



Návrh systému balících pracovišť

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T049 – Výrobní systémy a procesy
Autor práce: **Bc. Vladimír Sojka**
Vedoucí práce: Ing. František Koblasa, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vladimír Sojka**
Osobní číslo: **S16000318**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní systémy a procesy**
Název tématu: **Návrh systému balících pracovišť**
Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce je analýza stávajícího stavu způsobu balení sestav hotových skleněných výrobků a navržení vhodného řešení pro jeho optimalizaci. Při zpracování diplomové práce je vhodné využít standardní postup zpracování projektů a nástroje pro analýzy a zlepšování procesů.

1. Seznámit se s úvodem do problematiky štihlé výroby a projektování výrobních systémů (např. trendy v oblasti výrobních systémů, lean techniky,..., zásady navrhování informačních a materiálových toků).
2. Analyzovat současný stav pracoviště balení.
3. Navrhnout optimalizaci pracoviště balení.
4. Vyhodnotit návrhy, porovnat se současným stavem.
5. Závěr a vyhodnocení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**

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

Seznam odborné literatury:

- [1] ZELENKA, A. a M. KRÁL. Projektování výrobních systémů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 8001013022.
- [2] SIXTA, J. a V. MAČÁT. Logistika. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [3] TUČEK, D. a R. BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [4] DANĚK, J. a M. PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Koblasa, Ph.D.

Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání diplomové práce: **15. listopadu 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2019**

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan



Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2017

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 18.5.2018

Podpis: *Sojka*

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Františkovi Koblasovi, PhD., za jeho trpělivost a vlídný přístup. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Haně Šťastné, za její pomoc a pozitivní přístup při spolupráci.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací pracoviště balení v zakázkové výrobě. Obsahem práce je seznámení čtenáře se zlepšovateľským cyklem řízení projektu DMAIC, s filosofií Lean a jejími základními nástroji. V další části, práce popisuje průběh zlepšovateľského projektu, jehož součástí je definování cílů, tvorba procesních map či měření časových snímků. V části analýzy jsou naměřená data analyzována se snahou odhalit v procesech na pracovišti plýtvání a následně navrhnout nápravná opatření pro jeho odstranění či redukci. Hlavním výstupem práce jsou z analýzy vyplývající návrhy nového rozložení pracoviště, jejich porovnání a výběr nejvhodnějšího návrhu. V závěru práce je popsán počátek průběhu realizace projektu.

Klíčová slova

Lean, DMAIC, optimalizace, časový snímek dne, re-layout.

Abstract

This thesis deals with optimization of packing hall in custom production. The thesis includes familiarization with the DMAIC improvement cycle, the Lean philosophy and with basic Lean's tools. In the next part is description of the course of the improvement project, part of which is defining of goals, creating of flowcharts and time audits. In the Analyze part are collected data analyzed with the focus on detection and determination or reduction of waste in processes. The main output of thesis are proposals of new layout of packing hall which are compared together and then the best proposal is chosen. In the final part of the thesis, initial works on realization of this project are described.

Key words

Lean, DMAIC, optimization, time audit of workday, re-layout.

Obsah

Seznam zkratk	9
1 ÚVOD	10
1.1 Cíl práce	10
2 TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1 DMAIC	11
2.1.1 D – Define (Definice)	11
2.1.2 M – Measure (Měření)	12
2.1.3 A – Analyze (Analýza)	13
2.1.4 I – Improve (Zlepšování)	13
2.1.5 C – Control (Řízení, standardizace)	14
2.2 Lean	14
2.2.1 Plýtvání	16
2.2.2 Hodnotová analýza	18
2.2.3 Mapování procesů	19
2.3 Využívané nástroje a metody	21
2.3.1 Časový snímek pracovního dne	21
2.3.2 Paretova analýza	21
2.3.3 ABC analýza	23
2.3.4 Spaghetti diagram	24
2.3.5 Sankey diagram	26
2.3.6 SIPOC	26
2.3.7 Fullerova metoda	26
3 PRAKTICKÁ ČÁST	27
3.2 Definice	28
3.2.1 Definování cílů	28
3.2.2 Tým	28
3.2.3 Rozvržení projektu	28
3.2.4 Definice – shrnutí	29
3.3 Měření	29
3.3.1 Seznámení se s pracovištěm a procesem	30
3.3.2 SIPOC	32
3.3.2 Procesní mapy	32
3.3.3 Časové snímky pracovního dne	36

3.3.4 Odhalené nedostatky	37
3.3.5 Evidence přepravních jednotek montáž – balírna.....	39
3.3.6 Sběr dat ze SAP	40
3.3.7 Měření – shrnutí	40
3.4 Analýza	40
3.4.1 Hodnotová analýza procesu.....	41
3.4.2 Vyhodnocení časových snímků	43
3.4.3 Intenzita přechodů mezi pracovišti.....	47
3.4.4 Zobrazení materiálových toků	50
3.4.5 Vyhodnocení evidence přepravních jednotek montáž – balírna.....	52
3.4.6 Analýza SAP dat – obalové a probalové materiály	54
3.4.7 Analýza SAP dat – ležáci ve skladu S212.....	58
3.4.8 Analýza – shrnutí.....	60
3.5 Zlepšení, nápravná opatření	60
3.5.1 Návrhy nápravných opatření	61
3.5.2 návrhy nového layoutu	63
3.5.3 porovnání variant layoutů.....	70
4 REALIZACE	74
4.1 Harmonogram	74
4.2 Průběh realizace	74
5 ZÁVĚR	77
Použitá literatura	79
Seznam obrázků.....	83
Seznam tabulek.....	84
Seznam grafů	84

Seznam zkratek

CKS:	centrální kompletační sklad
DMAIC:	z anglického: <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i> – definuj, měř, analyzuj, zlepší, říd' – nástroj řízení zlepšovateľských projektů
FMEA:	z anglického: <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> – analýza možného výskytu a vlivu vad
MTZ:	materiálně technické zásobování (tj.: oddělení nákupu)
NVA:	z anglického: <i>Non-Value Adding Activity</i> – hodnotu nepřidávající aktivita
SAP:	podnikový softwarový ERP systém, tedy podnikový informační systém
SHV:	sklad hotových výrobků
SIPOC:	z anglického: <i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i> – dodavatel, vstup, proces, výstup, a zákazník
VA:	z anglického: <i>Value Adding Activity</i> – hodnotu přidávající aktivita
VE:	z anglického: <i>Value Enabling Activity</i> – hodnotu umožňující aktivita
VOB:	z anglického: <i>voice of business</i> – hlas byznysu neboli podniku
VOC:	z anglického: <i>voice of customer</i> – hlas zákazníka
VOE:	z anglického: <i>voice of employee</i> – hlas zaměstnance
VOP:	z anglického: <i>voice of process</i> – hlas procesu

1 ÚVOD

Pokud chce výrobní společnost uspět na poli současného trhu a udržet si konkurenceschopnost, je nutné neustále zlepšovat všechny procesy v organizaci. Ať už se jedná o odhalování a odstraňování plýtvání, nebo přechod na jinou technologii. Organizace se musejí neustále přizpůsobovat stále dynamičtějším požadavkům zákazníků. V tomto případě jim může pomoci filosofie *Lean*, jež vede odstraňováním nepotřebných částí k zeštíhlení procesu na minimum. Snaha výrobních podniků odstraňovat plýtvání, zeštíhlovat výrobu a kustomalizovat výrobky je stále častější a větší, *Lean* se tak stává trendem, nebo až běžnou a nezbytnou součástí organizace. Zavádění a používání nástrojů *Lean* je tedy již nutností k přežití na poli široké a neúprosné konkurence.

Požadavek společnosti, ve které byla tato práce uskutečněna, byl takový, aby v této práci nebyl uváděn její název, jelikož to je v rozporu s politikou společnosti. Proto byl název firmy změněn na *QQQQQ*. Z těchto důvodů zde nejsou uváděny ani přesné typy výrobků ani jména pracovníků společnosti. Tato opatření zabraňují uniku informací z již zmíněné společnosti. Všechny uváděné hodnoty tak mohou být změněny úpravnými koeficienty.

1.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zanalyzovat procesy a pracoviště balírny ve společnosti *QQQQQ*. Na základě analýzy pak navrhnout nápravná opatření, která odstraní plýtvání, sníží časy práce nebo zkrátí vzdálenosti přechodů. Současně se jedná o nalezení dílčích vylepšení na pracovišti, ať už z hlediska optimalizace procesu, tak zpohodlnění pracovní činnosti jako je například ergonomie práce a podobně.

Hlavním cílem práce je tedy snížení času aktivit v procesu způsobující plýtvání. Jinými slovy, odstranění či redukce aktivit, které z pohledu zákazníka, procesu nepřidávají hodnotu.

2 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část této práce je zaměřena na seznámení čtenáře s metodikami použitými při praktickém řešení projektu popsáném v této práci. Dále jsou zde vysvětleny základní pojmy související s metodami a projektem.

Většina nástrojů a metod použitých při řešení popisovaného projektu je zaměřena na odstraňování plýtvání, zrychlení procesu a usnadnění výkonu práce. Níže zmíněné nástroje vycházejí z metodiky *Lean* – tedy štíhlé výroby. Ačkoli se nejedná o projekt typu *Six Sigma*, ale jde spíše o zlepšovatelský projekt typu *Lean*, pro řízení projektu byla použita metodologie *DMAIC*. Bylo tak rozhodnuto, protože jasně a jednoduše udává směr a postup vypracovávaného projektu.

V praktické části, zabývající se zlepšovatelským projektem jsou hlavními použitými nástroji: časové snímky pracovního dne, tvorba Spaghetti diagramů, a Paretova analýza. Všechny nástroje jsou použity za účelem odhalení slabých míst, plýtvání v procesu, případně pro následný návrh nového rozložení celého pracoviště.

2.1 DMAIC

DMAIC je akronym anglických slov *define, measure, analyze, improve a control*. Neboli v překladu: definuj, měř, analyzuj, zlepší a řiď [2]. Těchto pět kroků je nejčastěji používaným cyklem pro řízení projektů *Six Sigma* [2, 1].

Metodika *Six Sigma* hledá a eliminuje příčiny defektů a omylů v procesech tím, že se zaměřuje na kritické výstupy z procesů z pohledu zákazníka. Přičemž zákazník může být jak externí, tak interní [4].

Cyklus DMAIC je prokazatelně ověřený přístup k řešení problémů. Fáze *define, measure, analyze, improve a control*, udávají jasnou strategii pro rozvrhnutí a řízení zlepšovatelských projektů. DMAIC stojí na základě tří principů. Za prvé se soustředí na výsledky opírající se o data, fakta a měření. Za druhé udává projektovou strukturu. A za třetí spojuje a kombinuje nástroje a úkoly dle výstupů, měnících se v jednotlivých částech projektu. [4]

2.1.1 D – Define (Definice)

Fáze definice je první částí cyklu DMAIC, začínáme zde identifikovat příležitosti ke zlepšení, ujasňujeme si zaměření projektu, definujeme cíle a rozsah projektu. Zjišťujeme zásadní výstupy procesu, jeho zákazníky a sestavujeme realizační tým. [4, 1, 3]

Definice problému

Hledáme a definujeme problém, jež chceme opravit [2]. Problém může být chápán také jako příležitost ke zlepšení. Jedním z nejvhodnějších způsobů, jak problém zjistit je naslouchání hlasu zákazníka (VOC – *voice of customer*). Dále můžeme naslouchat hlasu procesu (VOP – *voice of process*), hlasu podniku (VOB – *voice of business*), případně hlasu pracovníka neboli zaměstnance (VOE – *voice of employee*). Hlas zákazníka (VOC) vychází z potřeb a požadavků zákazníků, ti mohou být externí i interní. Hlas podniku (VOB) udává finanční stránky, informace a data o financích. Hlas procesu (VOP) představuje jak dobře nebo špatně si proces vede ve vztahu k VOB a VOC. Hlas zaměstnance (VOE) reprezentuje lidi, pracovníky, kteří v procesu pracují, tedy udává jejich potřeby a požadavky. [4]

K nalezení klíčového místa v procesu je vhodné se na proces podívat z nadhledu, například pomocí základní procesní mapy. [2]

Důležité je pak rozhodnout, zda má definovaný problém veliký dopad a je tedy prioritou k řešení. [2]

Definice cíle

Cíl by měl být odrazem vydefinovaného problému, například pokud je problémem vysoké procento zmetkovitosti, cílem by mělo být snížení zmetkovitosti na dosažitelné procento. [2] Je nutné, aby definovaný cíl byl měřitelný, časově ohraničitelný a dosažitelný. [2]

Další definice

Mimo jiné se definuje tým, je zapotřebí mít podporu od vedení, zvolit správného lídra a sestavit multioborový tým. K tomu také patří vydefinování a přidělení úkolů členům týmu, přiřazení zodpovědností a určení časových milníků projektu pro jednotlivé fáze DMAIC, či pro dílčí úkoly. [1, 2, 3]

2.1.2 M – Measure (Měření)

Tato fáze představuje detailní mapování procesu a operací v něm [3]. Ve fázi měření se provádí sběr dat a měří se aktuální výkonost procesu [4].

Základem je určit měřicí techniky odpovídající současnému stavu procesu [1]. Následuje vytvoření plánu pro sběr dat, určení, kde a kdy budou data měřena, popřípadě odkud a jakým způsobem budou data sbírána [2]. Data se sbírají z různých zdrojů a různými metodami [1].

Při měření je nutné určení začátku procesu, následuje hledání stop pro porozumění kořenových příčin chyb v procesu. Pozoruje se, co by mohlo způsobovat problém, to je důvod proč se data sbírají. Smyslem je odhalit důvod, či kořenovou příčinu plýtvání nebo chyb vznikajících v procesu. [2]

Důležitou částí ve fázi měření je také ověření spolehlivosti dat, takzvaná validace systému měření. [2, 1]

2.1.3 A – Analyze (Analýza)

Cílem fáze analyzování je identifikování příčin problémů, a určení příčin, které mají na problém největší vliv. [1, 2, 3, 4]

Po sběru dat je nutné zobrazit data v přehledné formě. Toho docílíme uspořádáním dat do tabulek a grafů. Díky tomu jsou data vizualizována a usnadní nám to odhalení příčin problémů [2, 4]. Pro hledání příčin se používají metody jako je *brainstorming*, *Pareto analýza*, *Ishikawa diagram*, *FMEA*, *5x proč* a další. Díky této analýze odhalíme místa, kde dochází k plýtvání [1, 2].

Ve fázi analýzy dochází k hlubšímu prozkoumání procesu. Po vytvoření a ověření detailních procesních map ve fázi měření, mohou být v mapě vyznačena kritická místa. Ke každému kroku v procesu pak přiřazujeme hodnotu podle procesní analýzy. Procesní analýza může být časová, hodnotová nebo mapování hodnotového toku. Časová analýza se zaměřuje na čas spotřebováváný při práci a čas strávený čekáním. Analýza přidávající hodnoty sleduje proces očima zákazníka, a určuje za co je ochoten zaplatit. Mapování hodnotového toku kombinuje data z procesu a hodnotovou analýzu, výsledek udává místa, kde je možné odstranit plýtvání. [2]

Během analýzy můžeme odhalit příčiny, jejíž aktuální řešení může být aplikováno přímo, bez dalších analýz. Těmto případům se říká rychlé výhry (*quick wins*). [2]

Před posunem do další fáze je nutné ověřit, zda jsou nalezené příčiny problémů opravdovými příčinami [2].

2.1.4 I – Improve (Zlepšování)

Ve fázi zlepšování se odstraňují příčiny problémů a zavádějí se opatření pro zlepšení procesu [1, 4].

Na základě výsledků z analyzovaných dat se tým snaží vygenerovat nápady, na řešení problému a zlepšení procesu [1, 2]. Návrhy jsou často sbírány během průběhu celého projektu, nicméně strukturovaný přístup a pohled na věc po pochopení problému na základě zanalyzovaných dat nám většinou nabídne mnohem více inovativní a elegantní řešení. Další řešení můžeme získat například pomocí *brainstormingu*.

Vygenerované návrhy se následně testují a simulují, aby se vybralo nejlepší řešení. Výběr jednoho či několika řešení z mnoha návrhů může být komplikované. Můžeme si to usnadnit porovnávacími metodami, jako je například rozhodování na základě vícekritériální matice. [1, 2]

Pro vybrané varianty ne například vytvoří nové procesní mapy, ty usnadní výběr nejlepšího řešení. Další využití můžeme nalézt při usnadnění orientace v nově upraveném procesu pro zaměstnance. [2]

Potom, co byl vybrán optimální návrh se začne plánovat implementace tohoto řešení. Pro úspěšné zavedení je nutné důkladné plánování, nesmí se opomenout na logistiku, zaškolení zaměstnanců, změny v dokumentaci a komunikaci. Obecně platí, že čím delší plánování, tím rychlejší je realizace. [2, 1]

Po realizaci je vhodné vylepšený proces opětovně přeměřit a posoudit, zda opravdu došlo k úplnému zavedení, zda je problém odstraněn či jeho důsledek omezen a o kolik. [2]

2.1.5 C – Control (Řízení, standardizace)

Fáze řízení nastavuje monitorování a řízení procesu tak, aby se udržely dosažené přínosy projektu, a zabránilo se budoucím chybám. [1, 2, 3, 4]

Nejprve se vytvářejí záznamy výsledků a dosažených zlepšení. V rámci toho lze zaznamenat doporučení pro další postupy. Na projekt je nutno nahlížet pomocí *lean* přístupu. I na právě vylepšeném procesu je vždy co vylepšovat a proces neustálého zlepšování nikdy nekončí. [1, 4, 2]

Pro udržení dosažených přínosů je nutné zavést správný systém řízení a monitorování procesu [1, 2]. Cílem řízení je vylepšený proces standardizovat [1].

V rámci předávání procesu zpět jeho majiteli je nutné vytvoření nové dokumentace. Procesní mapy, checklisty, návodky a další. Čím důkladněji jsou dokumenty vypracovány, tím snadněji se lidé adoptují na nový proces. [2, 1]

Další možností je výsledky a vědomosti získané projektem přenést na jiný proces v organizaci. To může být proces identický nebo velice podobný. [2]

Na závěr je nutné pochválit členy týmu za dobrou práci a oslavit výsledky. Čím více se úspěchy projektu šíří organizací, tím snadněji se realizují další projekty. [2]

2.2 Lean

Lean, lean manufacturing či *lean thinking* je metoda řízení, někdy označována také jako filosofie, jež se zaměřuje na trvalé zlepšování celé organizace. Toho dosahuje především odstraňováním a redukováním plýtvání, jinak řečeného *muda*. [5, 6, 7, 8]

Lean znamená štíhlý, to proto, že nám ukazuje směr, jak dělat více pomocí méně – méně úsilí, méně času, méně vybavení, méně prostoru, a přitom se stále více přibližovat přesným požadavkům zákazníka. Lean studuje toky v organizaci ve třech oblastech, těmi jsou materiál, informace a lidé. [5, 6]

Implementace Lean spočívá v dodržování pěti principů: specifikace hodnoty (*value*), identifikace hodnotového toku (*value stream*), průtok (*flow*), tah (*pull*) a bezchybnost neboli dokonalost (*perfection*). [5, 6]

Hodnota (*value*)

Specifikace hodnoty znamená definovat hodnotu podle zákazníka. Určení toho, co zákazník chce. Správná specifikace hodnoty je klíčovým a prvním krokem *lean thinking*. Pokud budeme vyrábět správným způsobem, ale špatný produkt, dopouštíme se opět plýtvání. [5, 6]

Hodnotový tok (*value stream*)

Hodnotový tok je soubor všech operací potřebných pro vytvoření produktu. Operace se dělí do tří kategorií. Ty, které vytvářejí hodnotu dle zákazníka. Ty, které hodnotu nevytvářejí, ale jsou nutné k vytvoření produktu, proto je prozatím nemůžeme odstranit. A nakonec operace, které nevytvářejí hodnotu a ani nejsou potřebné, takové mohou být ihned odstraněny. [5, 6]

Nesmíme opomenout zabývat se mapováním ve třech částech organizace, těmi jsou materiál, informace a lidé. Předvýrobní část, kde se řeší produkční problémy (*problém-solving task*), probíhající od konceptu přes návrh designu, konstrukci a technologické postupy až po spuštění výroby. Další je informační tok, neboli řízení informací (*information management task*), který probíhá od objednávky přes plánování až po doručení. Posledním je tok materiálu, tedy řešení fyzické transformace (*physical transformation task*), ten začíná surovým materiálem a končí hotovým produktem v rukou zákazníka. Pomocí vizualizace procesu dojde k rychlému odhalení příležitostí k redukci *muda* – plýtvání. [5, 2, 6]

Průtok (*flow*)

Cílem *flow thinking* je odstranit překážky a zastávky v celém produkčním procesu. Při dávkové výrobě se produkty zastavují a musejí čekat. Klíčovou technikou tedy je snižování výrobních dávek na minimum. Zrušení formy řízení po odděleních a přechod k produktovým týmům. Tím se průtok produktů výrobou rapidně zrychlí. [5, 6]

Věci fungují lépe, pokud se zaměříme na produkt a jeho potřeby, ne na organizaci a vybavení, tím docílíme kontinuálního průtoku. [5]

Tah (*pull*)

Systém tahu zjednodušeně znamená, že nikdo nezačne vyrábět, dokud o to nezažádá zákazník. Tedy řídit se zákazníkem, vytvářet design, plánovat a celkově dělat to co přesně zákazník chce (*value* – hodnota) v čas kdy to přesně chce. To znamená, že necháváme zákazníka táhnout za proces, což je lepší než produkty zákazníkům tlačit, když o ně často ani nestojí. Systém tahu můžeme mimo jiné implementovat například pomocí *Kanban* karet. [5, 6]

Dokonalost (perfection)

Bezchybnost nebo dokonalost je neustálé sledování a snaha dosažení dokonalého procesu [2]. Po implementaci všech předchozích principů zjistíme, že je možné neustále snižovat úsilí, čas, prostor, peníze, omyly, zatímco nabízíme produkty, které jsou blíže a blíže představám zákazníka. Předešlé čtyři principy jsou totiž provázané, vzájemně se doplňují a pomáhají si. Například zrychlením průtoku odhalíme další plýtvání, které může být odstraněno. [1]

Pokud sníme o dokonalosti, může to být užitečné. Pomůže nám to dosáhnout na cíle, na které bychom jinak ani nepomysleli. [1]

V lean se odstraňování *muda* – plýtvání může dosahovat dvěma způsoby. Prvním je *Kaikaku* – radikální zlepšení, což může být velký zlepšovací projekt. Druhým je *Kaizen* – neustálé zlepšování. Pokud zkombinujeme *kaikaku* a *kaizen*, můžeme dosáhnout nekonečného zlepšování [5]

2.2.1 Plýtvání

Plýtváním je obecně vše, co produktu zvyšuje náklady bez přidávání jeho hodnoty pro zákazníka. Jinak řečeno ztrátou je vše, co nezvyšuje hodnotu výrobku. Nebo že ztracený čas je čas, který není využit k přeměně materiálu na finální výrobek. [11]

Taiicho Ohno původně definoval základních sedm typů plýtvání, a těmi jsou nadvýroba, čekání, zbytečné přemísťování, nadměrné zpracování, nadbytečné zásoby, zbytečné pohyby a vady. Později byl mezi základní typy plýtvání přidán typ osmý, a tím je nevyužitý lidský potenciál. Těchto osm typů plýtvání je označováno jako *muda*. [9, 10, 11]

8 typů plýtvání:

Nadvýroba (*overproduction*)

Do nadvýroby spadá vyrábění položek, které nebyly objednány. Je to nejzávažnější typ plýtvání, protože způsobuje nejvíce dalšího plýtvání. Vyráběním více položek, než zákazník chce, nutně vede k tvorbě nadbytečných zásob a s tím spojených ztrátových nákladů v podobě nákladů na skladování, dopravu, ale i ztrát v podobě přezaměstnanosti. [9]

Čekání (*waiting*)

Plýtvání ve formě čekání jsou například pracovníci dohlízející na automatizované stroje. Nebo to mohou být pracovníci, kteří čekají na další krok v procesu, na nástroj, na součást a podobně. Další možností jsou prostoje kdy pracovník nemá nic k práci v důsledku poruch, vyčerpaných zásob, a jiných příčin. [9]

Doprava nebo přemísťování, která nejsou nezbytná (*transport*)

To může být přeprava dílů, materiálů, nebo hotových produktů mezi kroky procesu, sklady a podobně. Toto plýtvání je způsobováno rozložením procesu ve velké vzdálenosti. [9]

Nadměrné či nepřesné zpracování (*overprocessing*)

Nejčastěji to bývá dělání zbytečných kroků při zpracování výrobku. Dále to je způsobováno špatným zpracováním, vinou nesprávných nástrojů, nebo konstrukčního řešení, to má za následek zbytečné pohyby a může způsobovat chyby. Ztráty, ale vznikají i v případech, kdy se vyrábějí produkty vyšší jakosti, než je požadováno. [9]

Nadbytečné zásoby (*inventory*)

