

Projekt racionalizace výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra, a.s.

Bc. David Matušinec, BA (Hons)

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David Matušinec**
Osobní číslo: **M150052**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt racionalizace výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra, a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů a zpracujte literární rešerši vztahující se k dané problematice.

II. Praktická část

- Charakterizujte vybraný podnik a analyzujte současný stav výroby lisované podlahoviny.
- Vypracujte projekt racionalizace výroby lisované podlahoviny ve společnosti.
- Proveďte nákladové a rizikové zhodnocení projektu.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 stran. ISBN 978-1-4987-0887-6.
CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 12.4.2017

Jméno a příjmení: David Matoušek



podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zaměřuje na racionalizaci výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra, a.s. Teoretická část pokrývá oblasti průmyslového inženýrství, štíhlé výroby, teorie omezení, simulačních softwarů a legislativy týkající se manipulace s břemeny. Praktická část nejprve analyzuje současnou situaci na jednotlivých pracovištích výroby. Výsledky analýzy poté slouží jako podklady k vypracování projektu, který obsahuje návrhy na změny, jejichž cílem je snížení mzdových nákladů střediska lisované podlahoviny.

Klíčová slova: plýtvání, počítačová simulace, štíhlá výroba, TOC, časové studie, výrobní proces

ABSTRACT

This thesis is focused on rationalization of production of moulded flooring in company Fatra, a.s. The theoretical part covers sections of the Industrial Engineering, Lean production, Theory of Constraints, simulation software and legislation of Handling of Loads. The practical part firstly analyses current situation on individual working stations. The results of analysis serve as a basis to elaboration of project, which will contain suggestion for a changes that aim on reduction of salary costs in moulded flooring cost centre.

Keywords: waste, computer simulation, lean production, TOC, time studies, production process

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Evě Juříčkové za cenné rady a poznatky při zpracování této diplomové práce.

Dále děkuji panu Ing. Adamu Hrňovi, vedoucímu oddělení průmyslového inženýrství Fatra, a.s. a panu Ing. Martinu Halíři, průmyslovému inženýrovi Fatra, a.s.

V neposlední řadě děkuji mé partnerce a rodině, kteří při mně stáli po celou dobu mého studia.

“The less I needed, the better I felt.”

Charles Bukowski

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSL OVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSL OVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.1.1 Studium práce.....	13
1.1.2 Operační výzkum	13
1.2 MODERNÍ PRŮMYSL OVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
1.3 METODY MĚŘENÍ PRÁCE.....	14
1.3.1 Měření práce.....	15
1.3.1.1 Přímé metody	16
1.3.1.2 Nepřímé metody	16
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	17
2.1 PLÝTVÁNÍ.....	18
2.2 TEORIE OMEZENÍ (TOC).....	20
2.3 DRUM-BUFFER-ROPE	22
2.3.1 Drum (buben)	23
2.3.2 Buffer (zásobník)	23
2.3.3 Rope (lano).....	24
3 SIMULAČNÍ SOFTWARE	26
3.1 TECNOMATIX PLANT SIMULATION	27
4 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	30
4.1 MANIPULACE S BŘEMENY	30
5 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	34
6.1 VÝROBNÍ PROGRAM	35
6.2 EKOLOGIE A BEZPEČNOST	38
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	39
7.1 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA ZPRACOVÁNÍ ANALÝZY	39
7.2 LISOVANÁ PODLAHOVÁ KRYTINA.....	40
7.3 PRACOVNÍŠTĚ LISOVANÉ PODLAHOVINY	40
7.4 VÝROBNÍ POSTUP	41
7.5 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH PRACOVNÍŠŤ	41
7.5.1 Pracoviště navážení	41
7.5.2 Lisování bloků.....	43
7.5.3 Předehřev.....	44
7.5.4 Štípání	44
7.5.5 Přelisování dlaždic	46
7.5.6 Tepelná úprava a sekání	46
7.5.7 Balení	47

