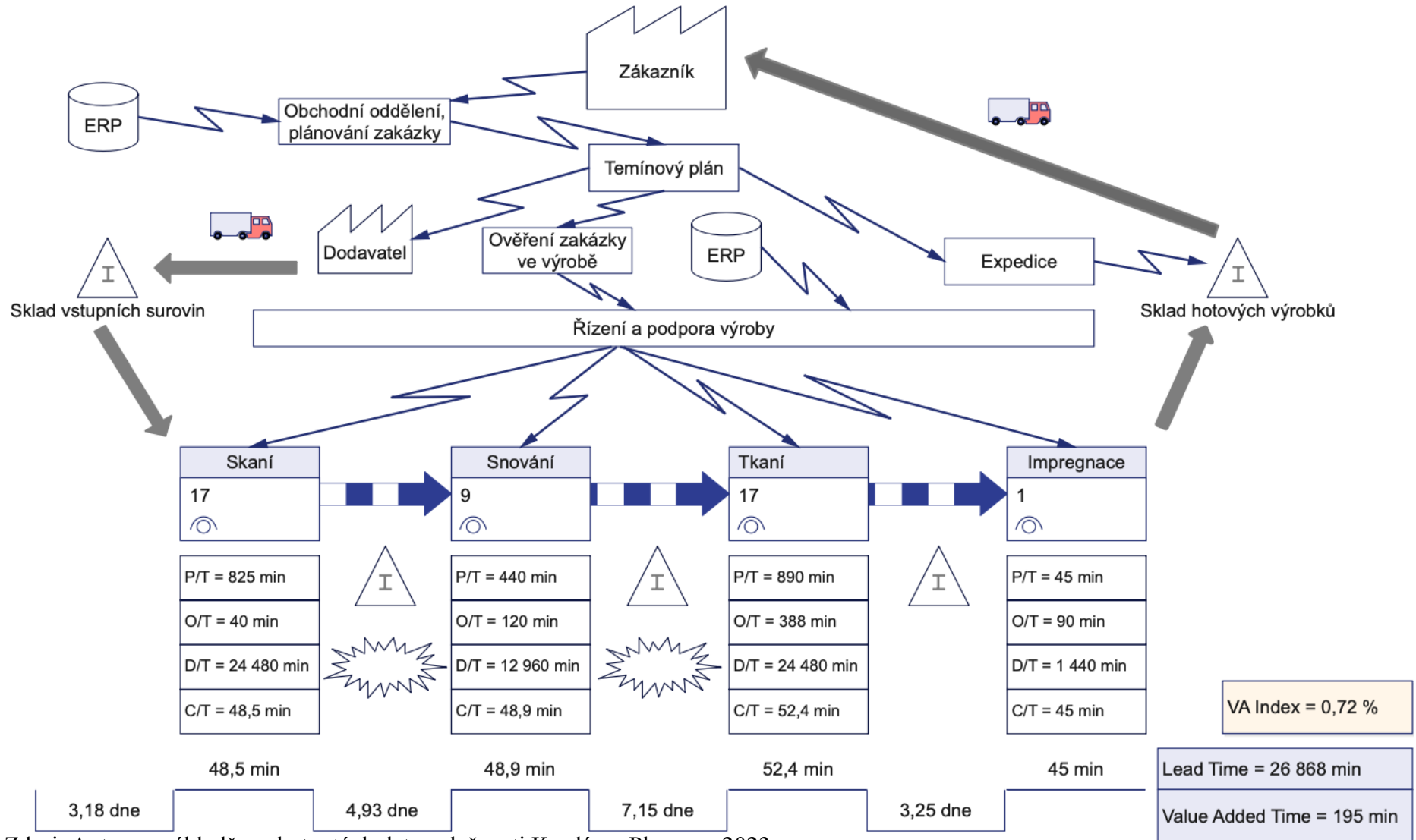


B) Výpočtový formulář k metodě mapování hodnotového toku: Mapa budoucího stavu (MS Excel)