Nadbytečné zásoby jsou zásoby surovin, polotovarů, rozpracované výroby nebo hotových produktů. Tyto zásoby pak mají za následek prodloužené průběhové doby, stárnutí výrobků či materiálů, poškození zboží, nebo vznikají náklady na dopravu a skladování. Nadbytečné zásoby také často zakrývají nevyváženost výroby, zpožděné zásilky od dodavatelů, vady, dlouhé seřizovací časy a prostoje zařízení. [9]

Zbytečné pohyby (*motion*)

Zbytečnými pohyby jsou například hledání nástrojů či dílů, přeskládávání, urovnávání, nebo natahování se pro ně. Další ztrátou může být zbytečná chůze. [9]

Vady (*defects*)

Pod toto plýtvání spadá výroba špatných dílů nebo jejich oprava. Mimo jiné sem patří i kontrola a dohled, ty představují ztrátovou manipulaci, zbytečné úsilí a ztrátové časy. [9]

Nevyužitá tvořivost zaměstnanců (*employee skills and creativity*)

Nezájem či nenaslouchání zaměstnancům. Tím lze přijít především o jejich nápady, dovednosti, tipy na zlepšení a příležitosti k učení. [9, 10]

Další typy plýtvání

Mezi další typy plýtvání může patřit i například nadměrná administrativa, nevyužitá tržní příležitost, nevhodný informační systém či nejasná strategie. [10]

Eliminace plýtvání

Nejnebezpečnějším typem plýtvání je to, které nedokážeme odhalit [12]. Proto je při eliminaci plýtvání nutné ho nejprve identifikovat. K tomu slouží řada nástrojů jako jsou například *časový snímek dne*, *špagetový diagram*, *value stream mapping*, a další. K zjištěným nedostatkům, které způsobují plýtvání je potřebné stanovit nápravná opatření. Nápravná opatření pak můžeme dělit dle náročnosti zavádění na dlouhodobá, krátkodobá a blesková. Přičemž blesková mohou být zavedena okamžitě. [11]

3M (*Muda, Muri, Mura*)

Pokud se mluví o eliminaci plýtvání zaměřujeme se na *muda*. Ale zbylé dvě „M” jsou stejně důležitá k vytváření štíhlého (*lean*) systému. Ve skutečnosti zaměřování se pouze na 8 typů plýtvání *muda* může zhoršit produktivitu lidí v produkčním systému. [9]

MUDA – hodnotu nepřidávající činnosti

Nejznámější „M” obsahuje 8 typů plýtvání. Jsou to aktivity plné plýtvání, které prodlužují výrobní čas, způsobují pohyby navíc, vytvářejí přebytečné zásoby nebo jiné typy plýtvání. [9]

MURI – přetěžování lidí nebo vybavení

Muri spočívá v respektu, přistupuje k *muda* z druhé strany. *Muri* se snaží udržet stroje a lidi v přirozených limitech. Přetěžování lidí způsobuje problémy v bezpečnosti a kvalitě. Přetěžování strojů a nástrojů způsobuje výpadky a defekty. [9]

MURA – nestejnoměrnost výroby

Mura vychází z předchozích dvou „M“. V normálních systémech bývají období, kdy je práce tolik, že stroje ani lidé nestíhají, jindy je zase práce málo. Nestejnoměrnost vyplývá z nepravidelného plánu produkce, nebo z kolísajících výrobních objemů, to mohou způsobovat prostoje, chybějící části nebo vady. *Muda* bude výsledkem *mura*. Nestejnoměrnost v produkci znamená že bude nutné mít po ruce vybavení, materiál a lidi pro nejvyšší možný stupeň produkce, i když jsou průměrné požadavky o mnoho nižší. [9]

Nejčastějším přístupem k implementaci *lean* je zaměření se na *muda* – plýtvání, protože je nejsnazší jej identifikovat a eliminovat. Na co ale mnoho organizací zapomíná je mnohem obtížnější proces, a to stabilizace systému a vytvoření vyrovnaného a vybalancovaného toku práce. To je podle Toyoty koncept *Heijunka*. Pro dosažení *Heijunka*, je nezbytné odstranit *mura*, které je nezbytné pro odstranění *muri* a *muda*. [9]

2.2.2 Hodnotová analýza

Hlavní otázkou je, co zákazník od tohoto procesu chce? Zákazníkem může být zákazník externí, nebo zákazník interní, který dělá na dalším kroku v produkčním procesu. Tato otázka definuje Hodnotu. Pokud se zaměříme na proces pohledem zákazníka, můžeme oddělit aktivity tvořící hodnotu a ty, které hodnotu nevytváří. [9]

Lean je princip kde se snažíme v produkčním procesu redukovat čas a eliminovat plýtvání pro přidání více aktivit přidávajících hodnotu výrobku do celého procesu. Womack a Jones definovali plýtvání, jako jakoukoli aktivitu, která nepřidává hodnotu produktu podle zákazníka. Základním dělením všech aktivit je na aktivity přidávající hodnotu (VA – *Value Adding Activity*) a aktivity nepřidávající hodnotu (NVA – *Non-Value Adding Activity*). Nicméně některé NVA aktivity jsou nutné k dokončení potřebných požadavků. Tyto aktivity se pak označují jako aktivity nepřidávající hodnotu, ale nutné, nebo hodnotu umožňující (VE – *Value Enabling Activity*). [13, 14]

Hodnotová analýza zahrnuje posouzení každého kroku v procesu očima zákazníka. Při tomto přezkoumávání se rozhoduje, zda je daný krok aktivita přidávající hodnotu (VA – *Value adding Activity*), aktivita nepřidávající hodnotu (NVA – *Non-Value Adding Activity*), nebo aktivita umožňující hodnotu (VE – *Value Enabling Activity*). [14]

Klíčem k vylepšení účinnosti a účelnosti procesu je odhalení a redukce kroků, které v očích zákazníka nepřidávají hodnotu. Tedy odstraňování kroků nepřidávajících hodnotu (NVA) a kroků umožňujících hodnotu (VE). [14]

Hodnotu přidávající aktivity (VA)

Aktivity přidávající hodnotu musejí splňovat tři kritéria. Prvním kritériem je, že krok v procesu nějak transformuje produkt kupředu k dokončení. Jinak řečeno, aktivita mění něco na výrobku. Druhým kritériem je, že krok v postupu musí být dělán poprvé, nesmí to být přepracovávání nebo oprava. Posledním kritériem je, že zákazník chce, aby byl tento krok v procesu dokončen, respektive je ochoten za tuto aktivitu zaplatit. [14]

Hodnotu nepřidávající aktivity (NVA)

Aktivitami nepřidávajícími hodnotu bývají kontroly, předělávky, přemísťování, transport a všechny typy plýtvání. [14]

Hodnotu umožňující aktivity (VE)

Aktivity, které umožňují vytváření hodnoty. Z pohledu zákazníka jsou to aktivity nepřidávající hodnotu (NVA), ale musejí být dodrženy v rámci regulací a dodržování předpisů. Nebo to mohou být aktivity podporující či potřebné k našemu podnikání. Vykonáním těchto aktivit bude umožněno vykonání jiných VA aktivit později [15]. Tyto aktivity bývají také označovány jako hodnotu nepřidávající ale nutné (*Non-Value Added but Necessary*), hodnotu nepřidávající ale požadované (*Non-Value Added but Required*), pro byznys přidávající aktivity (*Business Value Add*) nebo aktivity nezbytné, ale nepřidávající hodnotu (ENVA – *Essential Non-Value Added*). [14, 13]

2.2.3 Mapování procesů

K pochopení procesu je vhodné si proces rozdělit na elementární části, toho můžeme docílit tvorbou procesní mapy. [16]

Mapování procesu spočívá v odpovídání na otázky jako, co se přesně v procesu děje, kdo je za co zodpovědný, a co je standardem, podle kterého bychom měli posuzovat úspěšnost procesu [18]. Toto mapování pomáhá vizualizovat a oddělovat aktivity přidávající hodnotu od aktivit hodnotu nepřidávající. Dále také izolovat schované plýtvání [3]. Nejčastějšími nástroji mapování procesů jsou vývojové diagramy a procesní mapy [16].

Vývojové diagramy

Vývojové diagramy zobrazují sled operací v procesu. Graficky zobrazují proces pomocí elementů – symbolů, ty mohou být klasifikovány jako činnost, rozhodnutí a další. [16, 17]

Procesní mapy

Procesní mapy také zobrazují sled operací, ale mimo jiné mohou obsahovat další poznámky jako jsou jiné vstupy, výstupy, řízení elementu a zdroje. [16]

Přínosy

Přínosů mapování procesu ať už pomocí diagramu nebo komplexní mapy je mnoho, hlavním cílem je však zjistit jaký proces opravdu je, jaké kroky obsahuje, a co se vněm kde děje.

Dalšími přínosy mohou být:

- pomoc při zapracování nových pracovníků
- názorná prezentace procesu ostatním v organizaci
- odhalení spojitostí v systému mezi pracovníky, procesy, odděleními
- identifikace aktivit přidávajících hodnotu (VA) a hodnotu nepřidávající (NVA), s tím spojeného plýtvání.
- identifikace příležitostí ke zlepšení
- odhalení zbytečných kroků v procesu
- identifikace slabých míst v procesu

a další...

[16, 17, 18]

Úrovně procesních map

Procesní mapy mohou být tvořeny v různých úrovních. Volba úrovně záleží na tom, pro koho se mapa tvoří. První úroveň může být například úplně hrubá mapa se základními body procesu. Druhá úroveň už může podrobněji popisovat jednotlivé kroky z první úrovně. Počet úrovní není nijak omezen. [16]

Makro procesní mapa je vhodná například pro řešení strategie, ale ne moc vhodná pro pochopení celého procesu. Pro účely procesní analýzy a pro zlepšování procesů je vhodnější zpracovat detailnější mapy a diagramy. [17]

2.3 Využívané nástroje a metody

V této kapitole jsou popsány hlavní nástroje použité v projektu, jímž se tato práce zabývá.

2.3.1 Časový snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne spadá pod časové studie, jež jsou nástrojem průmyslového inženýrství. Obecně spadají do kategorie měření práce, lze je však využít i jako podklad pro zlepšování procesů. Po analýze výsledků zjistíme činnosti nevytvářející hodnotu. [19]

Časový snímek pracovního dne je nepřetržité pozorování a zaznamenávání spotřeby času. Lze ho provádět pro jednotlivce, skupiny ale i pro stroje. [19, 20, 21]

Hlavní výhodou tvorby snímku, je detailně popsání průběh pracovního dne, a tedy i detailně popsání úsek procesu. Nevýhodou je časová náročnost a psychické zatížení pozorovaného, ale i pozorovatele. [19]

Postup

Postup tvorby snímku pracovního dne by se mohl rozdělit na tři části, těmi jsou příprava, měření a vyhodnocení. V přípravné části jde především o výběr pracoviště, pracovníka, vymezení stanovených procesů, určení počtu snímků, ale i příprava formulářů a podobně. V části měření je vhodné se nejprve seznámit s pracovištěm a se samotným procesem, následuje vlastní měření, kdy se zaznamenávají veškeré aktivity do připraveného formuláře. Vyhodnocení dat spočívá v rozdělení úkonů a aktivit do kategorií a jejich následnou sumarizaci určení spotřeb časů. [19, 20, 21]

Časové snímky dne se používají pro odhalení plýtvání, zvýšení jakosti výroby, mapování procesů, re-layout pracoviště, tvorbu Spaghetti diagramu, analýzu využití stroje, a mnoho dalšího. [19]

2.3.2 Paretova analýza

Paretův princip

Podle Paretova principu, je v jakékoli skupině prvků způsobující nějaký efekt, relativně malé množství členů, které způsobují většinu efektu [12]. Paretoův princip je používán jako metoda pro rozhodování, případně řízení. [22, 23]

Manažeři plánují, organizují, vedou týmy a vykonávají mnoho dalších činností především tak, že provádějí nějaká rozhodnutí. Účinnost a účelnost těchto rozhodnutí pak určuje úspěšnost manažera. Kvůli časové tísní se často stává, že jsou manažeři nuceni rozhodovat se velice rychle, a to pouze na základě první nebo nejjasnější odpovědi. Přitom rychlé ale neúspěšné rozhodnutí způsobuje ztráty, naopak efektivním rozhodnutím můžeme přinést profit. Řešitel by se tedy měl více zaměřovat na vyšetření problému, než udělat unáhlené rozhodnutí. [22]

Přesná definice problému ovlivňuje všechny další kroky v rozhodovacím procesu. Pokud je problém definován nepřesně, každý další krok procesu rozhodování bude vycházet za špatných počátečních dat, tím může růst pravděpodobnost špatného rozhodnutí. [22]

Vilfredo Pareto přišel se dvěma provázanými principy, Paretovo optimum (*Pareto optimality*) a princip 80:20. Paretovo optimum definuje optimální situaci, ze které je nemožné vylepšit užitek jednoho objektu, aniž by byl zhoršen užitek druhému objektu. To bylo popsáno pro dva konzumenty a pouze jeden zdroj zásobování s cílem vyrovnaného rozdělování. Pokud máme k rozdělení 20 jednotek, lze docílit vyrovnaného rozdělení pouze rozdělováním takto: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7, 8-8, 9-9, 10-10. Když dosáhneme rozdělení 10-10, jsou naše zdroje vyčerpány. Pokud bychom nyní chtěli jednomu z konzumentů přidat, vznikne rozdělení 11-9, či 9-11. Rozdělení 10-10 je tedy nazýváno Paretovým optimem. [22]

Z Paretova optima také vychází princip 80:20. Tento princip nachází uplatnění v mnoha aplikacích, a to především v oblasti jakosti. Paretův princip udává, že malý počet příčin v systému je zodpovědný za velké množství celkových následků. Těmto prvkům pak říkáme užitečná menšina (*vital few*) a zbylým zase triviální většina (*trivial many*). Obecně tedy Paretův princip říká, že 80 % výsledků je způsobeno 20 % příčin, odtud název 80:20. [23, 22]

Pro hlubší porozumění Paretova principu 80:20, si musíme ujasnit rozdíl mezi účinností a účelností. Účelnost (*effectiveness*) představuje rozsah jakým jsou plánované aktivity realizovány a plánované výsledky dosaženy. Jinými slovy, dělat správné věci, tedy produkování požadovaného užitku, účelu či efektu [24]. Účinnost (*efficiency*) neboli efektivita představuje vztah, mezi dosaženými výsledky a použitými zdroji. Můžeme říci, že účinnost je poměr mezi výstupy a vstupy činnosti nebo systému [25]. Není tedy důležité pouze dělat věci správně, ale je také důležité být si jist, že děláme správné věci. Paretův princip nám připomíná, že být zaměřen na 20 procent práce je důležité, a vede nás to k výrazným výsledkům. Jinými slovy není důležité pracovat tvrdě a chytře ale pracovat chytře na správných věcech. [22]

Příklady výskytu Paretova principu:

- organizace – 80 % práce je vykonáváno 20 % lidí, 20 % meetingů přinese 80 % užitečných myšlenek
- kvalita – 20 % defektů způsobuje 80 % všech problémů
- obchod – 80 % prodeje je od 20 % zákazníků
- sklady – 20 % položek zabírá 80 % skladového prostoru (*ABC analýza*)

[22]

Paretův diagram

Paretův diagram je typ sloupcového grafu, ve kterém jsou činitelé způsobující určitý důsledek seskupeny podle velikosti způsobeného důsledku. Toto seřazení pomáhá odhalit takzvanou podstatnou menšinu prvků (*vital few*) a triviální většinu (*trivial many*). Podstatná menšina jsou faktory, které způsobují největší pozornost, oproti tomu triviální většina jsou faktory, které je dobré znát, ale působí relativně malým efektem. [12] Grafické zobrazení hraje zásadní roli v porozumění a oddělení významného od nevýznamného. Vkládání položek v klesajícím pořadí dle četností usnadňuje rozeznat ty problémy, které mají největší důležitost, nebo ty příčiny, jež se objevují nejčastěji. Proto Paretův graf usnadňuje zlepšovatelským týmům soustředit své úsilí na aktivity, kde jsou jisté výsledky. [22]

Graf kombinuje individuální hodnoty reprezentovány v sestupném pořadí seřazenými sloupci a kumulativní hodnotu reprezentovanou konkávní křivkou. Je důležité zmínit, že poměr 80:20, není nutné striktně dodržovat. [22]

Paretova analýza nachází uplatnění v mnoha aplikacích, je však nutné provést správnou počáteční analýzu a pochopit problém. Pokud tak neučiníme, můžeme se dopustit špatné interpretace výsledků. V některých případech je totiž právě triviální většina to, čím bychom se měli zabývat. [22]

2.3.3 ABC analýza

ABC analýza vyplývá z Paretova principu. Slouží k rozdělení položek na tři kategorie, podle podílu z celkové hodnoty zvoleného parametru [26]. Tato analýza může být použita téměř ve všech oblastech správy materiálů [27]. Je to technika pro řízení zásob dle jejich parametrů [26]. Oddělujeme tím podstatné položky od položek nepodstatných [27]. Položky jsou kategorizovány do skupin A, B a C. Přičemž skupina A jsou položky, které nás zajímají, a skupina C jsou položky s nejnižší pozorností. [26]

Kategorie:

Kategorie A: významné položky – položky o nízkém počtu, ale s vysokou hodnotou parametru.

Kategorie B: méně významné položky – položky o středním počtu a se střední hodnotou parametru.

Kategorie C: nevýznamné položky – položky o vysokém počtu, ale s nízkou hodnotou parametru.

[26, 27, 28]

Analýzu ABC lze uplatnit k mnoha účelům. Lze pomoci ni analyzovat například počet a hodnotu pořizovaných materiálů, rozložení položek na skladu podle obrátkovosti, počet a hodnotu spotřebovávaných materiálů, počet a hodnotu stížností a další. [27, 28]

Tradičně, se při průběhu ABC analýzy jako hodnotící kritérium používá peněžní hodnota položek. V tomto přístupu jsou však v kategorii A jak položky s vysokou hodnotou, tak položky s vysokou poptávkou. Oproti tomu v kategorii C jsou položky s nízkou hodnotou i nízkou poptávkou. Nicméně narůstá počet výzkumů zabývajících se na to, proč se řídit pouze jedním parametrem, a to peněžní hodnotou. Bylo poukázáno, že i ostatní parametry neboli kritéria mohou být důležitá. Patří mezi ně například doba výroby či uskladnění, trvanlivost, opravitelnost, skladovatelnost, zastupitelnost, počet dodavatelů, způsob a cena dopravy, pravděpodobnost znehodnocení položky a další. [26]

Z toho důvodu bylo vyvinuto několik metod pro používání multikriteriální ABC analýzy. Tyto metody řeší problematiku více parametrů přístupy jako je například subjektivní hodnocení a určování váhy parametrů. K dosažení vah může být použita lineární optimalizace. Jiné metody zase kategorizují na základě analýzy za použití umělé inteligence a data-miningu. Dále se pak můžeme setkat s metodami kategorizujícími použitím tréninkových souborů nebo využívání konceptu ideálních a negativních ideálních řešení. [26]

2.3.4 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram neboli Špagetový diagram je metoda používaná k zobrazení pohybu prvků v systému. Je to část časových studií, jež spadají do metodik průmyslového inženýrství. Běžně používaný nástroj *Lean Six Sigma*. [8, 30, 31]

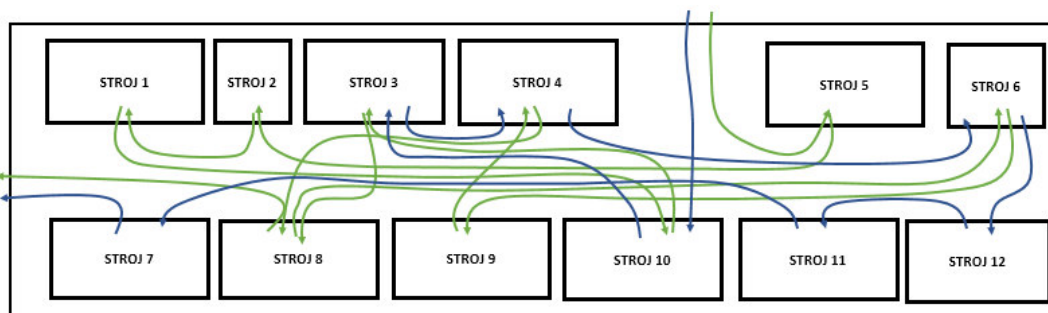
Diagramem lze zobrazovat pohyby lidí, dílů, materiálů či dokumentace, tyto toky jsou vyobrazeny pomocí čar, které opisují pohyb objektu daným systémem. Systémem je rozuměno prostředí, ve kterém se měřené objekty pohybují, může to být pracoviště, výrobní hala nebo část budovy. Čáry jsou tedy zakreslovány do plánu – layoutu daného pracoviště. Různými barvy se odlišují toky pohybů jednotlivých pracovníků či produktů. [29, 8, 30, 31]

Výsledky Špagetových diagramů slouží jako podklady pro zlepšování procesů [30]. Analýzou hotových diagramů mohou být určeny vzdálenosti přesunů, jejich počet, křížení toků a opakující se pasáže. Tím lze odhalit neefektivní pohyby a neefektivní prostory, ty lze eliminovat změnou pracovního postupu nebo uspořádání pracoviště. [8] Při analýze Špagetových diagramů se zaměřujeme na místa s velkou koncentrací čar – místa vypadající jako hromada zamotaných nudlí (odtud také název *Spaghetti diagram*). Dále se zaměřujeme na místa, kam se čáry opakovaně vracejí nebo se toky kříží. Obecně se snažíme odhalit místa, která jsou v rozporu se zásady navrhováním materiálových toků, to znamená, že toky by měly být: bez křížení, co nejkratší, respektive nejrychlejší, jednoznačné, jednosměrné, dostatečně dimenzované a plynulé. [31, 32]

Hlavním přínosem tvorby Špagetových diagramů je odhalení neefektivnosti a příležitostí ke zlepšení. [30]

Pro odstranění identifikované neefektivy a plýtvání lze navrhnout nové uspořádání pracoviště, tedy nový layout. Při jeho návrhu mohou být právě pohyby po pracovišti jedním z kritérií. [8] Do nových návrhů pracoviště je vhodné zakreslit čáry podle naměřeného diagramu a zaměřit se, zda jsou v navrhovaném layoutu všechny toky v pořádku. [31]

Špagetový diagram je snadné provádět při snímkování práce. Předpokladem je totiž zachycení skutečného pohybu, nesmí se brát ohledy na to, jak by toky měly být, nebo jak si lidé myslí, že toky jsou, ale nato, jaké jsou toky skutečně. [30, 8]



The diagram illustrates a multi-robot system with 11 robots, labeled STROJ 1 through STROJ 11, arranged in two rows. The top row contains STROJ 11, STROJ 12, STROJ 6, STROJ 8, STROJ 5, and STROJ 2. The bottom row contains STROJ 7, STROJ 9, STROJ 4, STROJ 3, STROJ 10, and STROJ 1. Blue arrows indicate movement paths, showing a sequence of movements starting from STROJ 11, moving to STROJ 7, then to STROJ 12, STROJ 6, STROJ 8, STROJ 4, STROJ 3, STROJ 10, and finally to STROJ 1. Green arrows indicate communication paths, showing a sequence of communications starting from STROJ 11, moving to STROJ 7, then to STROJ 12, STROJ 6, STROJ 8, STROJ 4, STROJ 3, STROJ 10, and finally to STROJ 1. STROJ 8 is highlighted with a dashed green border.

Na obrázcích (*Obr.1*) a (*Obr.2*), je vidět jak přeskupením strojů, či pracovišť podle procesů, lze zjednodušit toky a zrychlit tak průtok výrobou.

2.3.5 Sankey diagram

Sankey diagramy obecně graficky zobrazují veličinu toku, jako je například energie nebo materiál. Veličina je zobrazena pomocí čar nebo šipek o tloušťce úměrné danému toku. Pro zobrazení toku materiálu jsou tedy používány šipky o různé šířce, šířka šipek je pak v poměru množství protékajícího materiálu. Sankey diagram jasně vizuálně zobrazuje vstupy nebo výstupy a udává čitelně informace o vytíženosti toků, oproti například číselným hodnotám. To platí především u složitějších systémů. [33]

2.3.6 SIPOC

SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*) neboli: vstup, dodavatel, proces, výstup, zákazník, zobrazuje vstupy a výstupy procesu s návazností odkud a kam směřují. To ulehčuje pochopení jak samotného procesu, tak především návazností dílčích procesů. Mimo jiné, SIPOC pomáhá určit začátek a konec sledovaného procesu. [34]

2.3.7 Fullerova metoda

Fullerova srovnávací metoda jinak také nazývána párové srovnání se řadí mezi vícekritériální rozhodovací metody. Cílem metody je na základě několika kritérií rozhodnout nejvhodnější varianty, nejvhodnějšího výrobku a podobně. Metoda se provádí pomocí takzvaného Fullerova trojúhelníku. Kritéria jsou postupně po dvojicích porovnávána mezi sebou. To kritérium, které je při porovnání z dvojice označeno za důležitější získá pomyslný bod. Potom, co jsou všechny možné varianty dvojic kritérií porovnány se podle nasbíraných bodů vypočte procentuální váha jednotlivých kritérií.