7.6	NAMĚŘENÉ HODNOTY OPERACÍ	47
7.6.1	Navážení.....	48
7.6.2	Lisování.....	48
7.6.3	Předeřev.....	50
7.6.4	Štípání	51
7.6.5	Přelisování.....	51
7.6.6	Tepelná úprava a sekání	52
7.6.7	Balení	53
7.7	PRŮTOK MATERIÁLU	54
7.8	ANALÝZA VÝROBNÍCH PROSTOR	56
7.9	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU.....	59
7.9.1	Granulát.....	59
7.9.2	Štípací stroje.....	60
7.10	ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY	61
7.10.1	Manipulace s dlaždicemi na operaci sekání	61
7.10.2	Pracovní prostředí	61
7.10.3	Teplota.....	61
8	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	63
9	VYMEZENÍ PROJEKTU	65
9.1	POPIS PROJEKTU	65
9.1.1	Hlavní cíl projektu.....	65
9.1.2	Dílčí cíle projektu.....	65
9.1.3	Projektový tým	65
9.2	ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA PROJEKTU	65
9.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	66
9.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA	67
10	NÁVRH PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ.....	69
10.1	REORGANIZACE PRACOVIŠTĚ LISOVÁNÍ.....	69
10.2	REORGANIZACE PRACOVIŠTĚ ŠTÍPÁNÍ	70
10.3	REORGANIZACE PRACOVIŠTĚ BALENÍ	71
10.4	REORGANIZACE PRACOVIŠTĚ ODEBÍRÁNÍ DLAŽDIC NA OPERACI SEKÁNÍ	73
10.5	VYPRACOVÁNÍ SIMULACE	78
11	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	81
11.1	PŘÍNOSY	81
11.2	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	81
11.3	DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	83
	ZÁVĚR	84
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	86
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM TABULEK.....	91
	SEZNAM GRAFŮ	92
	SEZNAM PŘÍLOH.....	93

ÚVOD

V současné ekonomické situaci jsou výrobní podniky pod velkým tlakem. Zákazníci žádají vysokou kvalitu, nízkou cenu a co nejvyšší flexibilitu. Společnosti proto hledají způsoby, jak ušetřit a to pokud možno bez vysokých investic. Právě v těchto případech přichází ke slovu průmyslové inženýrství, které má za úkol hledat nedostatky tam, kde je ostatní přehlížejí, nevidí nebo je už prostě berou jako standart.

Jedním z častých nešvarů, vyskytujícím se v našich podnicích, je špatné využívání lidských zdrojů, které jsou díky současné demografické situace čím dál tím více hodnotné. Je proto nutné uvažovat o optimálním využití pracovníků, ovšem s ohledem na hygienu práce a spokojenost zaměstnanců. Tyto často podceňované faktory se totiž mohou v dlouhodobém horizontu projevit negativním způsobem, ať už ve formě pracovních úrazů, vyšší fluktuací zaměstnanců nebo také nižší výkonnosti.

Tato práce se zabývá pracovištěm výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra, a.s., která patří mezi největší zpracovatele plastů u nás. Za cíl je stanovena racionalizace ve smyslu redukce mzdových nákladů, které se velkou mírou podílí na celkových nákladech lisované podlahoviny. Toho cíle bude dosaženo detailní analýzou výrobního postupu a z ní vycházejícího projektu. Pracoviště lisované podlahoviny bylo vybráno z toho důvodu, že výroba zde probíhá již řadu let v podstatě nezměněné podobě. Veškeré zjištěné podněty včetně vypracovaných návrhů na změny budou zpracovány do simulačního modelu Plant Simulation.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem projektu je racionalizace výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra, a.s. ve smyslu redukce mzdových nákladů na středisko lisované podlahoviny. Projekt bude probíhat v období od poloviny září 2016 do konce února 2017. Vedle hlavního cíle jsou definovány taktéž cíle vedlejší a to konkrétně vypracování analýzy současného stavu na jednotlivých pracovištích výroby lisované podlahoviny, vypracování návrhů na zlepšení a vytvoření počítačové simulace výroby lisované podlahoviny.

Základním předpokladem zpracování projektu je seznámení se s odbornou literaturou související s danou problematikou, jakožto i studium legislativních předpisů týkajících se hmotnostních omezení při manipulaci s břemeny, kterou je nutno brát na zřetel.