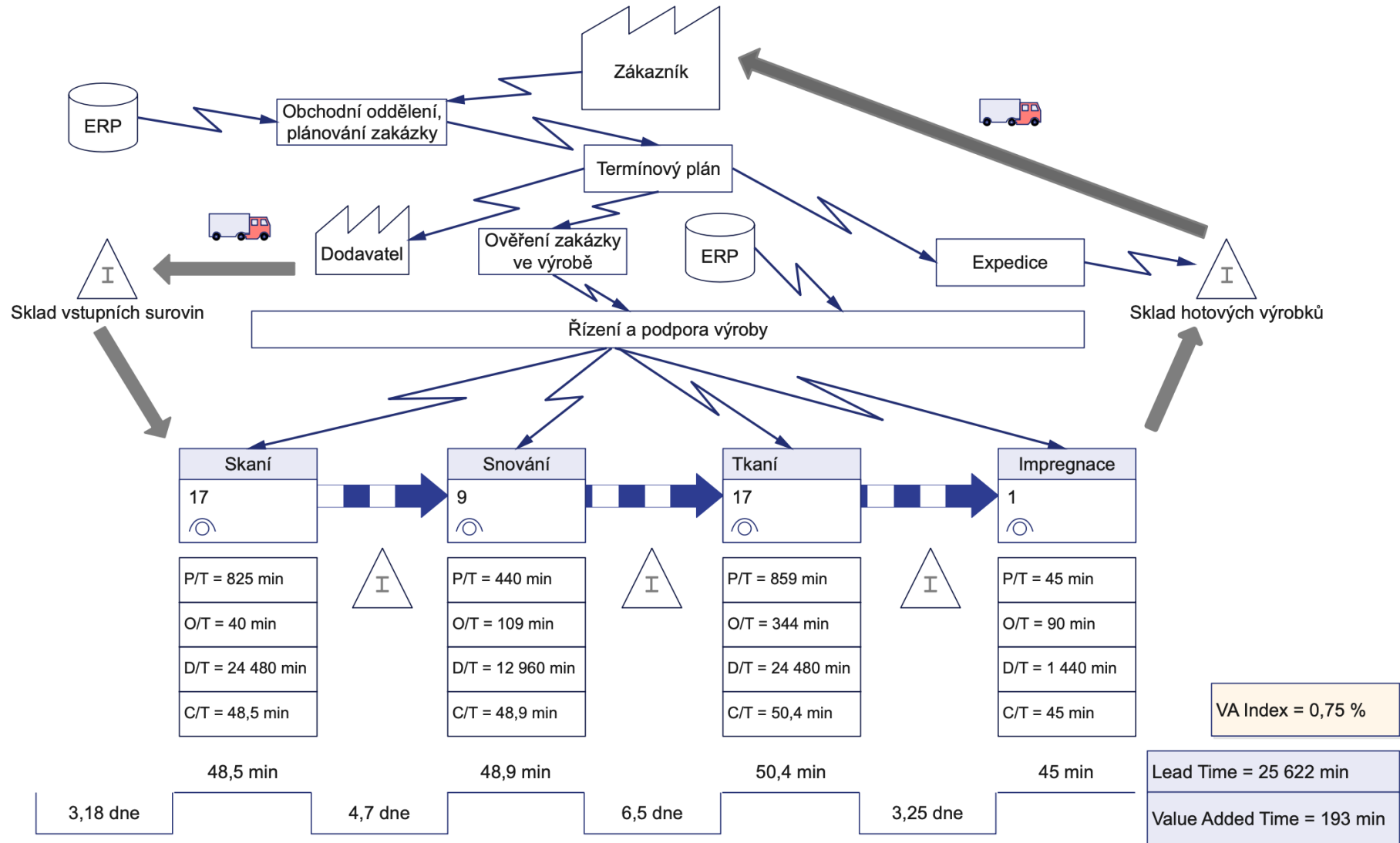
Zdroj: Autor, 2023

PŘÍLOHA P V: MAPA SOUČASNÉHO STAVU (VSM)



Zdroj: Autor na základě poskytnutých dat společnosti Kordárna Plus a.s., 2023

PŘÍLOHA P VI: MAPA BUDOUCÍHO STAVU (VSM)



Zdroj: Autor na základě poskytnutých dat společnosti Kordárna Plus a.s., 2023