Pomocí ohodnocených kritérií se pak můžeme snáze rozhodnout která varianta je pro nás nejvhodnější, a na které kritérium máme brát při výběru největší ohled.

[35, 36, 37]

3 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části je detailně popsán projekt, který je předmětem této diplomové práce. Následující kapitoly popisují projekt pomocí kroků *DMAIC*, podle postupu, jak projekt probíhal.

Úvod

Tato práce se zabývá obecnou optimalizací celého pracoviště balírny ve firmě *QQQQQ*, vyrábějící sestavy z kovových a skleněných komponent. Jde tedy o projekt, kde je nutné seznámení se s pracovištěm balírny a se všemi procesy které zde probíhají, dále je zmapovat, identifikovat plýtvání a následně navrhnout opatření pro odstranění těchto plýtvání, či zlepšení částí procesů které plýtváním nejsou. Projekt byl zadán firmou *QQQQQ* a byl celou dobu trvání pod záštitou vedení firmy. Po každém dílčím postupu byly dosažené kroky prezentovány a jednány s příslušným managementem, přičemž bylo rozhodnuto o krocích následujících.

Seznámení s firmou

Společnost *QQQQQ* se zabývá výrobou designových produktů na zakázku přímo pro zákazníka. Produkty jsou sestavy, složené z kovových, převážně mosazných, a skleněných dílů. Výroba se zde tedy dělí na dvě takzvané větve, větev kovovou a skleněnou. Zpracování kovů může probíhat technologiemi obrábění kovů, laserové vyřezávání, ruční zpracování, galvanické pokovování, lakování a další. Při zpracování skla se využívá technologií ručního foukání a tvarování skla, broušení, leštění kyselinou, pískování, lehání, lakování a další. Většina výroby je pro zakázkové díly, tedy unikátní výrobky. Výrobu tedy můžeme rozdělit na z přibližně 90 % zakázkovou a z 10 % sériovou, kde do sériové výroby spadají například i prvky výrobků, které se opakují ve více finálních produktech.

Kvůli tomu, že produkty jsou designové a obsahují ručně vyráběné díly ze skla, při čemž se vyráběné produkty stále mění. Je zde oproti velkosériovým výrobám mnohem obtížnější aplikovatelnost optimalizačních metod. I přesto je zde možné nalézt podobnosti výrobků, které lze rozdělit do výrobních skupin, ty se ovšem v průběhu časového horizontu mohou rapidně měnit. Ve společnosti *QQQQQ* je tak nutné nahlížet na výrobní procesy se značně dynamickým přístupem – tedy počítat s tím, že se cokoliv může brzy změnit.

Zadání projektu

Na základě požadavků od technologa balení pro úpravu pracoviště, bylo firmou vytvořeno zadání projektu optimalizace pracoviště balírny. Prvotní zadání bylo úplně obecné, a to analýza a optimalizace balírny s důrazem na odstranění plýtvání. Kde výstupem budou návrhy nápravných opatření, popřípadě nového pracoviště.

3.2 Definice

V části definice je popsáno definování cílů, složení týmu a rozvržení projektu.

3.2.1 Definování cílů

Původním cílem projektu, a tedy i této práce, bylo analyzovat a optimalizovat pracoviště balení sestav se skleněnými díly a odstranit plýtvání. To však z hlediska řízení projektu není vhodný cíl. Ten byl tedy nutný, po krátkém zabřednutí do tématu, definovat. Protože cíl musí být jasně daný, měřitelný a dosažitelný.

Jako hlavní cíl bylo určeno snížení času stráveného aktivitami, jež nepřidávají procesu hodnotu. Toho lze dosáhnout snížením vzdáleností přesunů pracovníka, a přesunů materiálů, tím se zkrátí čas strávený přesouváním se po pracovišti. I poměrně malé snížení vzdálenosti, respektive času na přesunech, může v celkovém součtu za celý den ušetřit poměrně velké množství času stráveného přecházením.

Dalšími vedlejšími cíli krom nalezení a odstranění plýtvání v procesu je usnadnění práce, vylepšení ergonomie a pohodlí na pracovišti. Ze zadaného cíle vyplývá, že bude nutné změnit a navrhnout nové rozložení pracoviště. Popřípadě změnit části procesu balení.

Kvantifikace cílů:

Snížení vzdálenosti při přechodech o 10 %

Snížení času aktivit způsobující plýtvání o 10 %

3.2.2 Tým

V tomto projektu není sestaven doslova tým, jako v *Six Sigma* projektech. Není zde tedy tým, který pracuje aktivně na projektu, ale úkoly se řešili spíše dynamicky s příslušnými osobami. Dalo by se tedy říci, že členy týmu byly: *Vladimír Sojka*, jenž byl plnítelem projektu, *průmyslový inženýr* – garant projektu za společnost a vedoucí týmu, *ředitel jakosti* – zadavatel, a poté účastníci projektu ze strany pracoviště balírny: technolog balení, mistr balírny, manažer výrobní jednotky, popřípadě se spolupracovalo i s řadovými baliči.

3.2.3 Rozvržení projektu

Následovalo sestavení hrubého plánu, který se dále během projektu doplňoval o přesnější termíny, nové úkoly a jiné dodatečné a potřebné informace. Rozvrh projektu byl pojat tak, že kopíruje metodiku *DMAIC*, tj.: definice, měření, analýza, návrhy zlepšení, standardizace a realizace.

Koncept *DMAIC* byl využit pro přehlednější plánování a realizaci projektu, ačkoli se nejedná o projekt typu *Six Sigma*.

Tab. 1: rozvrh plánovaných aktivit projektu

Projekt balírna			Vykonává	
DEFINICE <i>define</i>	1	cíle projektu	FIRMA	
	2	složení týmu	FIRMA	Sojka
MĚŘENÍ <i>measure</i>	1	seznámení se s procesem	Sojka	
	2	tvorba procesních map	Sojka	
	3	měření časových snímků	Sojka	
	4	transport (montáž -> balírna)	Sojka	
	5	sběr dat ze SAP	Sojka	
ANALÝZA <i>analyze</i>	1	vyhodnocení časových snímků	Sojka	
	2	intenzita přechodů po pracovišti (Sankey)	Sojka	
	3	materiálové toky (Spaghetti)	Sojka	
	4	analýza přepravních jednotek	Sojka	
	5	analýza SAP dat - obalové a probalové mat.	Sojka	
ZLEPŠENÍ / NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ <i>improve</i>	1	návrhy na zlepšení, nápravná opatření	Sojka	
	2	návrhy na nový layout	Sojka	
	3	porovnání layoutů - výběr nejlepších	Sojka	FIRMA
	4	cenové porovnání	Sojka	FIRMA
REALIZACE	1	plán realizace	FIRMA	
	2	realizace	FIRMA	
ŘÍZENÍ <i>control</i>	1	standardizace	FIRMA	
	2	předání procesu	FIRMA	
ZHODNOCENÍ	1	zhodnocení projektu	FIRMA	

Tabulka (Tab. 1) zobrazuje nadefinovaný rozvrh plánovaných aktivit zlepšovateľského projektu.

3.2.4 Definice – shrnutí

Na konci části definice projektu, se uskutečnilo finální zhodnocení a kontrola dosažených kroků. Kontrolovalo se především správnost vydefinovaných cílů, a rozvrhnutí harmonogramu. Tato kontrola je nutnou podmínkou pro překlenutí se do další fáze projektu a tou je samotné měření. Shrnutí je zobrazeno v tabulce (Tab. 2).

Tab. 2: shrnutí fáze definice

Projekt balírna			Vykonává		ok?
DEFINICE <i>define</i>	1	cíle projektu	FIRMA		✓
	2	složení týmu	FIRMA	Sojka	✓

3.3 Měření

Cílem měření je získat co nejvíce informací z celého pracoviště a procesů na něm odehrávajících se. Měříme proto, abychom se seznámili s procesem, objevili v něm nedostatky a plýtvání. To, především následnou analýzou naměřených dat.

Hlavní částí měření bylo provést časové snímky dne, které jsou jedním z nejpodrobnějších nástrojů pro analýzu činností pracovníka, předtím bylo ale vhodné seznámit se s pracovištěm a s procesy na balírně obecně. Snímky byly z důvodů ohleduplnosti a psychické náročnosti především pro pozorované, měřeny pouze dva, a to pro technologa balení a pracovníka balení. Snímky byly měřeny vždy celý pracovní den.

Tab. 3: plán fáze měření

Projekt balírna			Vykonává	
MĚŘENÍ <i>measure</i>	1	seznámení se s procesem	Sojka	
	2	sestavení SIPOC	Sojka	
	3	tvorba procesních map	Sojka	
	4	měření časových snímků	Sojka	
	5	sběr postřehů a nedostatků	Sojka	
	6	transport (montáž -> balírna)	Sojka	
	7	sběr dat ze SAP	Sojka	

Oproti původnímu rozvrhu měření byly po prvotním seznámení přidány úkoly jako tvorba SIPOC a sepsání vypořizovaných nedostatků, to je znázorněno v tabulce (Tab. 3).

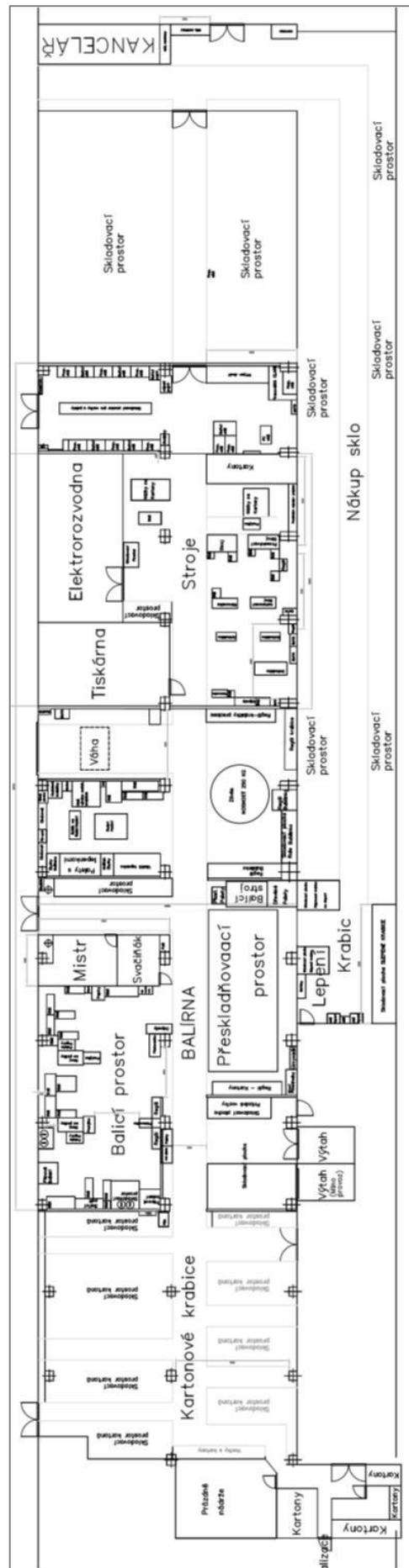
3.3.1 Seznámení se s pracovištěm a procesem

Prvním měřením by se dala označit prvotní prohlídka pracoviště, seznámení se s pracovištěm, pracovníky a procesy.

Ze začátku, proběhlo seznámením s celým pracovištěm, kde je jaká část balírny. Například kde se přijímají díly, kde se balí, kde je sklad krabic, seznámení se stroji a k čemu stroje slouží. Následovalo pozorování celého pracoviště se zaměřením na materiálové toky a plýtvání v balících procesech. Při pozorování byl kladen důraz na pochopení procesů a toků materiálů.

Během pozorování a seznamování se s pracovištěm byl prostor k dotazům na technologa balení. Ten se snažil vše objasnit a ochotně odpovídal na všechny položené dotazy, mimo jiné také navrhnul mnoho užitečných podnětů pro zlepšení, nebo upozornil na nedostatky. Protože se spolu s pracovníky balírny na pracovišti a v procesu vyznají nejlépe, bylo vhodné ptát se přímo technologa a ostatních baličů na nedostatky, které vidí při každodenní práci.

Původní layout pracoviště balírny je zobrazen na obrázku (Obr. 3).



Obr. 3: původní layout balírny

3.3.2 SIPOC

Prvním výstupem měření bylo zjištění všech vstupů a výstupů do, a z procesu, respektive do, a z pracoviště. Vstupy a výstupy byly vyobrazeny pomocí nástroje *SIPOC* (*supplier, input, process, output, customer*), tedy dodavatel, vstup, proces, výstup, a zákazník, viz. tabulka (Tab. 4).

Tab. 4: SIPOC – zobrazení vstupů a výstupů procesu

S <i>supplier</i>	I <i>input</i>	P <i>process</i>	O <i>output</i>	C <i>customer</i>
dodavatel	vstup	proces	výstup	zákazník
montáž	kovové/ skleněné díly (předbalené)	balení (na balírně)	hotová balení (krabice, boxy, bedny)	SHV (Sklad Hotových Výrobků)
MTZ (nákup)	obalový materiál (kartonové krabice a boxy)			
	probalový materiál			
	etikety			
truhlárna	dřevěné bedny			

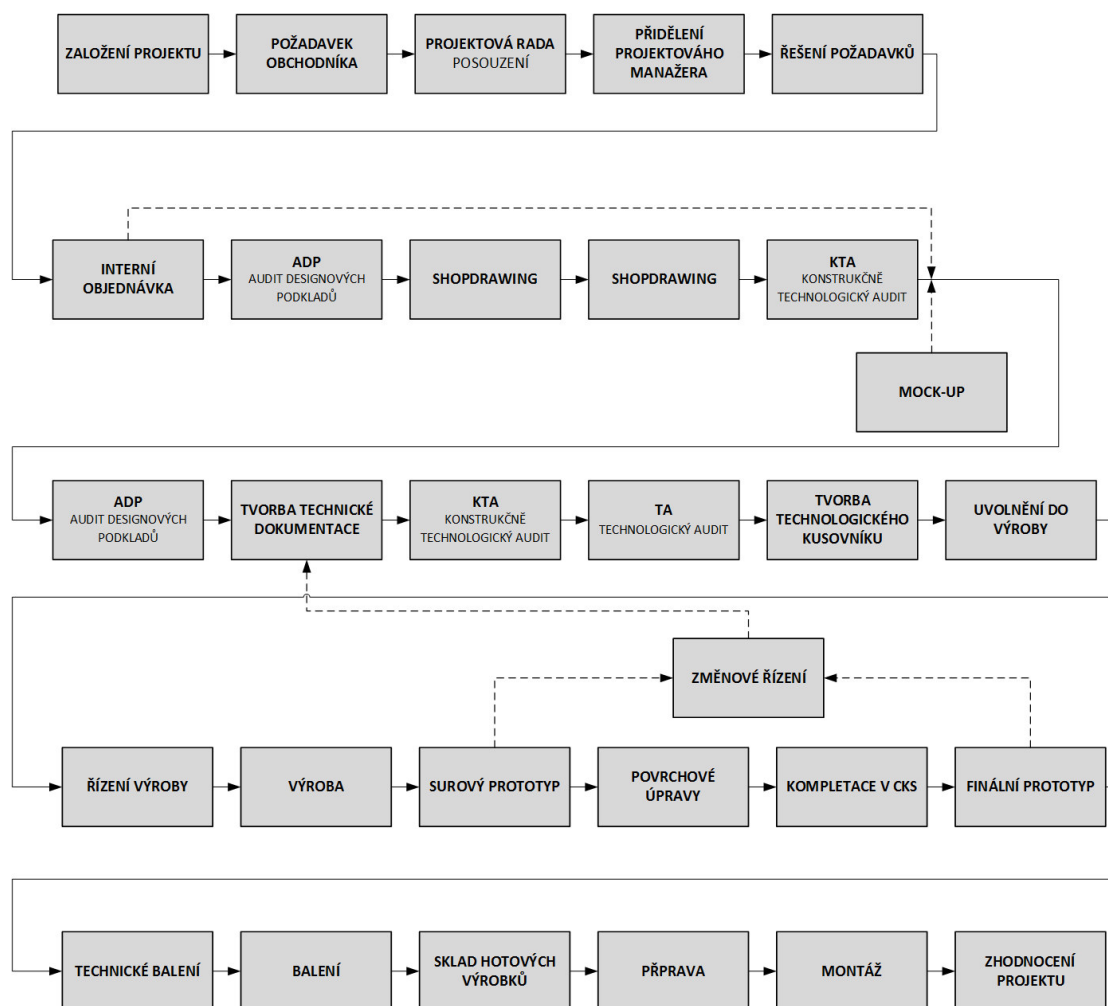
Hlavním dodavatelem do procesu je montáž, odkud přicházejí předbalené díly či sestavy dílů určené k finálnímu balení. Dalšími dodavateli jsou nákup neboli materiálně technické zásobování (*MTZ*) a truhlárna, kteří do balírny dodávají kartonové krabice, kartony, probalový materiál všeho druhu, etikety, a dřevěné bedny. Z balírny vystupují hotová balení, která jsou následně převážena do skladu hotových výrobků.

3.3.2 Procesní mapy

Pro pochopení procesu a odhalení všech možných stavů bylo rozhodnuto sestavení procesních map.

K lepšímu pochopení procesu je vhodné uvést celkový tok výrobků skrz výrobní proces, ten je zobrazen na obrázku níže (Obr. 4).

Na základě interní objednávky a technické dokumentace jsou vyráběny zvlášť kovové díly a zvlášť díly skleněné. Materiály procházejí různými operacemi a v různých sledech, po vytvoření tvaru se sestaví takzvaný surový prototyp, složení převážně kovových dílů, aby se ověřila smontovatelnost finálního výrobku, tato potřeba vyplývá ze zakázkové výroby a ze složitosti vyráběných dílů. Dále díly pokračují na povrchové úpravy, u kovů to je broušení, odmaštění, galvanické pokovení, lakování. U skla pak leptání, pískování a lakování speciálními barvami. Po tom, co jsou jednotlivé díly hotovy, sváží se z výroby do centrálního kompletačního skladu (*CKS*) kde jsou jednotlivé zakázky nebo sestavy kolektovány, tedy čekají zde na zbytek dílů ze zakázky, dokud ve skladu není zakázka kompletní.



Obr. 4: procesní mapa průchodu zakázky firmou

Po tom, co jsou na skladě CKS všechny potřebné díly, nebo v ojedinělých případech jejich vhodná většina převážejí se na montáž. Na montáži se díly sestavují dohromady a probíhá kontrola pomocí finálního prototypu. Celý výrobek se sestaví a zkontroluje, zda splňuje všechny požadavky. Poté se díly znovu rozloží podle požadavků na smontovatelnost na jednotlivé podsestavy a díly vhodné k přepravě. Podle předpisu balení zde dochází k takzvanému technickému balení. To znamená zabalení jednotlivých dílů či podsestav do správného obalového materiálu, ten se určuje podle materiálu dílu, a především pak podle jeho povrchové úpravy. Teprve takto zabalené díly se převážejí do balírny, kde začíná náš proces.

Na balírně se obecně díly zvážejí a poté převezou na pracoviště balení, podle typu dílů se dle balicího předpisu přináší na pracoviště balení také adekvátní krabice či bedna a probalový materiál. Poté se do balení vkládají díly a prokládají se probalovým materiálem, následně se plné balení uzavře, zapáskuje, zvážejí, polepí etiketami a připraví k odvozu do skladu hotových výrobků (SHV).

Balení lze rozdělit na tři základní způsoby, ty jsou dány typem balených dílů. Balení do malých krabic pro malé a lehké díly. Dále pak balení do velkých kartonových boxů pro rozměrné a těžší díly, nebo pro velké množství malých dílů. A naposledy balení do dřevěných beden, pro rozměrné a těžké díly.

Balení do malých krabic

Malé a lehké díly přivážené transportérem z montáže se nejprve zváží, většinou na stolní váze. Technolog balení poté zkontroluje balící předpis a potvrdí nebo určí rozměr krabic, do kterých se díly zabalí. Krabice se přinášejí ze skladu krabic a na místě balení se skládají a zalepují páskou. Mezitím jsou na pracoviště balení převáženy také díly z přeskladňovacího prostoru. Samotné balení probíhá na balících lavicích či stolech a jako probalový materiál se nejčastěji používají pytlíky s expanzní pěnou. Po vyplnění krabice se krabice uzavře zalepí páskou a zapáskuje na strojní páskovače. Následuje zvážení balení a polepení etiketami. Nakonec se balíky skládají na palety a připravují k odvozu do *SHV*.

Balení do velkých boxů

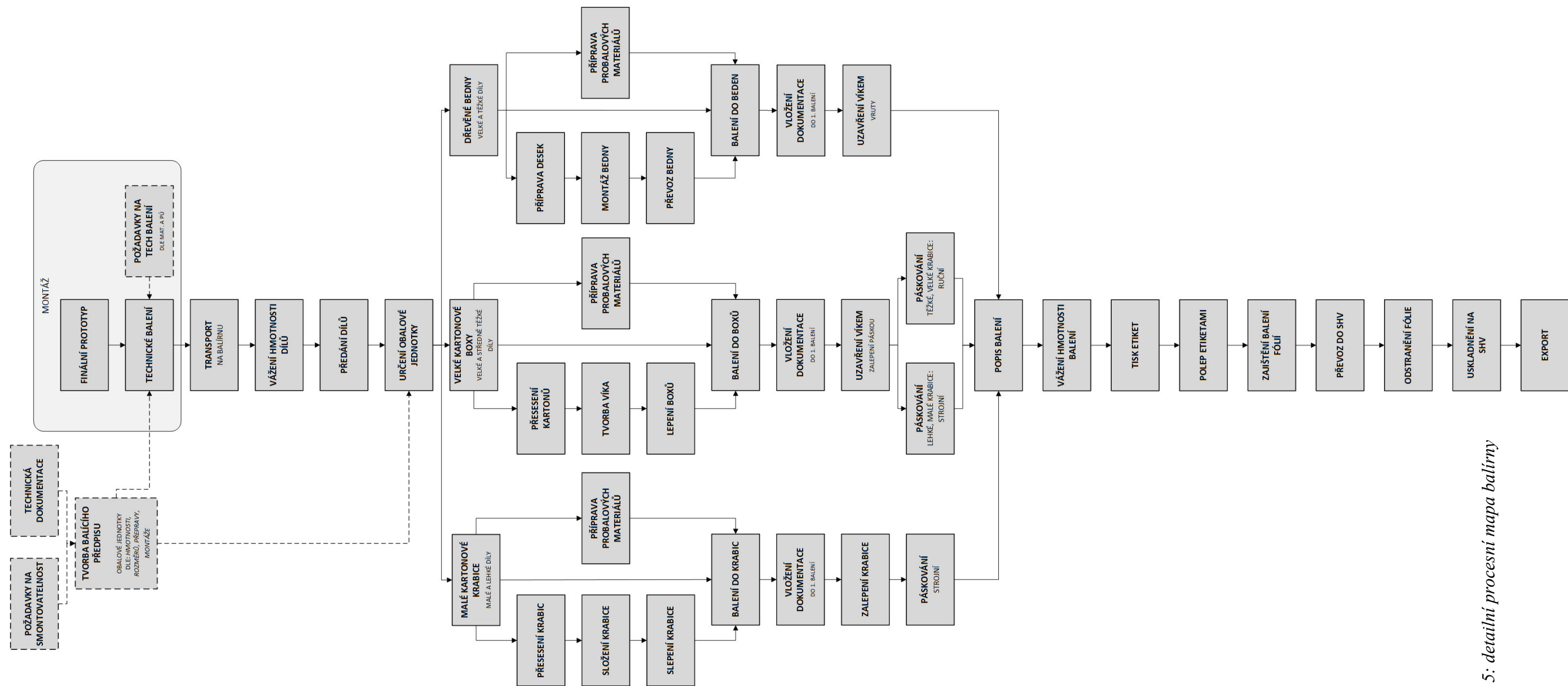
Rozměrné a středně těžké díly se po přivezení zváží na podlahové váze, poté se převezou na přeskladňovací místo, odtud si je pracovníci balírny převážejí na pracoviště balení. Pro balení do boxů, je potřeba boxy nejprve složit a slepit. Pracovník si tedy nejprve připraví potřebné kartony na pracovišti lepení poté jde s kartony na víka ke strojům, kde je pomocí šicího stroje složí a sešije do požadovaného tvaru. Víka přenáší zpět na lepení boxů, zde slepuje boxy s víky, z jedné strany. Spleené boxy se přenášejí na pracoviště balení, kde se do boxů vkládají díly a jako prokladový materiál se nejčastěji používá namačkaný papír, jež je vytvářen z rolí automatickými mačkáckými stroji. Po naplnění boxu se box uzavře vrchním víkem přelepí páskou a zapáskuje. Páskování probíhá u menších boxů na strojní páskovače, u velkých boxů ruční páskovačkou, poté se balení zváží, polepí etiketami, a skládá se na palety po dvou, pro převoz do *SHV* se ještě boxy na paletě zajišťují strečovou fólií. V případě balení velkého množství malých dílů se jako probalový materiál používá takzvaná vlna, což jsou proužky nařezaného plastu připomínající skartovaný papír.