V projektu bude použita empirická metoda vědecké práce a to konkrétně chronometráž, která bude sloužit k zjištění detailních informací o průběhu a délce jednotlivých operací na pracovištích výroby lisované podlahoviny. V rámci probíhající chronometráže budou probíhat taktéž rozhovory se sledovanými pracovníky, které poskytnou cenné informace k vytvoření si co nejkomplexnějšího obrazu o stávající situaci ve výrobě. Dále bude vytvořen layout rozmístění pracovišť a strojů v rámci výrobní haly. V neposlední řadě budou použita také data získané z interních dokumentů společnosti Fatra, a.s. Veškeré analýzou získané informace budou sloužit k vytvoření návrhů na změny, které budou následně zaneseny do simulačního softwaru Tecnomatix Plant Simulation.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Badiru (2014, s. 4) uvádí, že průmyslové inženýrství je možno chápat jako určitou kombinaci různých inženýrských oborů s prvky vědeckého řízení. Jeho cílem je zlepšení fungování systému spolu s eliminací ztrát a snížení množství potřebných zdrojů při zachování nebo zlepšení kvality.

Dle Mašina a Vytlačila (2000) je průmyslové inženýrství jedním z nejflexibilnějších oborů, jelikož se řadí mezi vůbec nejmladší zástupce inženýrských oborů s čímž souvisí stále dynamický vývoj tohoto oboru. Tato flexibilita umožňuje pružně reagovat na požadavky doby. Mašin a Vytlačil (2000, s. 82) také dále rozvíjí definici PI pro 21. století, která nejlépe odráží podstatu tohoto inženýrského oboru, následovně: „Je to uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech PI zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje, energie a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu.“

Badiru (2014, s. 185 – 193) rozvíjí myšlenku průmyslového inženýrství jako oboru, který má v podniku za úkol navrhovat, vylepšovat a implementovat vhodné metody pro řízení lidských zdrojů, materiálu, informací, strojů, technologií a energie. Vše je prováděno za účelem tvorby produktů, které jsou konkurenceschopné na dnešním velmi komplexním globalizovaném trhu. Průmyslové inženýrství musí nutně kombinovat různé vědní i nevědní obory a vybírat z nich požadované informace, ať už se jedná například o matematiku v případě operačního výzkumu, psychologii v případě řešení otázek ergonomie a pracovní hygieny nebo informační technologie v případě simulačních či CAD softwarů.

Košturiak (2007) popisuje průmyslového inženýra jako osobu, která je schopna vnímat výrobní systém jako celek a přitom rozumět jeho jednotlivým částem. Tato schopnost mu umožňuje řešit problémy z jeho technických, informačních, lidských, ale i finančních rovin. Tvoří mezi liniovými pracovníky a managementem společnosti určitý most, který zajišťuje a tlumočí komunikaci mezi nimi. Je někdo, kdo musí ovládat mnoho znalostí a dovedností z různých oborů od inženýrských přes obchodní až po například psychologické. Je to člověk, který je schopen poradit, zanalyzovat, inovovat, naslouchat,

motivovat, vést a především integrovat více pohledů při řešení problémů či nastalých situací.

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Mašín a Vytlačil (2000) uvádí, že klasické průmyslové inženýrství lze rozdělit na dvě hlavní podkategorie, které utváří jeho podstatu, což je zaměření se především na exaktní disciplíny a nástroje. Tyto dvě podkategorie jsou následující:

- a) studium práce
- b) operační výzkum

1.1.1 Studium práce

Mašín a Vytlačil (2000, s. 89 – 92) předkládají myšlenku, že studium práce má za úkol získat, analyzovat a následně vyhodnotit využití lidských a materiálních zdrojů podniku. Se získanými výsledky poté musí PI naložit tak, aby zajistilo co možná nejoptimálnější rozložení a řízení těchto zdrojů. Studium práce také poskytuje vhled do reality výrobního procesu pro vedení společnosti. To totiž většinou nemá možnost každodenní konfrontace s výrobní realitou a proto informace, které se k němu donesou, mohou být zkresleny, ať už účelově nebo nepřímo.

1.1.2 Operační výzkum

Operační výzkum, tvořící druhou z podkategorií klasického průmyslového inženýrství, je souhrnem kvantitativních přístupů a metod. Mezi tyto metody lze zařadit síťové grafy, sekvenční úlohy, regresní a korelační analýzu, deterministické a stochastické metody řízení zásob, aj.