Balení do dřevěných beden

Při balení těžkých nebo velmi rozměrných dílů je karton jako obalový materiál nedostačující, proto se tyto díly balí do dřevěných beden. Dřevěné bedny se vyrábějí dle požadavků v truhlárně, odkud se převážejí do skladu beden. Ze skladu beden jsou bedny převáženy do balírny a na pracoviště balení, protože bedny zabírají mnoho prostoru, často se balí na jiném místě než krabice a boxy. Do beden se vkládá s díly namačkaný papír, dřevěné podpěry vzpěry, proklady z pěnových desek, kartonu a podobně, vše záleží na typu a rozměrech dílů a postup je určován technologem balení. Po naplnění bedny je bedna uzavřena víkem, víko připevněno vruty, balení zváženo polepeno etiketami a připraveno k odvozu do *SHV*.

Detailní procesní mapa balírny

Celý proces odehrávající se na balírně je popsán a vyobrazen pomocí podrobné procesní mapy viz. obrázek (*Obr. 5*).



Obr. 5: detailní procesní mapa balírný

3.3.3 Časové snímky pracovního dne

Potom, co byly vypracovány procesní mapy, a proces byl pochopen, následovalo měření pracovníků z hlediska všech vykonávaných aktivit během pracovního dne. Pro toto měření byla použita metoda časových snímků pracovního dne. Časové snímky byly zaznamenávány do předem připravených formulářů, a to s minutovým rozlišením. K jednotlivým činnostem se připisuje čas začátku činnosti a zjednodušený popis činnosti, například přechod, balení, telefonování a tak dále, tím byly zaznamenány veškeré pracovníkovi aktivity během dne. Místo jiné bylo možné uvádět poznámky například k přechodu, kam pracovník jde, viz. obrázky (*Obr. 6*) a (*Obr. 7*). Měření probíhalo vždy celý den, protože obsah vykonávaných aktivit se může v různých částech dne měnit.

Doktoratini	9: 41			transportieren s. jetzt ändern
Manipulation s. beginnend	9: 42			
Kontrolle beding	9: 42			
Debatte	9: 43			s. transportieren (a)

Obr. 6: ukázka zápisu časových snímků

První den byl snímán technolog balení. Jeho náplň práce obsahuje kromě balení také plánování dělby práce, příprava, tvorba balících předpisů podle technické dokumentace, komunikace, odhlašování práce do systému *SAP*, vážení a polep etiket.

[illegible]

Obr. 7: ukázka časových snímků

Druhý den byl vytvářen časový snímek pracovníka balení. Pro tyto účely byl vybrán zkušenější pracovník. Oproti technologovi balení balič téměř vůbec nepracuje s dokumentací ani počítačem. Hlavní náplní práce je balení a příprava materiálů.

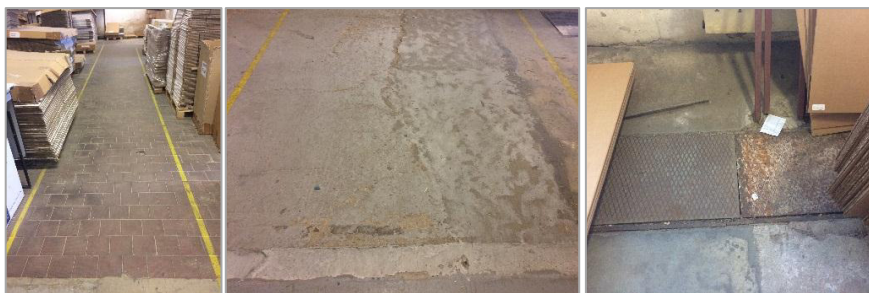
Oba dva dny probíhalo měření bez větších problémů. Byla snaha při měření co nejméně zasahovat do běžného dne, tím neovlivnit pracovní aktivity. Je jasné, že už samotná přítomnost pozorujícího ovlivňuje výkonost pracovníků, nicméně bylo předpokládáno, že při pozorování během celého dne se pozorovaný přestane soustředit a začne se chovat víceméně přirozeně. Před měřením bylo všem zúčastněným vysvětleno proč se snímky dělají, a především byly pracovníci ujištěni, že se nejedná o měření jich samotných ale jejich práce. A i v případě, kdy by bylo například málo práce není to chyba pracovníka a nebude nijak postížen.

3.3.4 Odhalené nedostatky

Během měření a pozorování bylo odhaleno mnoho nedostatků na pracovišti. Další tipy přicházeli od samotných pracovníků balírny, a to především od technologa balení. Tyto postřehy byly sebrány a sepsány pro pozdější nápravu. Některé návrhy byly také zařazeny do takzvaných rychlých výher. Tedy položek, které nejsou finančně výrazně nákladné a mají prokazatelný pozitivní dopad na prováděnou práci či proces. Například nákup nástrojů a podobně.

Podlaha

Po prostorách balírny je téměř všude poničená podlaha, viz. obrázek (*Obr. 8*), způsobuje to rychlejší ničení paletových vozíků a jiných přepravních zařízení, což přináší další zbytečné náklady na opravy a nákup nové manipulační techniky.



Obr. 8: podlaha ve skladu kartonových krabic

Kartony

Kartony na skládání krabic a boxů jsou uskladněny na paletách, zabírají tak velkou plochu, a k některým je velice špatný přístup, mimo jiné nejsou pozice jednotlivých typů téměř vůbec označeny, to může způsobovat ztráty času při hledání, viz. obrázek (*Obr. 9*).



Obr. 9: sklad kartonových krabic

Dřevěné bedny

Hlavním nedostatkem je, že sklad dřevěných beden je velice daleko od balírny ale i od truhlárny. Z důvodu malého místa v balírně bývají bedny vyskladněny na rampě, kde mohou navlhnout od vlhkého vzduchu nebo deště, dřevo se poté může kroutit či praskat, mimo jiné je pak nevhodná vlhkost v uzavřeném balení, kde může škodit dílům.

Požadavky na výrobu beden bývají zadávány přibližně jeden měsíc dopředu. Při větším množství konstrukčních změn či prodlevách ve výrobě se může stát, že vyrobená bedna čeká ve skladě další měsíc a zabírá tak zbytečně místo.

Váhy

Na pracovišti je pouze jedna podlahová váha, je ale nutné vážít všechny díly a následně hotová balení, vzniká tak mnoho pohybů s díly na váhu a zpět.

Páskování

S většími krabicemi je obtížný přístup do strojní páskovačky, nutno zvedat ve více lidech. Při ručním páskování velkých boxů pasek špatně drží ve spodu bedny.

Palety bez umístění

Při přemísťování dílů či beden je často nutné uvolňovat cestu ve které jsou palety s jinými díly a podobně.

Probalový materiál

Obalové a probalové materiály jsou rozmístěny po celé balírně, většinou bez smyslu a hlubšího uspořádání (*Obr. 10*). Pracovníci tedy při shánce vědí kam jít, ale často přechází kvůli nevhodnému uložení přes celou balírnu sem a tam.



Obr. 10: mapa balírny s vyznačenými plochami s probalovým materiálem

Nesymetrické pracoviště

Nesymetrické pracoviště není veliký nedostatek, ale pracovníci se při změně pracoviště musejí přeučit kde co je. Balení tak může trvat déle, kvůli případnému hledání a zhoršené orientaci na pracovišti.

Balení na lavicích

Krabice jsou baleny na lavicích, nelze nastavit výšku proto se často pracovníci u balení nepohodlně ohýbají. Po dobalení se musí bedna sundat a přenést na páskování, kde se znovu zvedá.

Cesta z rampy

Stářím rozbitá cesta mezi rampou a skladem SHV, výsledkem čehož je nestabilita převážených balení, viz. obrázek (*Obr. 11*).



Obr. 11: příjezdová cesta k rampě

Nepořádek

Po celé hale se nacházejí místa s neuspořádanými věci, které velice často již nejsou k použití, nebo sem vůbec nepatří z jiných důvodů. Zbytečně tu tedy zabírají místo a zhoršují dohledávání důležitých věcí.

3.3.5 Evidence přepravních jednotek montáž – balírna

Z důvodu nutnosti vážení každého dílu, a každého balení, dochází k zbytečným transportům po pracovišti. Rozměrné díly se dají vážit pouze na podlahové váze, ta je ale umístěna mimo centrum dění balírny. Proto vznikl požadavek, zda by nebylo vhodné pořídit další podlahovou váhu. V úvahu připadali dvě varianty a to, že by byla druhá váha u jiného výstupu z balírny, anebo umístění váhy u vstupu do balírny v blízkosti výtahů, na této váze by se vážili všechny příchozí díly.

Váha umístěná u výstupu z balírny je zpracována v návrzích nového layoutu níže (3.5.2 – *varianta 3*).

Pro rozhodnutí, zda je podlahová váha u výtahů opravdu vhodná, byla provedena analýza přepravních jednotek, ve kterých se převážejí díly z montáže na balírnu. Typů přepravních jednotek je ve firmě mnoho, proto byl vytvořen jednoduchý formulář se všemi typy vozíků a palet, které se mohou ve firmě vyskytnout. Tento formulář byl připevněn u výtahu na podlaží montáže. Vždy když transportér vstupoval s díly do výtahu, připsal čárku do políčka k přepravní jednotce, ve které zrovna díly vezl. Formuláře se měnili každý týden, a data se průběžně sbírala do excelovské tabulky. Měření probíhalo 27 týdnů. Vzhled formuláře je vidět na obrázku (*Obr. 12*).

Datum: _____ 2017

EVIDENCE ČETNOSTI TRANSPORTŮ
Montáž → Balírna

Vožik - modrý 1250 x 820	
Vožik - plechový 1000 x 850	
Vožik - drátěný	
Voziček (kolečka) (ne s! oparok y)	
Postýlka 1200 x 800	
Euro paleta 1200 x 800	
Paleta -větší 1200 x 1000	
Paleta - obří 1600 x 1200	
Paleta - plastová 1200 x 1000	
Paleta - A 1600 x 800	
Dřevěné bedny	

Obr. 12: formulář pro evidenci přepravních jednotek

3.3.6 Sběr dat ze SAP

V rámci měření byla také sbírána data z řídicího systému SAP. Z důvodů přístupu do systému SAP, byl sběr dat prováděn oddělením IT dle požadavků k analýze. Požadavky sběru jsou dále specifikovány v příslušných kapitolách v části analýzy.

3.3.7 Měření – shrnutí

Tab. 5: shrnutí fáze měření

Projekt balírna		Vykonává		ok?
MĚŘENÍ <i>measure</i>	1 seznámení se s procesem	Sojka		✓
	2 sestavení SIPOC	Sojka		✓
	3 tvorba procesních map	Sojka		✓
	4 měření časových snímků	Sojka		✓
	5 sběr postřehů a nedostatků	Sojka		✓
	6 transport (montáž -> balírna)	Sojka		✓
	7 sběr dat ze SAP	Sojka		✓

Všechny části fáze měření byly hotovy, mohlo se tedy přejít k další fázi a tou je analýza naměřených dat. Shrnutí fáze měření zobrazuje tabulka (Tab. 5).

3.4 Analýza

Během fáze analýzy byla naměřená data a materiály zanalyzovány, seřazeny a upraveny tak, aby z nich byly viditelné výsledky měření. Mimo analýzy měřených dat byla zařazena i analýza dat stažených z řídicího systému.

Protože se ve směs jednalo o méně náročnou analýzu, většina práce při analyzování byla provedena v tabulkovém programu Microsoft Excel.

Tab. 6: plán fáze analýza

Projekt balírna			Vykonává	
ANALÝZA analýze	1	hodnotová analýza procesu	Sojka	
	2	vyhodnocení časových snímků	Sojka	
	3	intenzita přechodů mezi pracovišti	Sojka	
	4	materiálové toky	Sojka	
	5	analýza přepravních jednotek	Sojka	
	6	analýza SAP dat - obalové a probalové mat.	Sojka	
	7	analýza SAP dat - ležáci ve skladu S212	Sojka	

Do fáze analýzy byly přidány body jako hodnotová analýza procesu, vycházející z procesních map, a analýza skladu nakupovaného skla S212, zde šlo o snahu snížení potřebného prostoru skladu a možnost využití ušetřených prostor balírnou. Plán analýzy je vyobrazen tabulkou (Tab. 6).

Před samotnou analýzou bylo nutné data utřídit. Teprve potom se mohlo přistoupit k jejich analýze.

3.4.1 Hodnotová analýza procesu

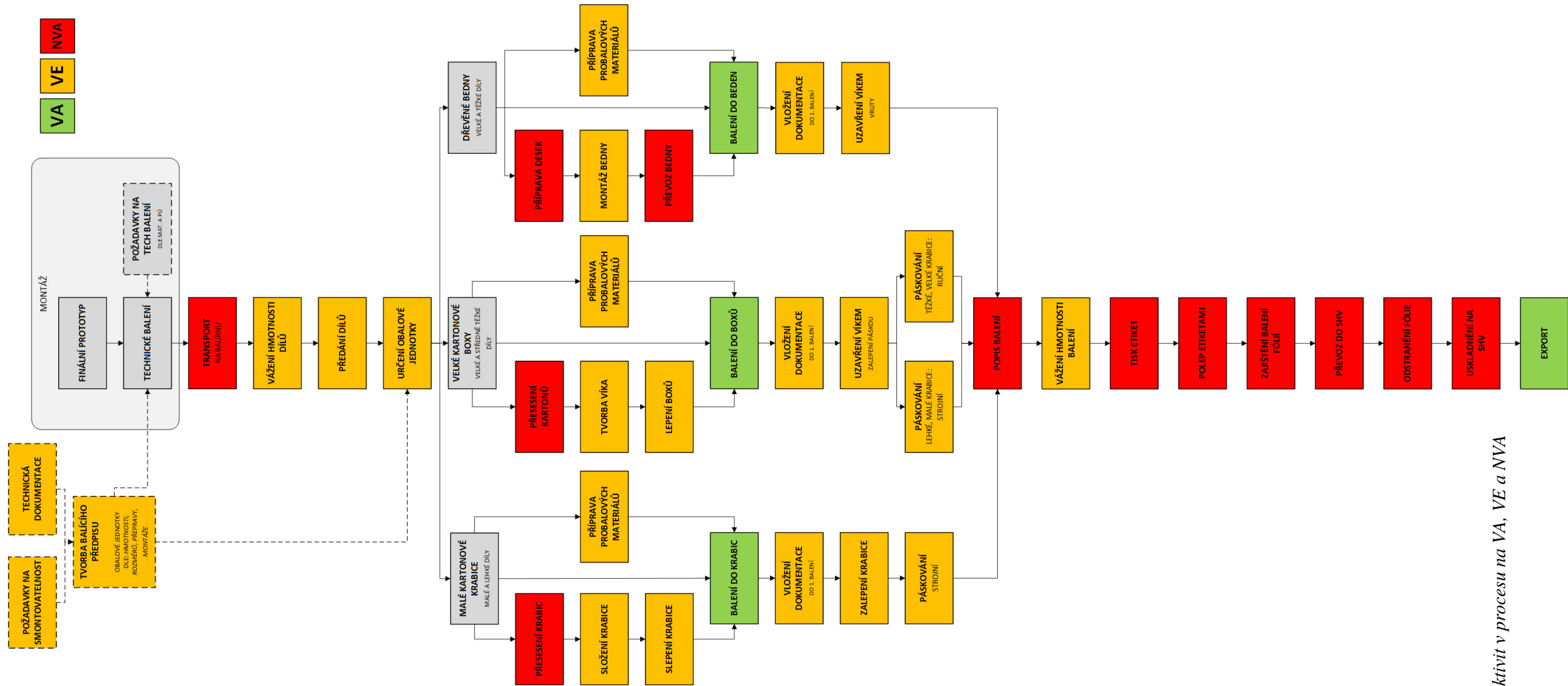
Hodnotová analýza procesu vychází z procesních map. Přistupuje se zde k akcím v procesu z pohledu zákazníka, a přidává se jednotlivým aktivitám v procesu status, zda aktivita procesu přidává či nepřidává hodnotu. V tomto případě bylo dělení rozděleno do tří skupin na hodnotu přidávající aktivity (VA – *value added*), hodnotu nepřidávající aktivity (NVA – *non-value added*) a na hodnotu nepřidávající ale umožňující (VE – *value enabling*).

Rozdělení částí procesu v balírně je zobrazeno na obrázku (Obr. 13).

Z obrázku (Obr. 13) je zjevné, že drtivá většina operací procesu hodnotu nepřidává. Nicméně mnoho operací bylo označeno jako hodnotu umožňující, ačkoli z pohledu finálního zákazníka jde pouze o to nějak díly zabalit, pokud se na proces balení podíváme z pohledu přepravce, nepotřebujeme pouze řádně zabalené díly, přepravce vyžaduje také správnou dokumentaci a správně upravené balení pro vhodnou přepravu, nelze tedy vyloučit operace jako páskování a podobně.

I přesto, že jsou tyto operace nutné, pro finálního zákazníka hodnotu nepřidávají, je tedy vhodné se těmito aktivitám věnovat a omezit je nebo je z procesu úplně odstranit. Odstranění takovýchto aktivit lze pouze takovým způsobem, že by se funkce dané operace převedla na operaci jinou nebo by se například shluk operací sloučil do jedné.

Z tohoto pohledu bylo jako nejzávažnější místo označen převoz balení do skladu hotových výrobků. Především fáze, kdy se dva balíky obmotávají strečovou fólií, aby se zvýšila stabilita při převozu z budovy do budovy.



Obr. 13: rozdělení aktivit v procesu na VA, VE a NVA

3.4.2 Vyhodnocení časových snímků

Jednou z hlavních částí analýzy bylo právě vyhodnocení časových snímků. První částí analýzy snímků, bylo přepsání zaznamenaných údajů z papírových formulářů do excelovské tabulky, viz. obrázek (*Obr. 14*), kde se doplnili časy konců činností, protože jsou stejné jako časy začátků následujících činností, nebylo je nutno při měření zapisovat.

Jednotlivé činnosti pak byly rozřazeny do kategorií, a to například: balení, čekání, přechody, a další. Poté byla vypočtena doba všech jednotlivých činností. Pro ověření správnosti byly porovnány časy celkového měření a součet časů všech činností.

poř.č.	Název operace	čas začátku činn.	čas konce činn.	Klasifikace operac.	pozn.	Aktivita	Čas
1	Dohled a vyplňování dřevěné bedny	6:10	6:11	Kontrola	kotoučovka	VA	0:01
2	Přechod	6:11	6:14	Přechody	Přeskladiňovací místo	NVA	0:00
3	Dokumentace	6:11	6:12	Dokumentace		VA	0:01
4	Přechod	6:12	6:12	Přechody	Kancelář	NVA	0:00
5	PC - SAP, mail	6:12	6:15	PC - SAP, mail		VA	0:03
6	Tisk	6:15	6:15	Dokumentace		VA	0:00
7	Debaty	6:15	6:16	Debaty	s Mistrovou	VE	0:01
8	Přechod	6:16	6:16	Přechody	Balení	NVA	0:00
9	Kontrola před balením	6:16	6:17	Kontrola		VA	0:01
10	Přechod	6:17	6:18	Přechody	Přeskladiňovací místo	NVA	0:01
11	Kontrola krabic	6:18	6:18	Kontrola		VA	0:00
12	Přechod	6:18	6:18	Přechody	Balení (pěna)	NVA	0:00
13	Debaty	6:18	6:19	Debaty	s Balíči	VE	0:01
14	Přechod	6:19	6:20	Přechody	Kancelář	NVA	0:01
15	PC - SAP	6:20	6:21	PC - SAP, mail		VA	0:01
16	Přechod	6:21	6:21	Přechody	k bedně (kotoučovka)	NVA	0:00
17	Kontrola bedny	6:21	6:21	Kontrola		VA	0:00
18	Debaty	6:21	6:22	Debaty	s Mistrovou	VE	0:01
19	Kontrola bedny	6:22	6:22	Kontrola		VA	0:00
20	Vysvětlování	6:22	6:24	Vysvětlování	balíči	VA	0:02
21	Přechod	6:24	6:24	Přechody	Kancelář	NVA	0:00
22	PC - SAP, mail	6:24	6:25	PC - SAP, mail		VA	0:01
23	Tisk	6:25	6:26	Dokumentace		VA	0:01
24	PC	6:26	6:28	PC - SAP, mail		VA	0:02
25	Přechod	6:28	6:28	Přechody	Balení	NVA	0:00
26	Polep krabic	6:28	6:29	Dokumentace		VA	0:01

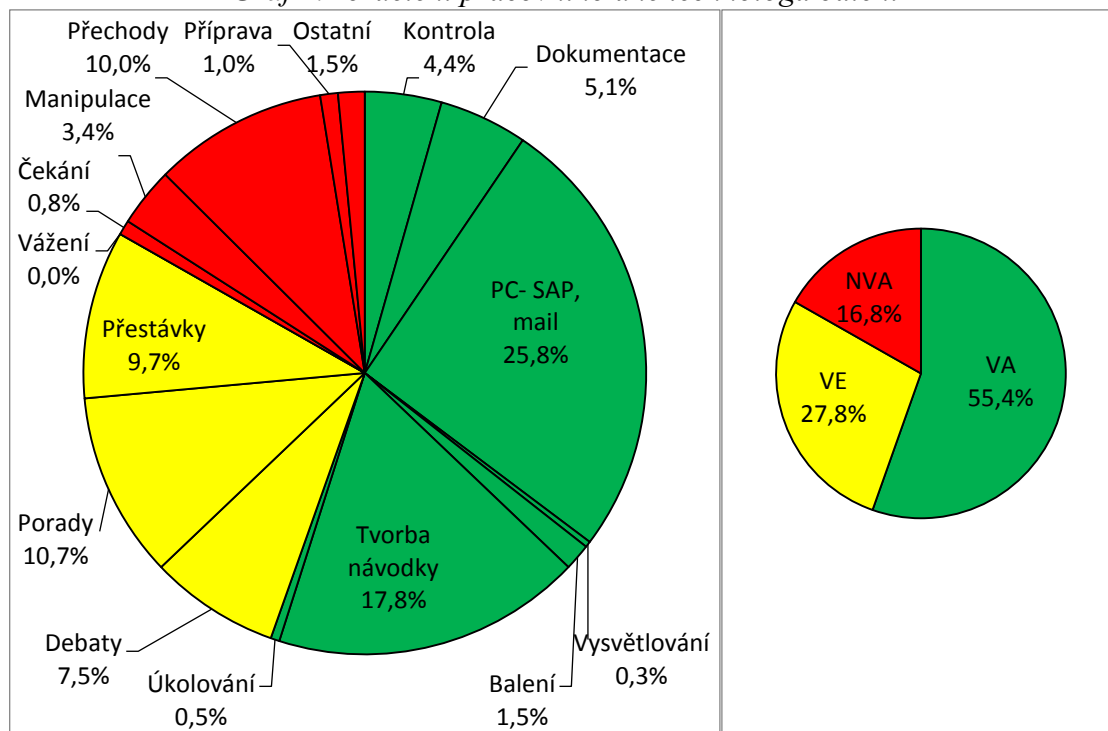
Obr. 14: časový snímek přepsaný do Excelu

Hodnotová analýza

Kategorie, do kterých byly činnosti rozřazeny byly ohodnoceny z hlediska hodnotové analýzy na hodnotu přidávající, nepřidávající nebo hodnotu umožňující (VA, NVA, VE). Na základě tohoto rozřídění, byly tyto činnosti vyobrazeny časovým zastoupením v koláčových grafech, pro technologa balení v grafu (*Graf 1*), pro pracovníka balení pak v grafu (*Graf 2*).

Výsledky technologa balení

Graf 1: rozdělení pracovního dne technologa balení



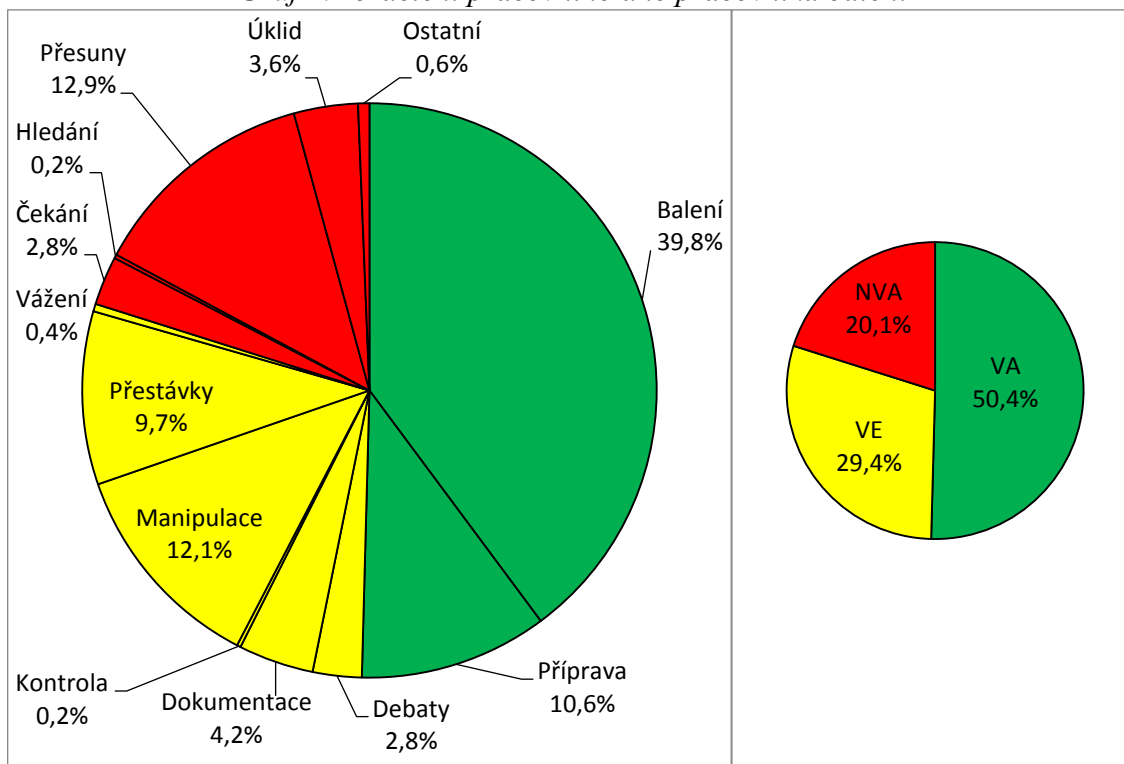
Celkový čas měření byl 9 hodin a 50 minut, pro lepší orientaci v grafu, 1 % na grafu je 5,9 minuty. Souhrn činností technologa balení a jejich časového zastoupení vyobrazuje tabulka (*Tab. 7*). Z výsledků je jasné, že technolog balení tráví mnoho svého času tvorbou návodek, a spravováním informačního toku. Což odpovídá jeho náplni práce.