Mašín a Vytlačil (2000, s. 93-95) přiznávají, že tyto metody mohou mít určitý dopad na produktivitu podniku, zároveň ale poukazují, že metody pro svou složitost a přílišnou abstrakci různých především nekvantifikovatelných faktorů při řešení konkrétních situací neodráží realitu řešeného problému. Pro svou komplikovanost potřebují metody vysoce kvalifikované odborníky, což jsou ale v praxi úzce zaměřené lidé, kteří neodpovídají charakteru průmyslového inženýra. Autoři dále uvádějí, že již zmíněná abstrakce mnoha okolních faktorů, ať už sociálních nebo třeba organizačních, je způsobena zjednodušením řešeného problému. Tyto metody proto nejsou vhodným

nástrojem řešení problémů, jelikož průmyslové inženýrství musí problémy řešit především efektivně a prakticky a pokud co možná nejjednodušeji.

1.2 Moderní průmyslové inženýrství

Mašín a Vytlačil (2000) uvádějí, že podniky, které chtějí být nyní i v budoucnu konkurenceschopné, musí reagovat na měnící se, turbulentní a riskantní konkurenční prostředí. Tuček a Bobák (2006, s. 108 – 109) doplňují, že této potřeby vyvstaly nové přístupy průmyslového inženýrství, které v sobě kombinují prvky výrobního systému Toyota a praxe světových podniků. Uplatňují se zde metody jako SMED, TPM, simulace výrobních systémů, výrobní buňky a jiné.

Dle Mašína a Vytlačila (2000) se celkově moderní přístupy zaměřují převážně na lidský faktor, který lze špatně nebo vůbec modelovat či kvantifikovat. Z klasického dogmatu oddělování práce operátorů od práce ostatních účastníků výrobního procesu, jako například seřizovačů, lze u moderního přístupu pozorovat příklon k co nejvyšší zainteresovanosti operátora na chodu celého výrobního systému a ne jen vykonávání určitého jednoduššího úkonu.

1.3 Metody měření práce

Dle Dlabáče (2017) jsou v dnešní době kladeny na průmyslové inženýry požadavky na zvyšování produktivity z důvodu tlaku na zvyšování mezd. Autor proto poznamenává, že je záhodno použití základních a jednoduchých metod měření práce, které mohou v požadovaném zvyšování produktivity výrazně pomoci.

Dlabáč (2017) dále uvádí, že analýza a měření práce jsou jedny z nejefektivnějších nástrojů při boji proti plýtvání. Jedná se také o nutný předpoklad při zavádění standardizace, která je zase základním předpokladem štíhlého podniku. Cílem těchto metod je odhalení a zmapování činností, které nepřidávají přidanou hodnotu a měly by proto být pokud možno eliminovány.



Obrázek 1 Rozdělení analýzy a měření práce (Dlabač, 2017)

1.3.1 Měření práce

Mašín a Vytlačil (2000, s. 89 – 91) uvádějí, že měření práce má nezastupitelnou roli ve zvyšování produktivity podniků. Nicméně je nutno dbát na nastavení správných metod a metrik a počítat s tím, že měření práce je poměrně časově náročnou činností. Samotné měření totiž zabere část času, ale následný přepis dat, analýza a vyhodnocení mohou spolknout taktéž významné množství času. Mezi základní metody měření práce autoři řadí:

- hrubé odhady
- kvalifikované odhady
- využití historických údajů
- časové studie pomocí přímého měření
- systémy předem určených časů

Mašín a Vytlačil (200, s. 90) taktéž poznamenávají, že hlavní význam mají především metody založené na časových studiích a čím dál více se prosazující systémy předem určených časů.