Tab. 7: počty a časy operací technologa balení

	Počet operací	Čas operací		Počet operací	Čas operací
Kontrola	27	0:26	VA	112	5:27
Dokumentace	35	0:30	VE	51	2:44
PC- SAP, mail	39	2:32	NVA	141	1:39
Vysvětlování	1	0:02			
Balení	5	0:09			
Tvorba návodky	1	1:45			
Úkolování	4	0:03			
Debaty	43	0:44			
Porady	4	1:03			
Přestávky	3	0:57			
Vážení	1	0:00			
Čekání	3	0:05			
Manipulace	22	0:20			
Přechody	104	0:59			
Příprava	2	0:06			
Ostatní	7	0:09			

Výsledky pracovníka balení

Graf 2: rozdělení pracovního dne pracovníka balení



Pracovník balení měl pracovní směnu o délce 8 hodin, z toho vyplývá, že 1 % v grafu zastupuje 4,8 minuty. Souhrn činností pracovníka balení a jejich časového zastoupení vyobrazuje tabulka (Tab. 8).

Tab. 8: počty a časy operací pracovníka balení

	Počet operací	Čas operací		Počet operací	Čas operací
Balení	31	3:08	VA	53	3:58
Příprava	22	0:50	VE	90	2:19
Debaty	17	0:13	NVA	139	1:35
Dokumentace	11	0:20			
Kontrola	2	0:01			
Manipulace	54	0:57			
Přestávky	2	0:46			
Vážení	4	0:02			
Čekání	3	0:13			
Hledání	2	0:01			
Přesuny	115	1:01			
Úklid	15	0:17			
Ostatní	4	0:03			

Z analýzy je vidět, že pracovník balení stráví většinu dne balením a jeho přípravou. Z hlediska přidané hodnoty stráví polovinu času aktivitami přidávající hodnotu.

Závěr

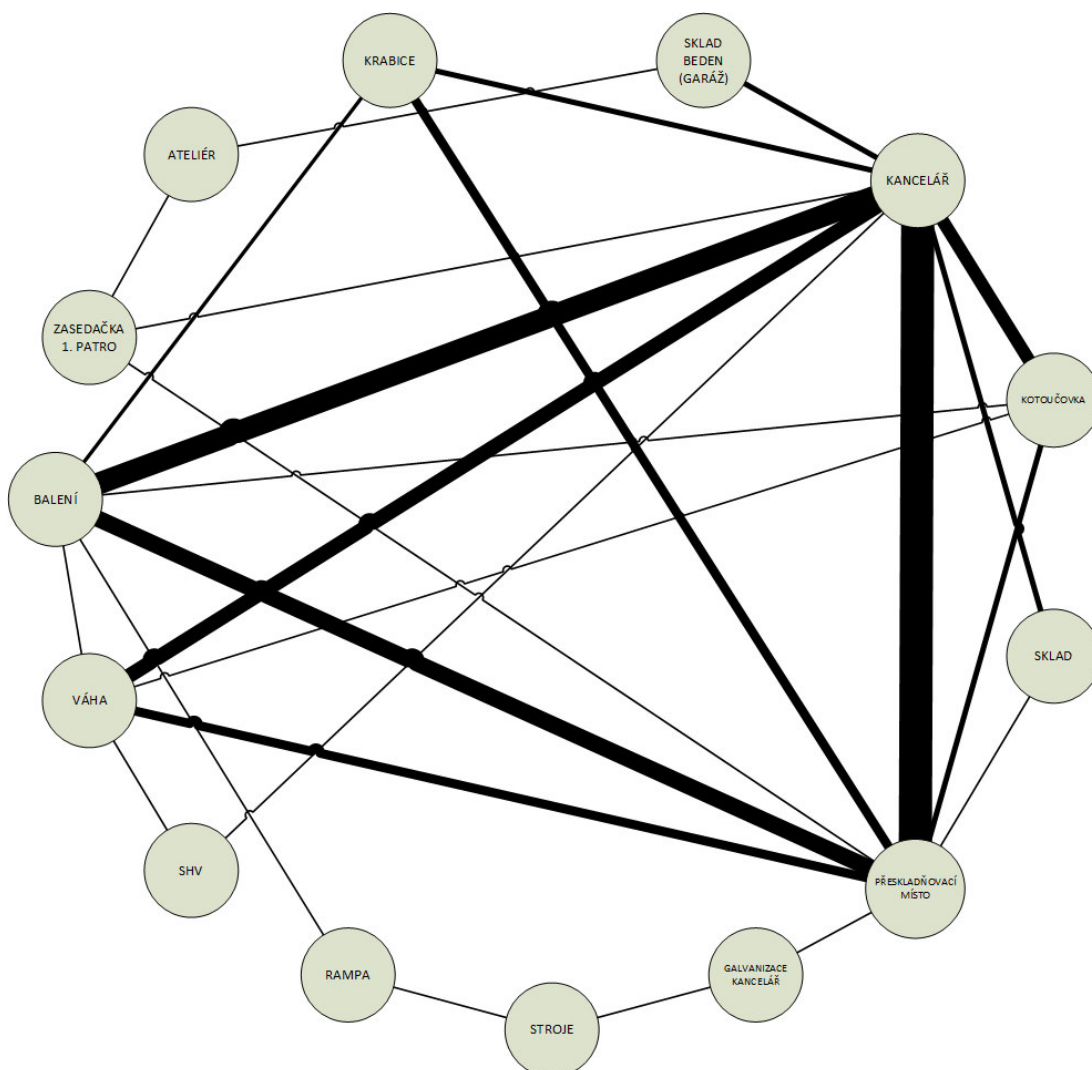
Ačkoli z obou snímků vyplývá, že většinu času stráví pracovníci tím, co dělat mají, nelze si nevšimnout vysokého počtu přechodů po pracovišti a vyššího počtu manipulace s díly. To nasvědčuje tomu, že jsou po balírně nevhodně rozložená pracoviště, a nutí tak pracovníky k častému přecházení.

3.4.3 Intenzita přechodů mezi pracovišti

Na základě záznamů o přechodech a poznámek kam pracovník jde, bylo možno sestavit diagramy zobrazující intenzitu přechodů mezi jednotlivými částmi balírny. Tyto diagramy vycházejí ze Sankey diagramů.

Sankey diagram je grafické znázornění veličiny toků. Pomocí šíře šipek se zobrazuje objem veličiny. [33]

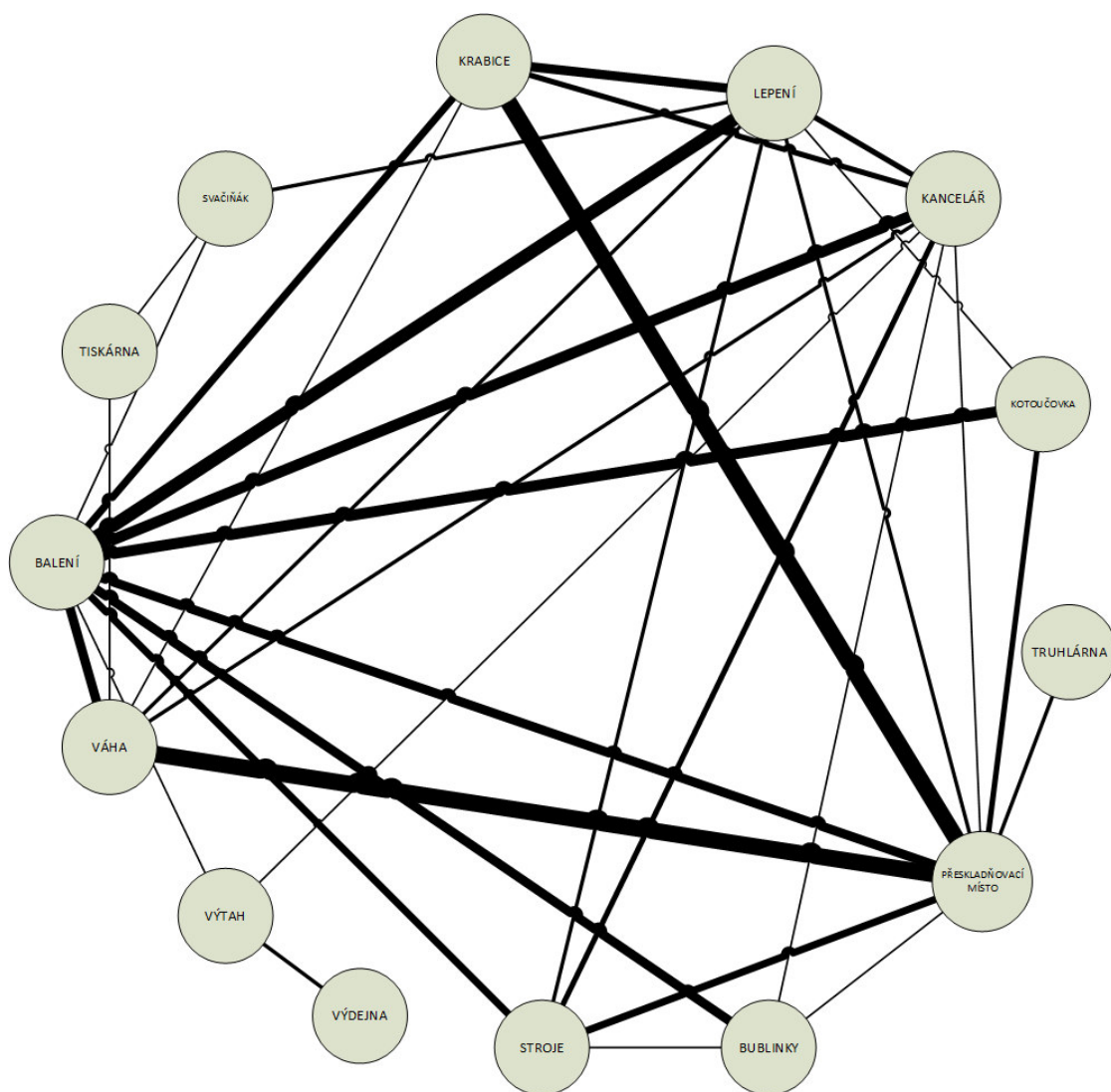
Z těchto diagramů lze podle tloušťky čar vyvodit nejfrekventovanější cesty mezi jednotlivými částmi balírny. Tedy pracoviště, která by bylo vhodné umístit blízko k sobě. Zkrácením nejfrekventovanějších cest lze docílit největšího snížení celkového času přechodů.



Obr. 15: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – technolog balení

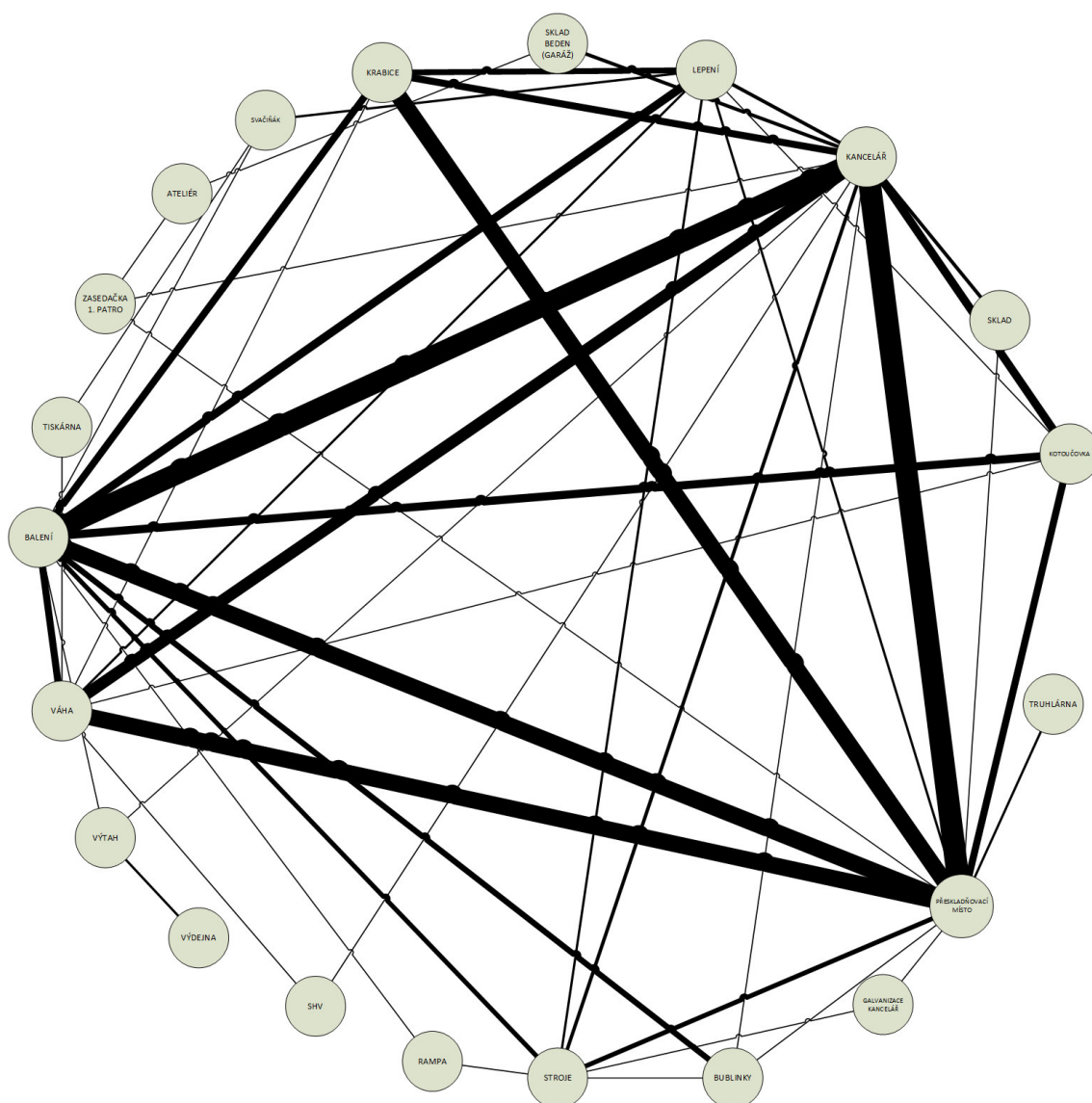
Z obrázku intenzity přechodů pro technologa balení (Obr. 15) lze vyvodit, že se nejčastěji pohybuje mezi kanceláří a přeskladňovacím místem, dále pak mezi kanceláří a balením. Z toho vyplývá, že pro technologa by bylo nejvhodnější seskupit tyto tři pracoviště co nejblíže k sobě. Další místa, která stojí za zmínku jsou váha, kde technolog kontroluje všechna odcházející balení a dle obrázku „kotoučovka“ – to je místo kde byly baleny dřevěné bedny.

Oproti technologovi se pracovník balení pohybuje více po celé balírně a jeho pohyby nejsou soustředěny kolem několika styčných bodů. Z obrázku (Obr. 16) je vidět že největší hustota přechodů prochází pracovištěm balení, bylo by tedy vhodné toto pracoviště umístit do centra dění. Dalšími významnými místy jsou váha, přeskladňovací prostor, sklad krabic a lepení. To jsou místa, na která by se měl při návrhu nového layout brát ohled.



Obr. 16: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – pracovník balení

Následovalo spojení výsledků obou pracovníků do jednoho souhrnného obrazce. Zde by měla být vidět celková intenzita přechodů. Ještě je nutné dodat, že pracovníků balení je více, a tedy intenzity přechodů pracovníka by měli mít při návrhování větší váhu.



Obr. 17: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – sloučeno

V souhrnném obrázku intenzity přechodů (*Obr. 17*) nejvíce vynikají místa balení, přeskládňovací místo, kancelář, váha a sklad krabic. Tato pracoviště budou hrát v návrhu layoutu hlavní roli. Nemělo by se však opomenout také na méně výrazná pracoviště, ale také využívaná jako je lepení krabic a „kotoučovka“, kde docházelo k plnění dřevěných beden.

Jedním ze závěrů může být to, že by bylo vhodné vymezit místo určené výhradně pro balení do beden či velkých boxů.

3.4.4 Zobrazení materiálových toků

Kombinací dat z procesních map, časových snímků a toků materiálů byl vytvořen komplexní Spaghetti diagram, vyobrazující materiálové toky.

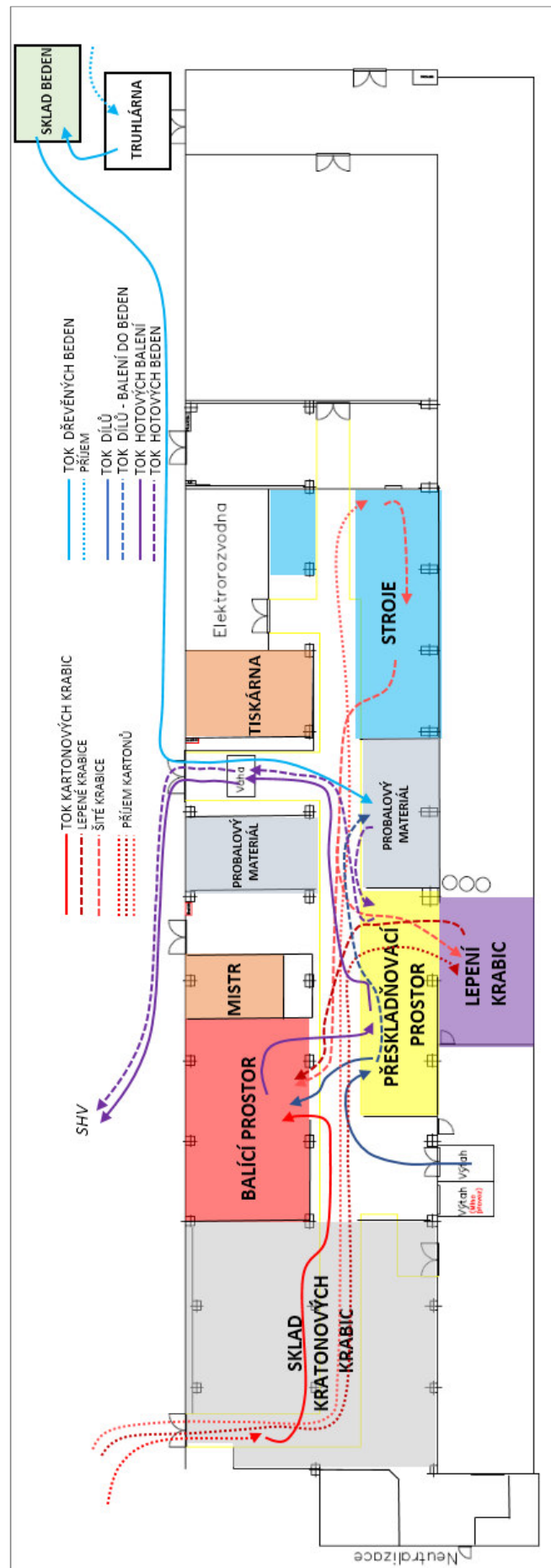
Nejedná se tedy o klasický Spaghetti diagram, kdy je vyobrazen přesný pohyb pracovníka, ale spíše vyobrazeny cesty materiálu mezi částmi balírny, což ukazuje špatné rozložení balírny. A je vhodným podkladem pro následný *re-layout*.

Toky materiálu, zobrazené na obrázku (*Obr. 18*), napovídají, kde jsou v průtoku materiálů slabá místa. Protože je celá balírna několikrát dělená stěnami, dochází ke koncentraci všech toků středovou cestou. Mimo to materiál cestuje po balírně sem a tam. Snahou by mělo být toky zkrátit a napřímít. Pracovníci vesměs kopírují toky materiálu, berou díl poté přináší obaly a probaly, balí a odváží balení přes váhu na rampu, kde se převážejí balíky do skladu *SHV*.

Velikým nedostatkem je sklad beden, který je úplně mimo balírnu. Bedny se vytvoří a smontují na truhlárně poté se převezou asi *50 metrů* do skladu beden – což je garáž, a ze skladu se převážejí do balírny dalších asi *100 metrů*. Převoz provádí ještěrkář jenž se stará také o převážení balení do skladu *SHV*, může se tak stát, že kvůli zbytečnému převážení vzniknou další prostoje při čekání na bedny, nebo na odvezení balení a uvolnění prostoru pro další práci. Ve skladu beden jsou navíc nevhodné podmínky, dřevo zde navlhá a může způsobovat další nechtěné jevy.

Většina aktivit spojených s plýtváním je tedy způsobena špatným rozložením pracovišť v balírně. To jasně vede k potřebě *re-layoutu* celé balírny a napřimení materiálových toků.

Materiálové toky v současném, respektive v původním rozložení balírny jsou vyobrazeny na obrázku (*Obr. 18*).



Obr. 18: zobrazení toků na balírně – původní stav

3.4.5 Vyhodnocení evidence přepravních jednotek montáž – balírna

Z vyplněných formulářů byly spočteny čárky – četnosti použitých přepravních jednotek a zaznamenány do excelovské tabulky. V tabulce byla data sečtena po jednotlivých týdnech i celkově. Během měření byly odcizeny dva formuláře, i přesto je počet 25 formulářů pro vypovídající závěry dostačující.

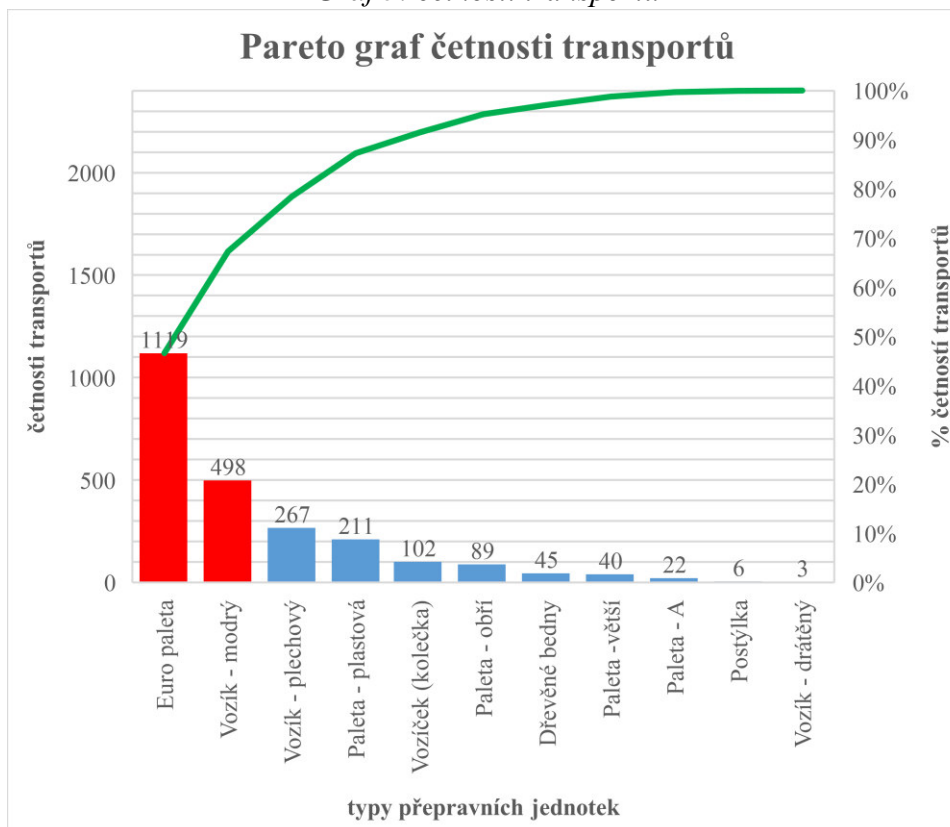
Z tabulky (*Tab. 9*) vyplývá, že nejvíce je používán převoz dílů na paletách, a to na klasických euro-paletách za 126 dní bylo použito 1119 *euro-palet*. Dohromady bylo převezeno 1526 *přepravních jednotek*, které se převáží pomocí paletových vozíku, převážně různé typy palet ale i dřevěné bedny. Toto množství je z celkových 2402 *převozů* 63,5 %.

Souhrnný přepis celé evidence je zobrazen v tabulce (*Tab. 9*).

Tab. 9: evidence četností transportů přepravních jednotek

EVIDENCE ČETNOSTI TRANSPORTŮ																												
Montáž → Balírna																												
	18.-22.10	24.-27.10	31.10.-4.11.	7.-11.11.	14.-18.11.	21.-25.11.	28.11.-2.12.	5.-9.12.	12.-16.12.	19.-22.12.	27.-29.12.	2.-6.1.	9.-13.1.	16.-20.1. světlo uliční	23.-27.1.	30.1.-3.2. světlo uliční	6.-10.2.	13.-17.2.	20.-24.2.	27.2.-3.3.	6.-10.3.	13.-17.3.	20.-24.3.	27.-31.3.	4.-7.4.	10.-13.4.	18.-21.4.	SUMA
Vozík - modrý 1125 x 1125	23	18	17	3	15	25	25	18	60	16	15	18	4		20		15	17	33	18	39	3	21	50	7	11	7	498
Vozík - plechový 1125 x 1125	14	7	7	2	8	12	12	16	8	7	4	6	4		14		6	20	6	7	35	2	21	43	0	3	3	267
Vozík - drátěný	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Vozíček (kolečka) (opa. 2.borový)	10	2	5	1	5	2	4	8	3	1	0	1	2		7		5	1	1	1	15	0	7	19	0	1	1	102
Postýlka 1125 x 1125	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Euro paleta 1125 x 1125	116	31	66	78	29	43	47	55	66	78	18	17	28		44		32	41	40	28	39	23	56	51	12	40	41	1119
Paleta - větší 1125 x 1125	1	0	1	0	2	1	2	0	1	0	1	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0	25	0	3	3	40
Paleta - obří 1125 x 1125	0	1	6	2	1	1	5	1	3	1	1	0	1		49		0	1	0	0	0	0	1	11	0	1	3	89
Paleta - plastová 1125 x 1125	3	1	7	4	0	9	0	1	7	6	4	4	4		3		0	1	6	6	38	19	20	43	7	7	11	211
Paleta - A 1125 x 1125	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0		1		0	1	0	3	1	0	0	7	0	1	3	22
Dřevěné bedny	0	0	2	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0		0		1	2	1	0	0	0	4	5	3	2	20	45
SUMA	173	61	111	90	62	93	97	100	148	109	45	47	43	0	138	0	63	84	87	63	167	47	130	254	29	69	92	2402
Předmět č. 2	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	128

Graf 3: četnosti transportů



Z grafu (Graf 3) je zjevné, že 80 % (červená barva) všech transportů probíhá na euro-paletách a na modrých vozících. Přitom většina je převážena na paletách.

Z této analýzy vyplynulo, že není nutno pořizovat podlahovou váhu ke vstupu do balírny, protože většina dílů je převážena pomocí paletových vozíků, stačí používat paletové vozíky s váhou. Je to varianta o mnoho levnější a dostačující, pomocí těchto vozíků lze v případě potřeby vážit i modré vozíky a jiné přepravní jednotky.

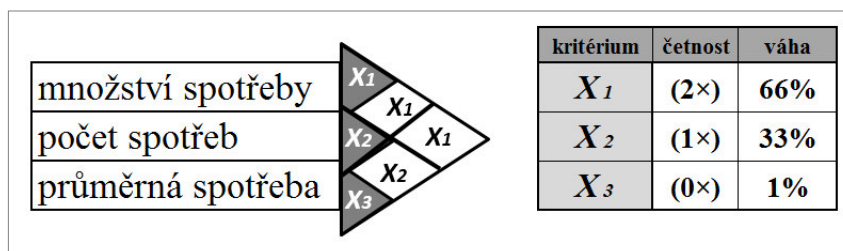
3.4.6 Analýza SAP dat – obalové a probalové materiály

V této kapitole je popsán průběh analýzy obalových a probalových materiálů z dat stažených z informačního systému. Analýza se zabývala především odhalením nejvíce a nejméně používaných položek, pro navržení rozložení položek ve skladech, respektive v regálech, a tím zkrácení doby vyskladňování a dohledávání.

Kartonové krabice a bedny

Protože sklad kartonů obsahuje mnoho položek, byl podroben analýze používání jednotlivých typů krabic a beden. Tyto údaje byly staženy z řídicího systému SAP a následně byly vyhodnoceny pomocí *Pareto principu* a *ABC analýzy*. Data byla stažena za poslední 1,5 roku.

Samotné vyhodnocení spočívalo v seřazení položek podle četnosti použití a podle počtu použitých položek, a průměrné spotřeby. Výchozí a určující parametry tedy byly: *množství spotřeby*, *počet spotřeb* a *průměrná spotřeba*. Jednotlivým kritériím byla přiřazena váha. Váha byla určena porovnávacím trojúhelníkem, viz. obrázek (Obr. 19).



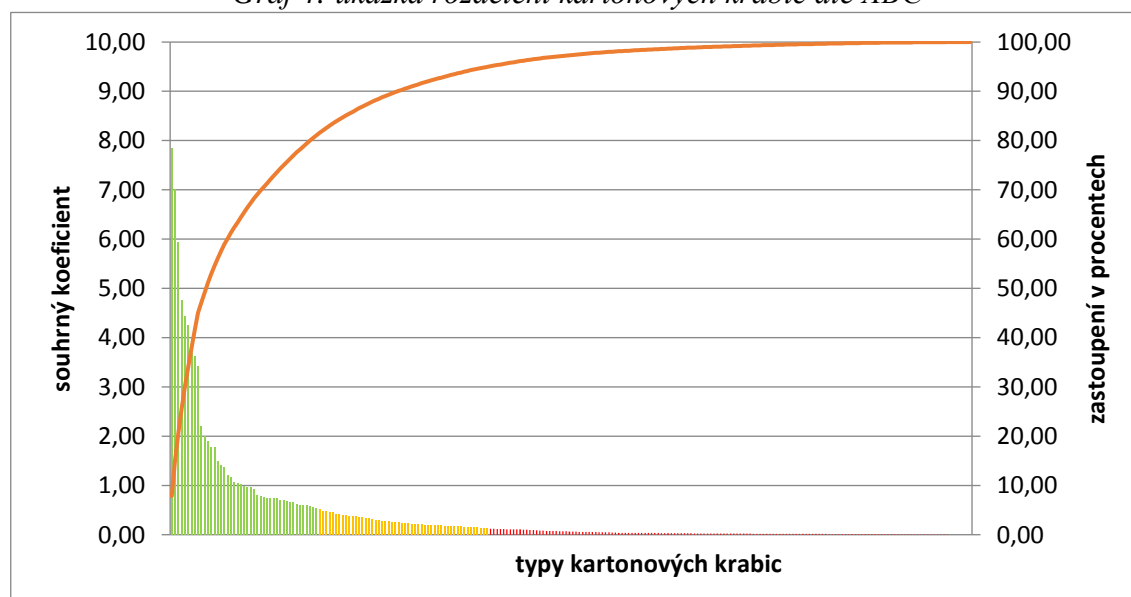
Obr. 19: porovnávací trojúhelník a výpočet vah kritérií

Kritéria byla označena X_1 , X_2 a X_3 . Následně byla kritéria vzájemně po dvojicích porovnávána, kdy bylo rozhodováno o větší důležitosti kritéria, důležitější kritérium se zapsalo do trojúhelníku. Po porovnání všech kritérií se sečetly četnosti kritérií z trojúhelníku a následně přepočítali na procenta. Vypočtená procenta udávají váhu koeficientů.

Jednotlivá kritéria byla vynásobena váhovými koeficienty a u každé položky sečtena do výsledného řadícího kritéria. Podle výsledného souhrnného kritéria byly položky seřazeny sestupně a hodnoty byly přepočteny na procenta a následně na kumulativní procenta. Následovala *Pareto analýza* a rozdělení do kategorií *A*, *B* a *C* dle *ABC analýzy*.

Položky v kategorii *A* jsou v rozmezí 0 % - 80 % (kumulativních procent). Položky *B* jsou v rozmezí 80 % - 95 %, a položky *C* jsou od 95 % do 100 %. Na základě tohoto rozdělení by mělo odpovídat následné rozložení kartonů a beden ve skladech.

Graf 4: ukázka rozdělení kartonových krabic dle ABC

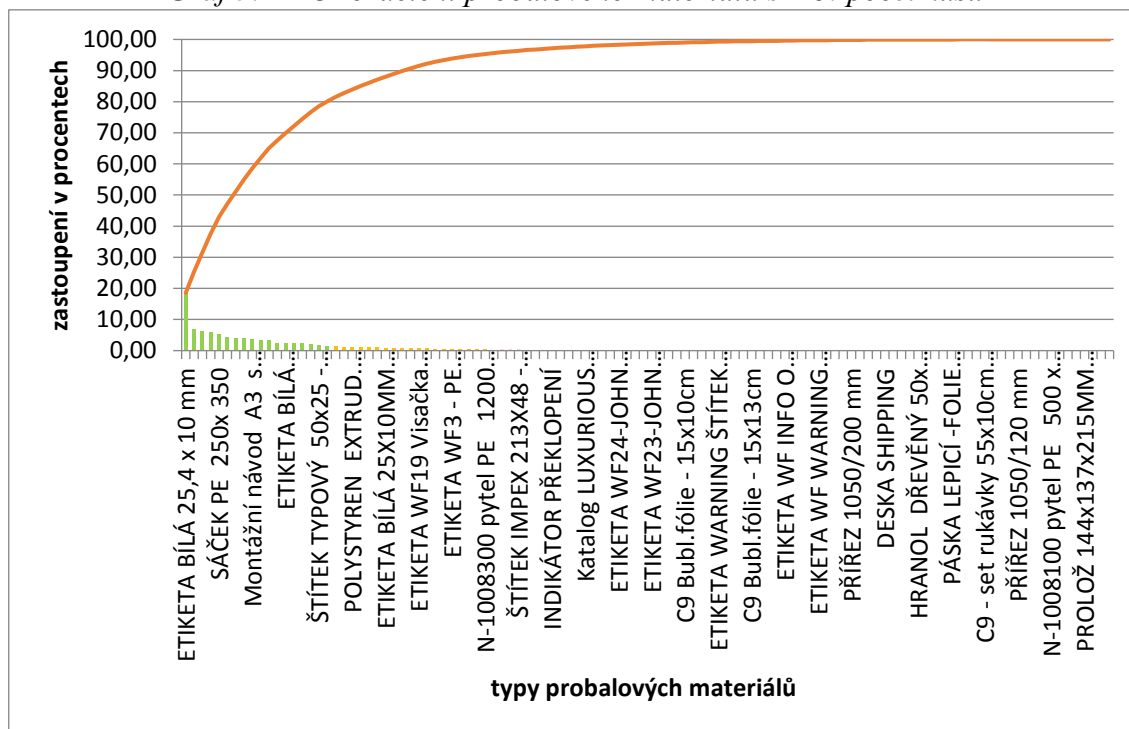


Protože je typů krabic velké množství, graf (Graf 4) je nečitelný a je zde uveden pouze pro lepší představu stavu kartonů. Dřevěné bedny mají výsledky podobné.

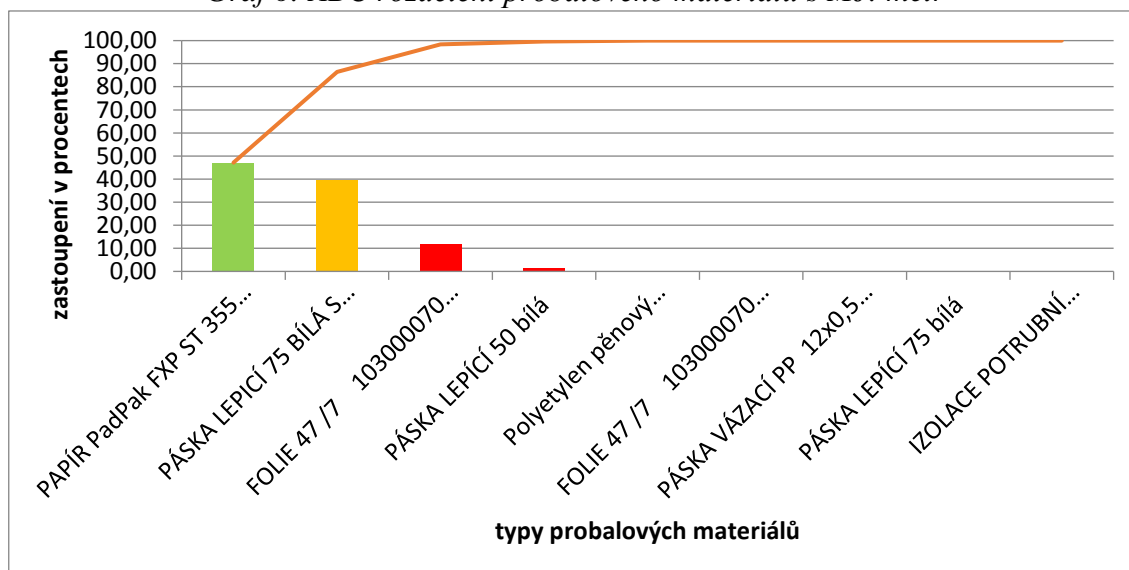
Probalový materiál

Stejný postup vyhodnocení byl použit pro analýzu používaných probalových materiálů, ty byly ale nejprve rozděleny do skupin, podle měrných jednotek (MJ). Jelikož se jedná o materiály měřené pokaždé jinak a používané k různým účelům je obtížné z analýzy vyvozovat jasné závěry.

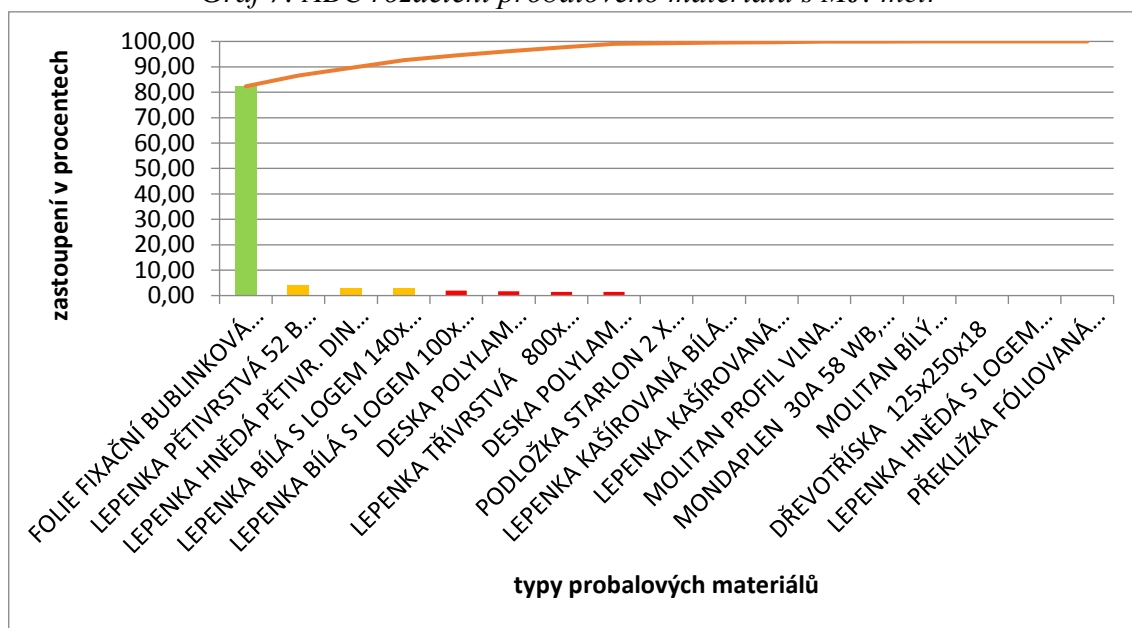
Graf 5: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: počet kusů



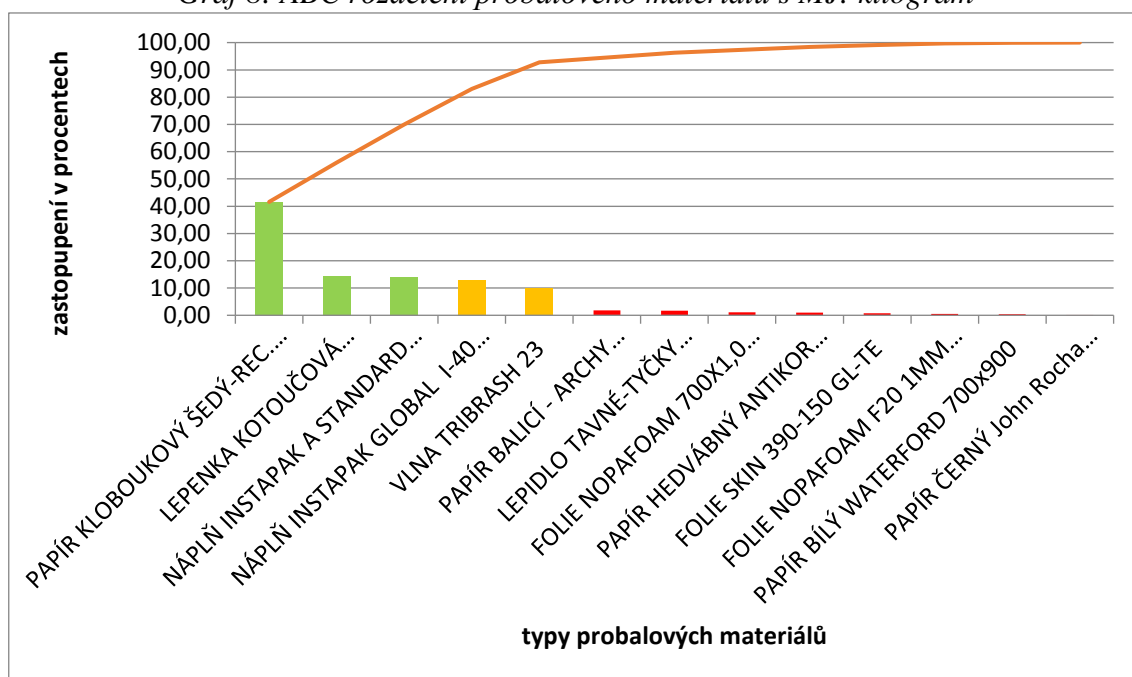
Graf 6: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: metr



Graf 7: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: metr²



Graf 8: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: kilogram



Všechny uvedené grafy: (Graf 4), (Graf 5), (Graf 6), (Graf 7) a (Graf 8), jsou uvedeny pouze pro snazší orientaci v problematice. Zelená barva značí kategorii A, oranžová barva kategorii B a červená kategorii C.

Závěr

I přesto, že výsledky analýzy udávají určitý směr, které materiály skladovat nejbližší, případně které vyloučit kvůli nízkému nebo žádnému používání. Výroba se velice často mění a zrovna několik položek, které vyšli z analýzy mezi nejhoršími budou v nadcházejících projektech používány v enormním množství. Proto je rozhodování o nepoužívanějších a nejméně používaných položkách dosti obtížné. Predikce výroby a od ní odvozených obalů je velice obtížná, protože se jedná o zakázkovou výrobu designových dílů. Množství velikost a typ výrobků je určen mnoha aspekty, počínaje požadavky zákazníků, přes módní trendy až po úspěšnost marketingové kampaně.

Nicméně bylo podáno doporučení k unifikaci obalových materiálů a snížení počtu jejich typů pro snadnější správu a skladování. Veškeré rozhodování pak musí být provázeno s mistrem a technologem balení, protože v tomto případě nejsou data vycházející z analýzy stoprocentně směrodatná. Do budoucna se tedy doporučuje analýzu opakovat a skladování dynamicky přizpůsobovat, například podle zakázek v *pipeline*, tedy pomyslném zásobníku zakázek u obchodníků, nebo podle zakázek se založenou interní poptávkou.

Pro přesnější analýzu by bylo vhodnější vycházet z delšího období analyzovaných dat. Při rozhodování, které obalové materiály skladovat co nejbližší pracovištím se tedy vycházelo částečně z této analýzy ale po pečlivé konzultaci s pracovníky, mistrem a technologem balení.

3.4.7 Analýza SAP dat – ležáci ve skladu S212

Po analýze dat vyšlo najevo, že je vhodný *re-layout* celé balírny. Pro vhodné návrhy by bylo potřeba více prostoru. Proto byla v rámci tohoto projektu zařazena analýza skladu nakupovaných skleněných dílů (*sklad S212*), který s balírnou sousedí. Jelikož stále mluvíme o zakázkové výrobě sklad nakupovaných dílů by neměl mít žádné díly, z již hotových zakázek. Nicméně po chvíli bádání, bylo zjištěno, že se ve skladu nacházejí i náhradní díly, a některé položky se používají opakovaně do mnoha zakázek. I přesto bylo očividné, že je ve skladu mnoho položek takzvaných ležáků. Tyto položky zbytečně zabírají místo a způsobují ztráty typu zbytečných zásob. Bylo tedy namístě pokusit se odhalit, které položky jsou zbytečnými ležáky a které nikoli.

Analýza pohybů položek na skladě

Ležáci byli odhalováni pomocí analýzy pohybů na skladě. Pro odhalení takzvaných ležáku byl vytvořen pomocný koeficient. Koeficient byl založen na předpokladech, že pokud je u položky velká zásoba dílů, bereme to spíše jako záporný ukazatel, současně ale nechceme položky s nízkým pohybem, proto bylo nutno také zohlednit položky s nízkou spotřebou a příjmy. Jinak řečeno položky s velkou momentální zásobou a zároveň nízkým počtem pohybů aspirují k tomu, být hledaným ležákem vhodným k vyřazení či redukci skladovaného počtu.

$$\text{zásoby} \uparrow \quad \leftrightarrow \quad \text{spotřeba} \downarrow; \text{příjem} \downarrow$$

Pro dosažení těchto požadavků byly do vzorce hodnoty vkládány tak, že se sečetly hodnoty *spotřeb* a *příjmů*, a to celé se podělilo hodnotou *zásob*. Provedení je zobrazeno na obrázku (Obr. 20).

$$K = (\text{spotřeba} + \text{příjem}) / \text{zásoby}$$

Položky s větší pravděpodobností se pak zobrazí tak, že jsou seřazeny podle tohoto koeficientu vzestupně. Tedy čím menší je hodnota vypočteného koeficientu, tím větší je pravděpodobnost, že je položka vhodná k odstranění, nebo redukci množství.

Prvním krokem bylo stažení dat z řídicího systému SAP. Pomocí transakce *Přehled zásob a pohybů*, byla stažena data o velikosti současné zásoby, množství spotřeby, počet spotřeb, množství příjmu, a počet příjmů. To vše za poslední dva a půl roku. Z těchto hodnot byly vypočteny pomocné řadící koeficienty. Tyto koeficienty řadí položky s pravděpodobností toho, že jsou ležáci ale také řadí položky podle největšího efektu při odstranění.

M	N	O	S	T	U	V
Zásoba v ZMJ 07.2017	Množství příjmu v ZMJ 01.2014 - 07.2017	Množství spotřeby v ZMJ 01.2014 - 07.2017	Počet příjmů 01.2014 - 07.2017	Počet spotřeb 01.2014 - 07.2017	Koeficient	
	500	500	1	1	$= (N2+O2)/M2$	
	0	385		1		
	3	3	1	1		
	200	200	1	1		

Obr. 20: zobrazení výpočtu pomocného koeficientu v programu Excel

Pro vhodné posouzení byly staženy a porovnány hodnoty za poslední půl rok. Tím se zamezilo vyřazení položek s poměrně nízkým počtem pohybů za celé období, které mají většinu nebo všechny pohyby v posledním půl roce. Tedy, když máme na skladě poměrně novou položku, očekává se, že u ní neproběhlo mnoho příjmů a výdajů. V měřítku za dva a půl roku pak tato položka vypadá jako ležák, ačkoli ležákem není a bylo by nevhodné tuto položku odstraňovat.

Před dalším postupem se tedy musela data za 2,5 roku sloučit s daty za 0,5 roku. Po sloučení byly položky seřazeny vzestupně podle pomocného koeficientu.

M	N	O	P	Q	R	V	W	X	Y	Z
Základní MJ	Zásoba v ZMJ 07.2017	Zásoba v ZMJ 07.2017	Množství příjmu v ZMJ 01.2014 - 07.2017	Množství příjmu v ZMJ 01.2017 - 07.2017	Množství spotřeby v ZMJ 01.2014 - 07.2017	Množství spotřeby v ZMJ 01.2017 - 07.2017	Počet příjmů 01.2014 - 07.2017	Počet spotřeb 01.2014 - 07.2017	Koeficient	
KS	8 137	8 137	0	0	5	5		2	0,00061448	
KS	9 001	9 001	16	0	5	5		4	0,00233307	
KS	866	866	1	0	1	1	1	1	0,00233645	
KS	213	213	0	0	1	1			0,00469484	
KS	1 458	1 458	8	0	2	2		2	0,00685871	
KS	2 647	2 647	2	0	36	36		1	0,01435587	
KS	65	65	0	0	1	1			0,01538462	
KS	115	115	0	0	2	2		2	0,0173913	
KS	408	408	0	0	9	9			0,02205882	
KS	168	168	0	0	5	5	3		0,0297619	
KS	233	233	1	0	7	7		1	0,03433476	
KS	49	49	0	0	2	2			0,04081633	
KS	145	145	0	0	6	6		3	0,04137931	
KS	433	433	0	0	18	18			0,04157044	
KS	1 387	1 387	1	0	79	79	14	1	0,05767844	
KS	580	580	21	0	16	16		1	0,0637931	
KS	88	88	5	0	1	1		1	0,06818182	

Obr. 21: seřazená data podle pomocného koeficientu a vyznačení ležáci

Následovalo prohledávání dat a určování které položky mohou být vyřazeny, nebo u kterých položek může být zredukována jejich zásoba. První označování bylo provedeno v rámci projektu a byly označovány předpokládané ležáky do hodnoty koeficientu 2, seřazená a označená data zobrazuje obrázek (Obr. 21). Při odstranění označených položek bychom odstranili 24 505 *dílů* to je z celkových 83 526 *dílů* přibližně 29 %. Jako

následující postup bylo doporučeno, aby tuto metodu používali pracovníci skladu, jež vědí, které díly jsou důležité a které ne. Společně se seříděním skladu a opakováním tohoto postupu každý půl rok, se může dosáhnout veliké úspory skladovaných položek a tím i skladovacího prostoru.

Z následné analýzy pracovníky skladu vyplynulo, že po přerovnání potřebných a odstranění nepotřebných dílů, dojde k úspoře prostoru až přes 50 % *prostoru* stávajícího. Tato úspora zahrnuje také přechod ke skladování v regálech

Z toho vyplývá, že část současného skladu může být použita pro plánování návrhů v rámci *re-layoutu* balírny.

3.4.8 Analýza – shrnutí

Díky analýze vyplynulo mnoho problémů, jež se dají řešit pro optimalizaci balírny. Shrnutí splněných činností ve fázi analýzy je uvedeno v tabulce (Tab. 10).

Tab. 10: shrnutí fáze analýza

Projekt balírna		Vykonává		ok?
ANALÝZA <i>analyze</i>	1	hodnotová analýza procesu	Sojka	✓
	2	vyhodnocení časových snímků	Sojka	✓
	3	tvorba Sankey diagramu	Sojka	✓
	4	tvorba Spaghetti diagramu	Sojka	✓
	5	analýza přepravních jednotek	Sojka	✓
	6	analýza SAP dat - obalové a probalové mat.	Sojka	✓
	7	analýza SAP dat - ležáci ve skladu S212	Sojka	✓

Všechny předem vytyčené body byly splněny, projekt se tedy mohl posunout do fáze zlepšovatelských návrhů.

3.5 Zlepšení, nápravná opatření

Ve fázi zlepšování došlo ke generování nápravných opatření na problémy, jež vyplynuly z měření a analýzy.

Tab. 11: plán fáze zlepšení

Projekt balírna		Vykonává	
ZLEPŠENÍ / NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ <i>improve</i>	1	návrhy na zlepšení, nápravná opatření	Sojka
	2	návrhy na nový layout	Sojka
	3	porovnání layoutů - výběr nejlepších	Sojka FIRMA
	4	cenové porovnání	Sojka FIRMA

Tabulka (Tab. 11) zobrazuje plán aktivit a úkolů v etapě zlepšování.

3.5.1 Návrhy nápravných opatření

Návrhy na nalezené problémy byly generovány pomocí brainstormingu ale i pomocí běžného selského rozumu.

Rychlé výhry

Mezi rychlé výhry, takzvané *quick wins*, lze zařadit nápravná opatření nebo zlepšení, která mohla být implementována téměř ihned bez hlubší analýzy.

Problém: *balení na lavicích, nevhodná ergonomie
zvedání krabic a beden do páskovačky*

Nápravné opatření: zvedací plošinový vozík, viz. obrázek (Obr. 22)



Obr. 22: zvedací plošinový vozík [38]

Tento vozík umožňuje nastavení správné výšky při balení. Současně umožňuje převážení zabalených krabic ke strojní páskovačce kde pracovník balení pouze posune a již ho nemusí zvedat. Hlavním zlepšením je zde ergonomická stránka při balení ale i při přenášení, zároveň se použitím vozíku odstraní několik zbytečných mezikroků jako je přenášení a zvedání balení do páskovačky. Tyto vozíky jsou určeny pro balení větších krabic a boxů.

Problém: *probalový materiál všude po hale
mnoho přechodů při přípravě balení*

Nápravné opatření: balící stůl se zásobníky na nejběžnější typy probalových materiálů



Obr. 23: kompletní balící stůl [39]

Balící stoly z obrázku (*Obr. 23*), usnadňují přípravu a proces balení, jsou určeny pro balení malých krabic. Slouží především jako zásobníky pro nejběžněji používané probalové materiály, případně i malé krabice. Díky těmto stolům se odstraní veliké množství přechodů při přípravě balení a odstraní se čas hledání materiálu. Firma si chystá sestavit své vlastní stoly na míru dle požadavků balení.

Problém: *mnoho přechodů při vážení hotových balení*

Nápravné opatření: stolní váha na malá balení (do 50 kg), viz. obrázek (*Obr. 24*)



Obr. 24: multifunkční průmyslová váha [40]

Díky pořízení jedné až dvou stolních vah lze rapidně snížit počet transportů na podlahovou váhu. Všechny malé balíky mohou být váženy přímo na pracovišti balení.

Další návrhy nápravných opatření

V této části jsou vypsány další opatření, která by mohla být použita společně s přeuspořádáním pracovišť.

Skladování krabic do regálů

Skladováním do regálů se dá ušetřit mnoho prostoru. Nyní jsou veškeré krabice skladovány na paletách na zemi, zabírají tak nemalou plochu. V případě skladování v regálech do výšky lze ušetřit značnou část plochy.

V případě skladování do regálu je nutné pořídit vhodnou manipulační techniku.

Paletové vozíky s váhou

Pořízení více paletových vozíků s váhou. Momentálně je na balírně jeden, který se čas od času porouchá, poté je nutné všechny příchozí díly převážet nejprve na podlahovou váhu.

V případě, že by veškerý transport dílů na paletách do balírny probíhal pomocí paletových vozíků s váhou, mohlo by pomocí nich probíhat téměř veškeré vážení příchozích dílů. Protože dle předešlé analýzy je většina dílů převážených do balírny převážena paletovým vozíkem.

Nová podlaha

Téměř v celé balírně je potřeba opravit podlahu, podlaha je popraskaná vydrolená. V případě používání nově nakoupené manipulační techniky je nová podlaha nutností.

Oprava cesty mezi rampou a skladem SHV

Opravou hrbolaté cesty by bylo možné dosáhnout odstranění snížené stability při převozu boxů. Tím pádem by nebylo nutné boxy jistit strečovou fólií.

3.5.2 návrhy nového layoutu

Z analýzy vyplynulo, že většinu problémů lze redukovat nebo dokonce odstranit pomocí vhodného přeuspořádání pracovišť na balírně. Proto vzniklo několik návrhů rozložení balírny, do kterých se následně zaznamenávali materiálové toky, aby bylo jasné, zda se toky a proces napřímili, či nikoli.

Z mnoha variant byly vybrány tři nejlepší, které byly následně prezentovány managementu firmy. Ve všech variantách se počítá alespoň s částečným otevřením prostorů tím, že se probourají stěny dělící prostor. Některé z těchto stěn jsou pouze plechové, nejedná se tedy ani o finančně náročný zásah.

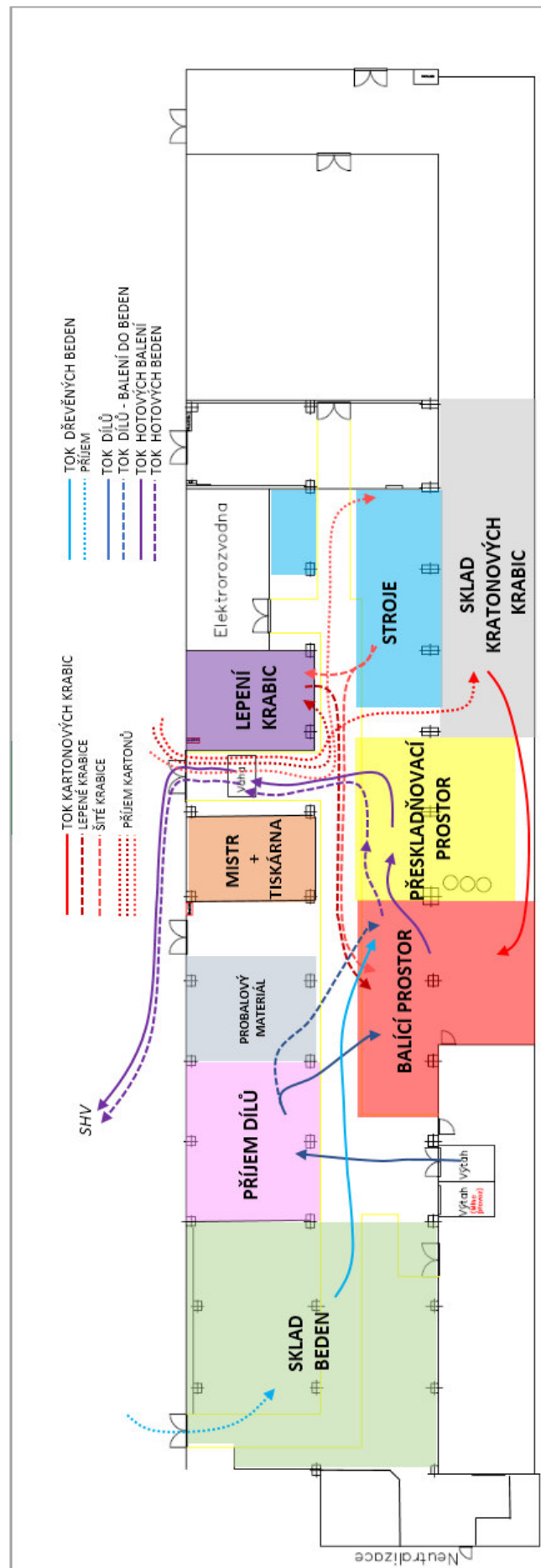
Další snahou u všech návrhů je přemístění skladu beden do prostor balírny a tím odstranění přepravy beden mezi budovami a sklady. Dále pak sjednotit sklad s probalovými materiály na jedno místo.

Varianta 1

V této variantě byl, viz. obrázek (*Obr. 25*), sklad dřevěných beden přesunut do prostor nynějšího skladu kartonových krabic, ten byl přemístěn do ušetřených prostor po skladu nakupovaného skla. Přeskladňovací prostor byl rozdělen na příjem a přeskladňovací prostor hotových balení. Kancelář mistra je v této variantě sloučena s tiskárnou a přemístěna do středu celé balírny, v případě prosklených stěn má pak mistr i technolog přehled o děním v celé balírně.

Přesto, že je tato varianta oproti původnímu stavu lepší stále se materiálové toky poměrně dost kříží. Z tohoto pohledu není *varianta 1* úplně ideální.

Na obrázku (*Obr. 25*) je vyobrazen návrh layoutu *varianta 1* s vyznačenými materiálovými toky.



Obr. 25: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 1

Varianta 2

Druhá varianta vznikla o něco později, a to v době, kdy bylo rozhodnuto, že bude zrušeno pracoviště truhlárny a bedny se budou vyrábět smontováním z nakupovaných desek. To je také důvod proč tato varianta obsahuje celý proces tvorby desek a počítá se zde s prostory na skladování a montáž, protože jsou tato pracoviště přímo v balírně, lze desky montovat přímo před balením, není tedy nutné, aby sklad beden zabíral tak velikou plochu jako v předchozích návrzích.

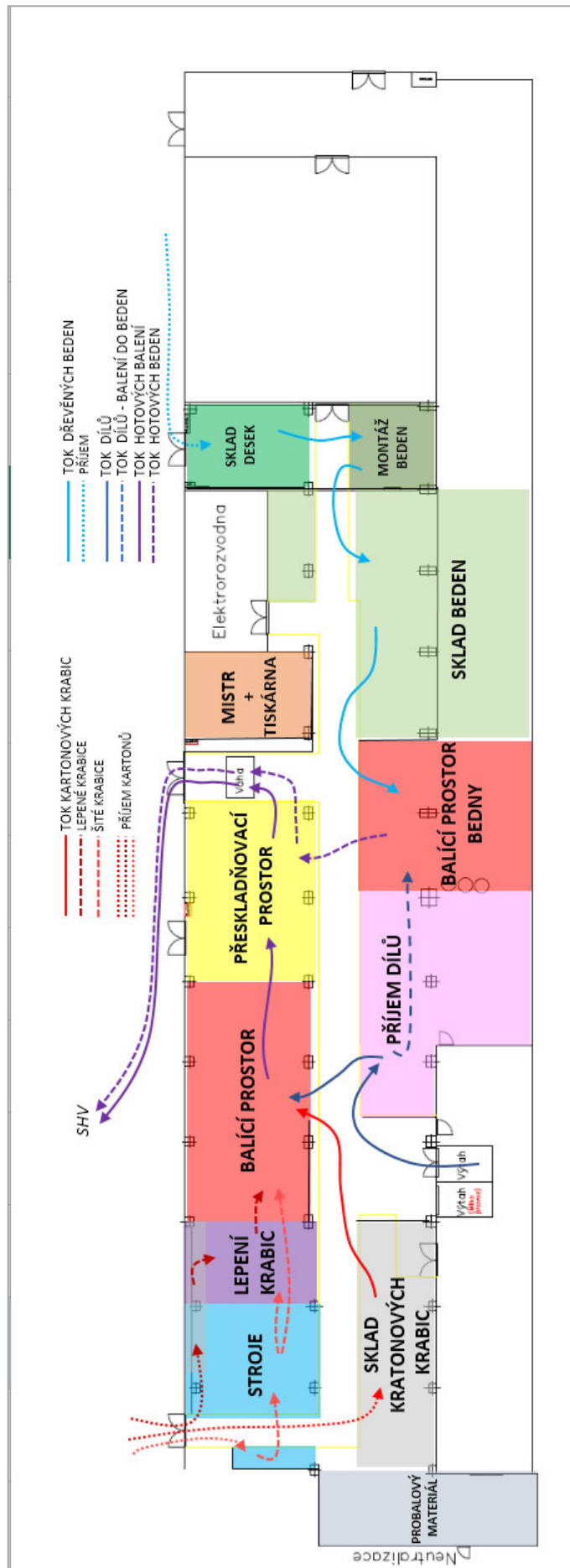
Tato varianta pomyslně rozděluje proces na dvě strany, viz obrázek (*Obr. 26*). Z jedné strany přichází nakupovaný karton a kartonové krabice, ty se zde mohou upravit na strojích, sešít, případně slepit a pokračují na pracoviště balení. Protože jsou v návrhu odstraněny stěny, není středová cesta vytížená, jelikož předávání materiálu může probíhat přímo mezi vyhrazenými zónami pracovišť mimo cestu. Z druhé strany je proud dřevěných beden, který končí v nově vyčleněném prostoru pro balení do beden, tento prosto je také vhodný, protože je zde umístěna kočka na zvedání těžkých břemen. Mezi oběma pracovišti balení je příjem dílů, který je taktéž blízko vstupu do balírny. Přeskláňovací prostor pro hotová balení je pak u výstupních vrat s váhou, naproti kanceláře mistra s tiskárnou štítků.

Oproti předchozí variantě je zde využit prostor po starých nádržích a přilehlé nevyužité prostory, ty jsou využity jako sklad probalových materiálů.

Sklad kartonových krabic je zmenšen, protože se počítá se skladováním do výšky, a to do regálů, navíc je plánováno snížení počtu typů kartonových krabic.

Ve variantě 2, nenalezneme téměř žádné křížení toků, to znamená že rozložení pracovišť je zde velice vhodné a efektivní.

Celkový návrh rozložení pracoviště společně s vyznačenými materiálovými toky pro variantu 2 zobrazuje obrázek (*Obr. 26*).



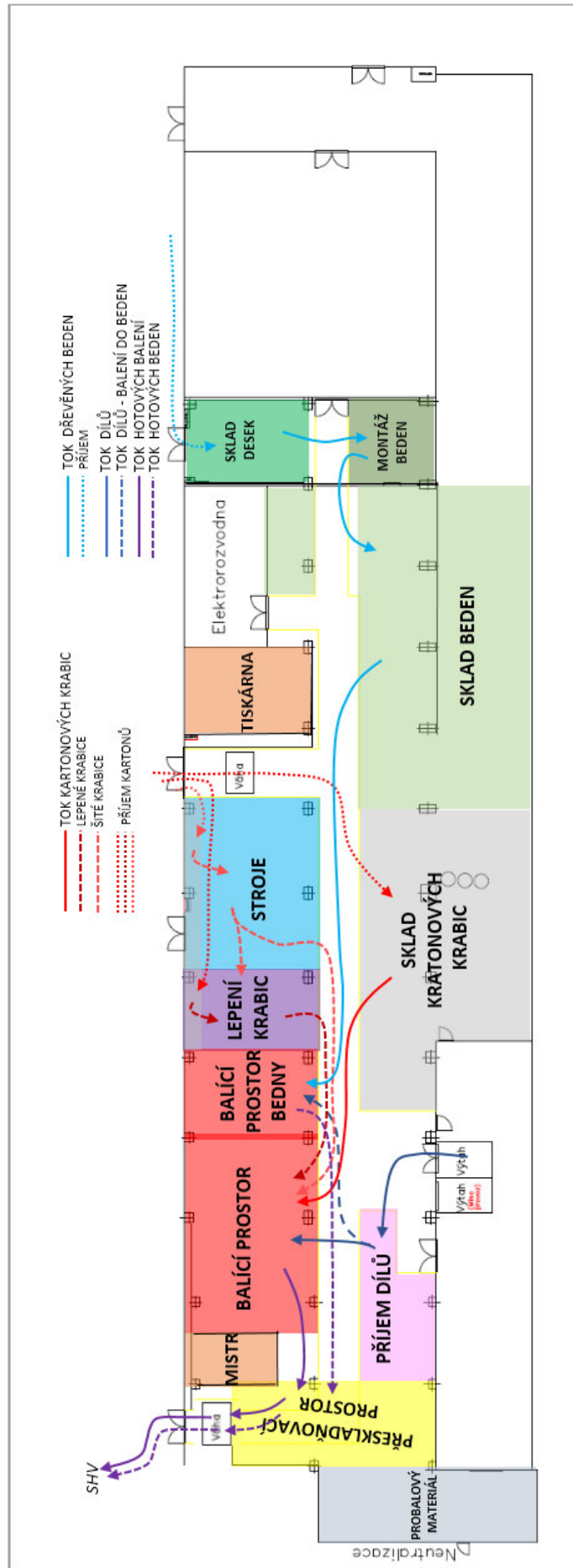
Obr. 26: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 2

Varianta 3

Třetí varianta vycházela z myšlenky uspořádání balírny tak, aby výstup hotových balení byl z vrat nejbližší ke skladu *SHV*, viz. obrázek (*obr. 27*).

V pravé části jsou tedy oba sklady, jak dřevěných beden, tak kartonových krabic. Balení probíhá v části pravé, kam směřuje tok materiálů. Tok dílů je zde zkrácen na minimum, oproti tomu zde dochází k lehkému zkomplikování toků kartonových krabic, pracoviště na sebe plně nenavazují, a proto se transport místy vrací zpět na centrální cestu, kde se toky kříží.

Celkový návrh layoutu pro variantu 3, s vyznačenými materiálovými toky zobrazuje obrázek (*Obr. 27*).



Obr. 27: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 3

3.5.3 porovnání variant layoutů

Vzdálenost průchodu dílu balírnou

Protože všechny díly mají při průchodu balírny stejný průběh, ostatní věci jako obalová jednotka a probalový materiál se mění dle typu dílu, byla určena vzdálenost průtoku dílu skrz balírnu jako jeden z porovnávacích parametrů.

Díly prochází balírnou tak, že od výtahu je díl převezen na přeskladňovací, respektive přijímací, prostor. Odtud se díl převáží na pracoviště balení, kde se zabalí do balení, dále putuje na přeskladňovací místo. Na konec se balení zváží, polepí etiketami a odchází na rampu.

V původním stavu je vzdálenost průchodu dílu balírnou 82,6 metru. Ve *variantě 1* díl ujede při průchodu balírny 58,5 metru. 47,7 metru urazí díl, pokud prochází balírnou ve *variantě 2*. A v poslední, *variantě 3* je vzdálenost průchodu 53,1 metru. Výsledky a porovnání shrnuje tabulka (Tab. 12).

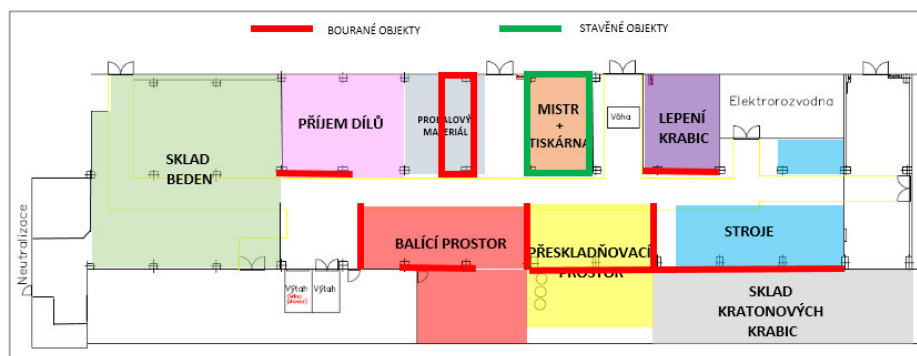
Tab. 12: porovnání vzdáleností průchodu dílu balírnou

layout	vzdálenost průchodu dílu balírnou	uspořená procenta
původní	82,6 m	0,0 %
varianta 1	58,5 m	29,1 %
varianta 2	47,7 m	42,2 %
varianta 3	53,1 m	35,7 %

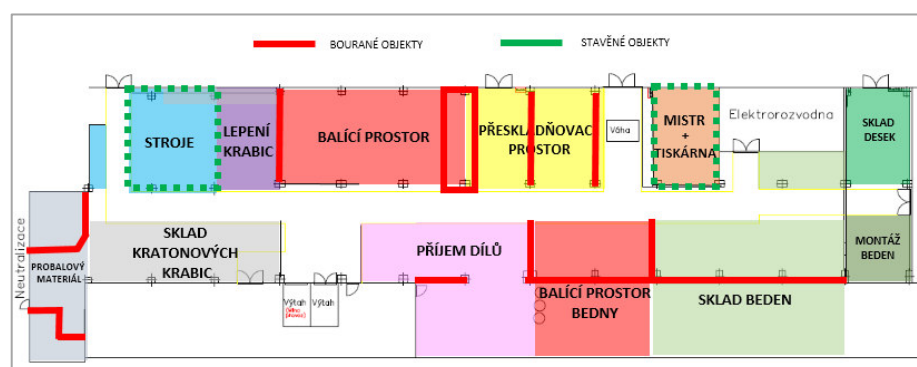
V tomto ohledu je *varianta 2* nejlepší, vzdálenost je oproti původnímu uspořádání o 42,2 % kratší.

Stavební úpravy

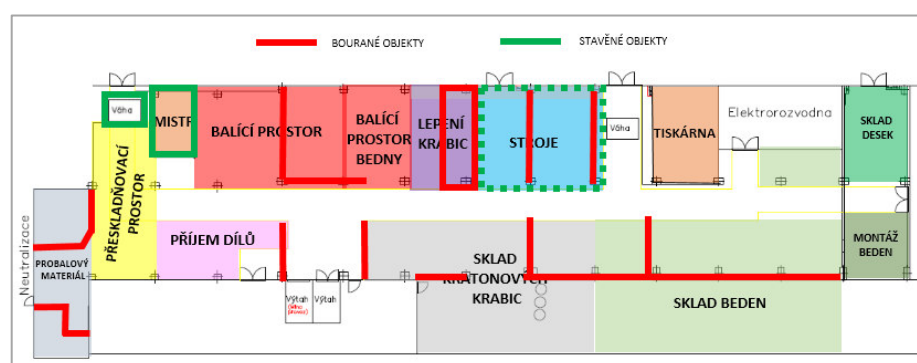
Protože se ani jeden návrh neobejde bez stavebních úprav, bylo na místě porovnat také složitost, množství a z toho vyplývající finanční náročnost stavebních úprav navrhovaných variant. Obrázky: (Obr. 28), (Obr. 29) a (Obr. 30) zobrazují stavební úpravy v layoutu.



Obr. 28: stavební úpravy – varianta 1



Obr. 29: stavební úpravy – varianta 2



Obr. 30: stavební úpravy – varianta 3

První varianta je z pohledu stavebních úprav nejsnazší. Bourá se zde nejméně stěn ze všech variant, neodstraňuje se místnost s nádržemi, a ani se nestěhují stroje. Jediné, co je nutné postavit navíc, je nová kancelář pro mistra a kancelář tisku.

V druhé variantě jsou zbourány téměř všechny stěny, jenom stěny okolo vstupu zůstávají, z důvodu možnosti uzamčení celé balírny. Zůstane tak přístupný pouze prostor kolem výtahu odkud si po uzavření balírny může transportér odvést prázdné přepravní jednotky, případně připravit díly na další den. V této variantě se ovšem nemusí příliš mnoho stavět, kancelář se přestěhuje a sloučí s prostory tisku. Zde budou potřeba pouze drobné stavební úpravy. Další aspekt je stěhování strojů. Naštěstí žádný z používaných strojů není zapuštěn do podlahy a nevyžaduje speciální upevnění, není to tedy příliš velký problém.

Třetí varianta bourá všechny stěny, včetně stěn v okolí výtahu. Kromě stěhování strojů se zde musí vybudovat nová kancelář mistra a pořídit, nebo přesunout podlahová váha, což je oproti ostatním variantám pravděpodobně největší investice. Vychází tak v rámci stavebních úprav ze všech variant nejhůře.

Klady a zápory jednotlivých variant

Varianty 1

Mezi klady první varianty rozhodně patří nejmenší stavební úpravy a tím i nejnižší cena realizace návrhu. Dalším kladem je rozhodně poloha kanceláře uprostřed balírny, mistr má tak celý chod balírny pod dohledem.

Zápory *varianty 1* jsou složitější toky při zásobování kartonáže, nejkratší cesta příjmu kartonů je stejná jako výstup hotových balení, z toho důvodu může být zásobování komplikované. Další zápor může být to, že je hlavní balicí prostor umístěn dál od oken tedy na pracovišti není denní světlo. Kombinace denního světla s umělým je lepší než pouze světlo umělé.

Varianty 1 má mimo jiné stále mnoho křížících se materiálových toků, to je z hlediska návrhu nevhodné a zrovna parametr vhodných toků má při výběru největší váhu.

Varianty 2

Hlavním kladem *varianty 2* jsou nejlépe vycházející materiálové toky balírnou, díky probouraným stěnám a vhodnému navázání pracovišť jsou toky krátké a na sebe navazující. Dalším kladem je to, že lze celou balírnu uzamknout a je přístupný pouze prostor kolem výtahu pro odběr prázdných přepravních jednotek. Oproti *variantě 1* lépe využívá celkový prostor. Balicí prostor pro dřevěné bedny je situován pod stropní kočkou, ta se tedy nemusí přemísťovat.

Nevýhody druhé varianty jsou především větší náročnost na stavební úpravy.

Materiálové toky jsou zde krátké, přímé a takřka bez křížení, správným rozložením zde bylo dosaženo vytvoření vhodných toků materiálu. Optimalizací všech materiálových toků bylo dosaženo velikých úspor.

Varianta 3

Kladem je, že výstup z balírny nejblíže ke skladu *SHV*, tím se zkracuje vzdálenost převozu mezi budovami. Ve *variantě 3* jsou všechny pracovní zóny u oken což zajišťuje lepší světelné podmínky pro práci.

Hlavní nevýhodou je nevíce potřebných stavebních úprav včetně nákupu podlahové váhy, to z *varianty 3* dělá nejdražší volbu. Dalším problémem je poloha tiskárny daleko od výstupu, před exportem na rampu musejí být všechny balení polepeny. Krom toho na sebe pracoviště oproti předchozím variantám nenavazují tak dobře. Šatná návaznost pracovišť se projevuje křížícími se materiálovými toky, které ve *variantě 3* stále zůstávají, i když ve zredukované míře.

Závěr

Z porovnání vychází jednoznačně nejlépe *varianta 2*. Nejen díky nejvhodněji rozpoloženým pracovištím, ale i s ne příliš vysokými náklady na realizaci.

Hlavním rozhodovacím kritériem byla správnost toků, ty jsou v druhé variantě velice dobré, jsou krátké, bez křížení nejsou koncentrovány do jednoho místa, ale rozloženy po celém pracovišti. Dalším ukazatelem správných toků byla vzdálenost, kterou musí ujít díl při průchodu balírnou, ta je opět v případě varianty 2 nejkratší. A zrychluje tak průchod dílu, oproti ostatním variantám, nejvíce. Z hlediska finanční náročnosti a stavebních úprav je varianta 2 uprostřed, tedy není nejdražší ale ani nejlevnější. Při přihlédnutí k ostatním výhodám, jako je umístění balícího pracoviště a pracoviště strojů u oken, uzamykatelnost celé balírny, a další, se očividně jedná o nejvhodnější variantu ze všech navrhovaných.

Na základě tohoto posouzení byla *varianta číslo 2* firmě doporučena k následné realizaci. Firma k návrhu přistoupila a plánování realizací bylo započato.

4 REALIZACE

Tato část se věnuje hrubému popisu započaté realizace. Protože řízení realizace již spadá firmě, projekt se přesouvá mimo oblast řešení této diplomové práce. Je zde uveden pouze pro vyobrazení postupu při realizaci dosažených výsledků.

4.1 Harmonogram

V úvodu je nutno říct, že kvůli větší investici byla realizace rozdělena na dvě etapy, které jsou financovány zvlášť. První etapou bylo vybourání prostor s nádržemi a jejich odstranění, dále vybourání přilehlých prostor. Následovala oprava podlahy v současném skladu kartonových krabic.

Celá realizace nelze provést naráz protože k ní dochází za plného provozu balírny, musí se tedy brát ohled na přemísťování pracovišť v době stavebních úprav.

Projekt byl předán technickému úseku kde se nechal vypracovat realizační plán, a je tedy možné, že ze stavebních či provozních důvodů budou ve finální podobě balírny oproti návrhu změny.

4.2 Průběh realizace

Realizace je v době psaní této práce na samotném počátku. Započala první fáze úprav, tedy odstranění nádrží a úprava podlahy ve skladu kartonových krabic.

Mimo hlavní realizace byly dokoupeny drobné nástroje, zvedací plošinové vozíky, a byl zadán požadavek na výrobu balících strojů.



Obr. 31: průběh odstraňování nádrží



Obr. 32: průběh probourání přilehlých prostor



Obr. 33: průběh tvorby nové podlahy

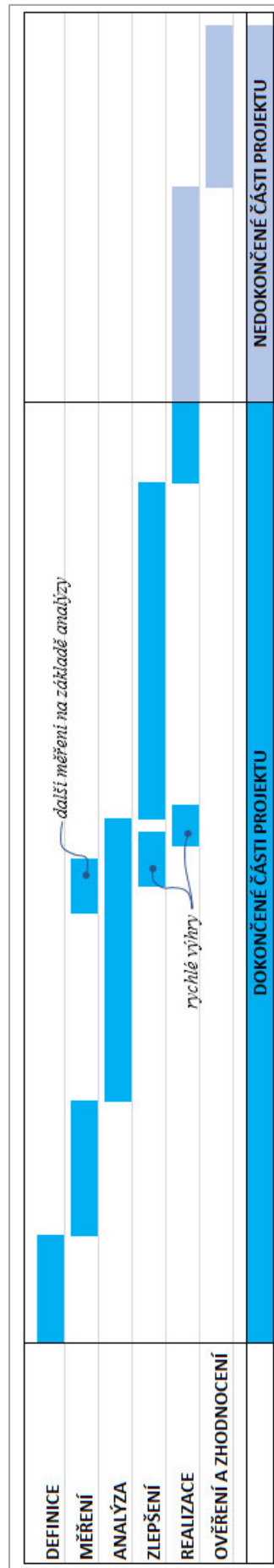
Na fotkách: (Obr. 31), (Obr. 32) a (Obr. 33), jsou vidět pokroky v dosažené realizaci.

Obrázek (Obr. 34) shrnuje průběh celého projektu. Je vidět, že většina realizačních prací ještě není dokončena. Teprve po dokončení celé realizace se bude moci celý projekt řádně zhodnotit, vykonat kontrolní měření a potvrdit či vyvrátit dosažení vytyčených cílů.

Tabulka (Tab. 13) shrnuje aktivity projektu. Jsou zde vyznačené části, které byly provedeny a které ještě ne.

Tab. 13: shrnutí projektu

Projekt balírna		Vykonává		ok?
DEFINICE <i>define</i>	1 cíle projektu	FIRMA		✓
	2 složení týmu	FIRMA	Sojka	✓
MĚŘENÍ <i>measure</i>	1 seznámení se s procesem	Sojka		✓
	2 sestavení SIPOC	Sojka		✓
	3 tvorba procesních map	Sojka		✓
	4 měření časových snímků	Sojka		✓
	5 sběr postřehů a nedostatků	Sojka		✓
	6 transport (montáž -> balírna)	Sojka		✓
	7 sběr dat ze SAP	Sojka		✓
ANALÝZA <i>analyze</i>	1 hodnotová analýza procesu	Sojka		✓
	2 vyhodnocení časových snímků	Sojka		✓
	3 tvorba Sankey diagramu	Sojka		✓
	4 tvorba Spaghetti diagramu	Sojka		✓
	5 analýza přepravních jednotek	Sojka		✓
	6 analýza SAP dat - obalové a probalové mat.	Sojka		✓
	7 analýza SAP dat - ležáci ve skladu S212	Sojka		✓
ZLEPŠENÍ / NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ <i>improve</i>	1 návrhy na zlepšení, nápravná opatření	Sojka		✓
	2 návrhy na nový layout	Sojka		✓
	3 porovnání layoutů - výběr nejlepších	Sojka	FIRMA	✓
	4 cenové porovnání	FIRMA		✓
REALIZACE	1 plán realizace	FIRMA		✓
	2 realizace	FIRMA		
ŘÍZENÍ <i>control</i>	1 standardizace	FIRMA		
	2 předání procesu	FIRMA		
ZHODNOCENÍ	1 zhodnocení projektu	FIRMA		



Obr. 34: průběh projektu

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat proces a pracoviště balení ve firmě *QQQQQ* se záměrem vytvoření návrhů na zlepšení celého pracoviště.

Projekt byl řízen pomocí nástroje *DMAIC*, a jednotlivé kroky projektu byly prezentovány managementu firmy.

V první části projektu ve fázi *definice*, byl sestaven hrubý plán celého projektu a blíže vyspecifikován cíl. Tím bylo snížení celkového času aktivit způsobujících plýtvání o 10 %, a cíl vedlejší byl pak snížení vzdálenost přechodů také o 10 %.

V části *měření* probíhalo nejprve hrubé seznámení s pracovištěm a procesem balení. Následně byly sestaveny procesní mapy a *SIPOC* diagram. Hlavní částí měření bylo pořízení časových snímků pracovního dne. Snímán byl technolog balení a pracovník balení.

Během *analýzy* naměřených dat byly vyhodnoceny časové snímky. Snímky v papírové podobě byly přepsány do elektronické podoby a jednotlivé činnosti kategorizovány. Dále byla provedena hodnotová analýza jednotlivých aktivit v pracovním dnu. Výsledky byly zobrazeny pomocí koláčových grafů, a ukazují poměrově kolik času během pracovního dne pracovník stráví jakou aktivitou a kolik času denně stráví na aktivitách přidávající hodnotu, nebo naopak hodnotu nepřidávající.

Dále se zpracovávala hodnotová analýza procesu vycházející z procesní mapy, jež poukázala na celé části procesu nepřidávající hodnotu, na základě toho byla odhalena slabá místa v procesu. Mimo to byla vytvořena vizualizace toků materiálu skrz balírnu a zároveň intenzita přechodů pracovníků mezi jednotlivými částmi balírny.

Ve fázi analýzy se také vyhodnocovala data stažená z informačního systému *SAP*. Data o obalových a probalových materiálech používaných v balírně. S přihlédnutím k výsledkům *ABC analýz* lze určit umístění položek v přeorganizovaných skladech. Také byla vykonána analýza skladu nakupovaného skla se záměrem snížit plochu skladu pro využití balírnou. Z analýzy vyplynulo, že lze vhodným vytříděním a odstraněním nepotřebných položek ušetřit až přes 50 % stávající plochy.

Z analýzy bylo vyhodnoceno, že kromě drobných vylepšení je nejvhodnějším řešením na redukci aktivit spojených s plýtváním přeuspořádání pracovišť balírny neboli takzvaný *re-layout*.

Kromě návrhů na drobná vylepšení jako nákup nových nástrojů a pomůcek při balení jež mohou odstranit některé nepotřebné kroky v procesu, byla fáze *zlepšování* zaměřena na návrhy nových *layoutů*. Z poměrně velkého množství návrhů byly vybrány tři varianty, které byly podrobněji zpracovány v této práci. Do návrhů byly vkresleny toky výroby, aby se odhalila případná slabá místa, porovnávala se vzdálenost průchodu dílu skrz balírnu a náročnost na stavební úpravy.

Jako nejlepší varianta byla po porovnání zvolena *varianta 2*, která má uspořádání pracovišť s nejlepší návazností podle procesů a toků výrobou. Naopak stavební úpravy zde nejsou nejrazantnější. Mimo jiné se varianta líbila pracovníkům, protože zde zůstali stěny okolo vstupu do balírny, a balírna lze celkově uzamknout.

Při vyhodnocení se došlo k závěru, že díl urazí při uspořádání dle druhé varianty o 42,2 % kratší vzdálenost než u původního uspořádání balírny. To znamená, že oproti původním 82,6 metru stačí při novém uspořádání na průchod dílu balírnou pouze 47,7 metru.

Jelikož pracovníci kopírují dráhu dílu můžeme tvrdit, že i pracovníkům se zkrátí vzdálenost přesunů. A jelikož další přesuny pro probalový materiál byly eliminovány pomocí balících strojů se zásobníky a pracovníci pro ně tedy nemusejí nikam chodit. Lze tvrdit, že úspora celkové vzdálenosti přesunů pracovníků bude přesahovat zmíněných 42,2 %.

Zkrácením vzdálenosti přechodů a transportu bylo docíleno také zkrácení času těchto přesunů. Jelikož nebyla realizace dokončena nelze určit přesná procenta, předpokládá se však, že cíl snížení času aktivit způsobujících plýtvání o 10 % byl splněn ba dokonce překonán.

V poslední části práce je stručně popsán počáteční průběh realizace projektu.

Po realizaci bude vhodné kontrolním měřením ověřit a potvrdit či vyvrátit predikované dosažení cílů. Jako následující projekt je doporučeno zavést metodiku 5S, pro dlouhodobé udržování pořádku na balírně.

Vykonáním analýzy a navržením obstojného řešení k optimalizaci pracoviště byl cíl práce splněn.

Použitá literatura

- [1] KROMANEC, Petr. DMAIC - Model řízení Six Sigma projektu. *Ipaczech.cz* [online]. 1.3.2007 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/dmaic-model-řízení-six-sigma-projektu>
- [2] DMAIC: The 5 Phases of Lean Six Sigma. *GoLeanSixSigma.com* [online]. 2012 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: https://goleansixsigma.com/wp-content/uploads/2012/02/DMAIC-The-5-Phases-of-Lean-Six-Sigma-www.GoLeanSixSigma.com_.pdf
- [3] DESAI, Tushar N. a Dr. R. L. SHRIVASTAVA. Six Sigma - A New Direction to Quality and Productivity Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008*. October 22 - 24, 2008. San Francisco, USA: WCECS 2008. ISBN 978-988-98671-0-2.
- [4] ARAFEH, Mazen. Combining Lean Concepts & Tools with the DMAIC Framework to Improve Processes and Reduce Waste. *Scientific Research Publishing: American Journal of Operations Research*, [online]. May 2015, **2015**(5) [cit. 2018-04-01]. ISSN 209-221. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.53017>
- [5] WOMACK, James P. a Daniel T. JONES. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, c2003. ISBN 07-432-4927-5.
- [6] Lean Manufacturing. *Six Sigma Material* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.six-sigma-material.com/Lean-Manufacturing.html>
- [7] Lean. *ManagementMania.com* [online]. Wilmington (DE) 2011-2018, 22.07.2015 [cit. 13.04.2018]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/lean>
- [8] SENDERSKÁ Katarína, MAREŠ Albert, VÁCLAV Štefan: SPAGHETTI DIAGRAM APPLICATION FOR WORKERS' MOVEMENT ANALYSIS. *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, Vol. 79, Iss. 1, 2017. ISSN 1454-2358.
- [9] LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004. ISBN 978-0-07-139231-0.
- [10] Plýtvání (muda). *ManagementMania.com* [online]. Wilmington (DE) 2011-2018, 13.04.2016 [cit. 14.04.2018]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/plytvani>
- [11] PAVELKA, Marcel. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. *MM* [online]. 08.04.2015, **2015**(4) [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani.html>

- [12] Pareto Diagram: Process Analysis Tools. *Institute for Healthcare Improvement* [online]. Boston, Massachusetts, USA: Institute for Healthcare Improvement, 2004 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: http://www.health.state.mn.us/divs/opi/qi/toolbox/docs/paretodiagram_ihi.pdf
- [13] ESWARAMURTHI, K. a P. V. MOHANRAM. Value And Non- Value Added (VA / NVA) Activities Analysis Of A Inspection Process: A Case Study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. PSG College of Technology, Coimbatore - 641 004, India, 2013, (Vol. 2). ISSN 2278-0181.
- [14] SWAN, Elisabeth. Value Analysis. *GoLeanSixSigma.com* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://goleansixsigma.com/value-analysis/>
- [15] SWAN, Elisabeth. Value Analysis. *GoLeanSixSigma.com* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://goleansixsigma.com/value-enabling-activities/>
- [16] Proces mapping. *Quality Scotland Foundation* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.onecaribbean.org/wp-content/uploads/Process-Mapping-Handout-masterclass1.pdf>
- [17] CARROLL, Martin. *Process Mapping: Using Flowcharting/Blueprinting*. Ministry of Higher Education & Oman Accreditation Council, 2006.
- [18] *Process Mapping: Tools and Techniques*. BerryEnterprises. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: https://www.berry.edu/uploadedFiles/Website/Premier_Work/Student_Enterprises/_Assets/Documents/Process%20Mapping.pdf
- [19] PAVELKA, Marcel. ČASOVÉ STUDIE: NÁSTROJ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. UTB Zlín.
- [20] KRIŠŤAK, Jozef. Časové studie. *IPA czech* [online]. 8. 3. 2007 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/casove-studie>
- [21] PRINCLÍK, Jan. Snímek pracovního dne: Personální audit. *TheE* [online]. [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <http://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>
- [22] IVANČIĆ, Valentina. IMPROVING THE DECISION MAKING PROCESS TROUGHT THE PARETO PRINCIPLE APPLICATION. 2014. UDC: 658.7.012.4
- [23] Paretovo pravidlo (Pravidlo 80/20). *ManagementMania.com* [online]. Wilmington (DE) 2011-2018, 13.04.2016 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/paretovo-pravidlo>
- [24] Účelnost (Effectiveness). *Managment mania* [online]. Wilmington (DE) 2011-2018, 13.04.2016 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ucelnost>

- [25] Efektivnost, produktivita (Efficiency). *Managment mania* [online]. Wilmington (DE) 2011-2018, 13.04.2016 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/efektivnost>
- [26] RAVINDER, Handanhal, Ram B. MISRA. ABC Analysis For Inventory Management: Bridging The Gap Between Research And Classroom. *American Journal Of Business Education*. 2014, 7(Number 3) [cit. 2018-04-12].
- [27] WANNENWETSCH, Helmut. *Analysen zur Kostenreduzierung in der Materialwirtschaft. Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung* [online]. Springer, 2014, XIII [cit. 2018-04-12]. ISBN 978-3-642-45022-8. Dostupné z: <http://www.springer.com/gp/book/9783642450228>
- [28] CIGÁNEKOVÁ, Monika. ABC analýza. *IPA czech* [online]. 30. 11. 2007 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/abc-analyza>
- [29] *Spaghetti Diagram* [online]. *Six sigma Material* [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html>
- [30] LEXIKON METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ: Spaghetti diagram. *CIE-Group* [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/spaghetti-diagram/>
- [31] DALEY, Anne T. Using Spaghetti Diagrams to Improve Process Flow. *Chi solutions, inc.: Tool and Knowledge: Your Management Survival Kit*. 2009.
- [32] VAVRUŠKA, Jan. *Logistika: Materiálové a informační toky*. TUL, Educom, 2013.
- [33] VESELSKÝ, Josef. *ANIMACE VÝROBNÍCH SYSTÉMU*. Brno, 2012. Diplomová práce. VUT v Brně. Vedoucí práce: Doc. Ing. Simeon Simeonov, Csc.
- [34] KUČERÁK, Dušan. Model procesu SIPOC. *IPAczech* [online]. 1.3.2007 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/model-procesu-sipoc>
- [35] BOROVCOVÁ, Martina. Metody vícekritériálního hodnocení variant a jejich využití při výběru produktu finanční instituce. In: *5. mezinárodní konference Řízení a modelování finančních rizik* [online]. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra Financí, 2010 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: https://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2014/plne-zneni-prispevku/Borovcova.Martina_1.pdf
- [36] KOPA, Miloš. *VÍCEKRITÉRIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>
- [37] SEKNIČKOVÁ, Jana. *Vícekritériální hodnocení variant: VHV* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-Vahy.pdf>

- [38] *Zvedací plošinový vozík Standard* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: https://images.kkeu.de/is/image/BEG/Zvedac%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroje/Zvedac%C3%AD_stoly/Zvedac%C3%AD_plo%C5%A1inov%C3%BD_voz%C3%ADk_Standard_3col--00048738_kk_ret_f.jpg
- [39] *Kompletní balicí stůl RAJA* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: https://www.rajapack.cz/skladovani-manipulace/vybaveni-dilny-skladu/kompletni-balici-stul-raja_OFF_CZ_0733.html
- [40] *Multifunkční průmyslová váha* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: https://www.rajapack.cz/skladovani-manipulace/vybaveni-provozu/multifunkcni-prumyslova-vaha_OFF_CZ_0872.html

Seznam obrázků

- Obr. 1: ukázka Spaghetti diagramu – původní stav [zdroj: vlastní]*
Obr. 2: ukázka Spaghetti diagramu – nový stav [zdroj: vlastní]
Obr. 3: původní layout balírny
Obr. 4: procesní mapa průchodu zakázky firmou
Obr. 5: detailní procesní mapa balírny
Obr. 6: ukázka zápisu časových snímků
Obr. 7: ukázka časových snímků
Obr. 8: podlaha ve skladu kartonových krabic
Obr. 9: sklad kartonových krabic
Obr. 10: mapa balírny s vyznačenými plochami s probalovým materiálem
Obr. 14: příjezdová cesta k rampě
Obr. 15: formulář pro evidenci přepravních jednotek
Obr. 13: rozdělení aktivit v procesu na VA, VE a NVA
Obr. 14: časový snímek přepsaný do Excelu
Obr. 15: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – technolog balení
Obr. 16: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – pracovník balení
Obr. 17: intenzita přechodů mezi pracovišti během pracovního dne – sloučeno
Obr. 18: zobrazení toků na balírně – původní stav
Obr. 19: porovnávací trojúhelník a výpočet vah kritérií
Obr. 20: zobrazení výpočtu pomocného koeficientu v programu Excel
Obr. 21: seřazená data podle pomocného koeficientu a vyznačení ležáci
Obr. 22: zvedací plošinový vozík [38]
Obr. 23: kompletní balicí stůl [39]
Obr. 24: multifunkční průmyslová váha [40]
Obr. 25: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 1
Obr. 26: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 2
Obr. 27: návrh nového layoutu s vyznačenými toky – varianta 3
Obr. 28: stavební úpravy – varianta 1
Obr. 29: stavební úpravy – varianta 2
Obr. 30: stavební úpravy – varianta 3
Obr. 31: průběh odstraňování nádrží
Obr. 32: průběh probourání přilehlých prostor
Obr. 33: průběh tvorby nové podlahy
Obr. 34: průběh projektu

Seznam tabulek

Tab. 1: rozvrh plánovaných aktivit projektu

Tab. 2: shrnutí fáze definice

Tab. 3: plán fáze měření

Tab. 4: SIPOC – zobrazení vstupů a výstupů procesu

Tab. 5: shrnutí fáze měření

Tab. 6: plán fáze analýza

Tab. 7: počty a časy operací technologa balení

Tab. 8: počty a časy operací pracovníka balení

Tab. 9: evidence četností transportů přepravních jednotek

Tab. 10: shrnutí fáze analýza

Tab. 11: plán fáze zlepšení

Tab. 12: porovnání vzdáleností průchodu dílu balírnou

Tab. 13: shrnutí projektu

Seznam grafů

Graf 1: rozdělení pracovního dne technologa balení

Graf 2: rozdělení pracovního dne pracovníka balení

Graf 3: četnosti transportů

Graf 4: ukázka rozdělení kartonových krabic dle ABC

Graf 5: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: počet kusů

Graf 6: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: metr

Graf 7: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: metr²

Graf 8: ABC rozdělení probalového materiálu s MJ: kilogram