Dlabač (2017) rozděluje metody měření práce na dvě kategorie a to na:

1. Přímé metody – tyto metody v podstatě odpovídají charakteristice časových studií pomocí přímého měření
2. Nepřímé metody – jedná se o výše zmíněné systémy předem určených časů

1.3.1.1 Přímé metody

Dlabač (2017) definuje přímé metody jako stanovování spotřeb času pomocí sledování pracovníka a měření času pomocí stopek a následné zaznamenávání časů a činností do připraveného formuláře nebo speciálních softwarů. Důležité je při přímém měření dbát na dodržování pravidel a dostatečný počet náměrů, které zajistí dosažení relevantních informací. Při nedodržení postupů mohou být výsledná data zkreslena a to jak ve prospěch tak i neprospěch sledovaných osob. Toto se může následně projevit špatně nastavenou normou a tím i možností tvorby nesplnitelné normy nebo naopak normy příliš benevolentní, díky které může podnik ztrácet peníze.

Mezi základní a nejčastěji používané metody přímého měření zařazuje Dlabač (2017) chronometrů a snímky pracovního dne. Popis metod je následující:

1. Chronometrů – dle API (2016) se jedná o měření všech úkonů v operaci s pravidelným sledem úkolů, které poskytují informace k vytvoření časové normy sledované operace. Při tomto měření je nutno dbát na úroveň výkonu pracovníka, což je nicméně velmi subjektivně určovaný faktor, který ovlivní výsledek. Je zde také nutno provedení více náměrů, které pomohou extrahovat případné externality.
2. Snímek pracovního dne – dle API (2016) se jedná o nepřetržité sledování pracovníka, které má za úkol zaznamenání veškeré spotřeby času v rámci jedné pracovní směny. Díky výsledkům snímků je možno určit, jakou část směny se pracovník podílí na tvorbě přidané hodnoty a jakou část směny je nečinný nebo dělá činnosti nepřidávající přidanou hodnotu.

1.3.1.2 Nepřímé metody

Dle Dlabače (2017) je cílem nepřímých metod měření práce rozklad pohybů na elementární pohyby, kterým je poté přiřazen index, díky kterému bude danému pohybu přiřazen určitý počet jednotek TMU sloužících pro výpočet výsledné spotřeby času. 1 TMU odpovídá 0,036 sekundy. Jelikož analýza pohybů je v reálném čase prakticky neproveditelná, používají se pro rozbor videosnímky pracovních operací. Mezi nejznámější metody patří MTM (Methods Time Measurement) a v poslední době se prosazující MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Nespornou výhodou nepřímých metod je při správném použití vysoká míra eliminace subjektivity analyzujícího a také možnost určení norem pro budoucí operace.

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Dle Košturiaka a Forlíka (2006) je štíhlá výroba součástí koncepce štíhlého podniku, která zahrnuje štíhlou výrobu, štíhlou logistiku, štíhlý vývoj a štíhlou administrativu. Většina firem se bohužel zaměřuje pouze na zavedení prvků štíhlé výroby, přičemž ignoruje další zmíněné součásti. Výroba je totiž často vnímána jako hlavní složka tvorby přidané hodnoty.

Chromjaková a Rajnoha (2006, s. 44) definují cíl konceptu štíhlé výroby jako: „...efektivně řízený postup optimalizace výrobních procesů a s tím souvisejících operací na báze uvědomování si reálných potenciálů v oblasti zvyšování podílů produktivních složek, tvořících přidanou hodnotu a efektivnosti podnikových procesů.“

Košturiak a Frolík (2006) definovali základní prvky štíhlé výroby:

1. Štíhlé pracoviště, vizualizace – jedná se o pracoviště, které má být výkonné, poskytovat stabilní a kvalitní výstupy, být pokud možno co nejvíce autonomní a odpovídat ergonomickým požadavkům. Štíhlé pracoviště je také vybaveno prvky vizualizace, které mají za účel předcházení chyb a eliminaci plýtvání způsobenou například hledáním pracovního nářadí.
2. Týmová práce – cílem týmové práce je synergie pracovníků poskytující vyšší produktivitu, rychlejší řešení vyvstalých problémů, snižování nákladů díky zlepšování a vyšší zainteresovanost v práci všech účastníků týmu. Je to také jedna ze základních podmínek pro aplikaci většiny metod štíhlého podniku.
3. Synchronizace, vyvážený tok – zahrnuje prvky řízení průtoku materiálu podnikem pomocí metod jako Just in Time, Kanban, Heijunka atd. Cílem je výroba co pokud možno nejefektivnějším způsobem při dodržení stanovených termínů s co nejmenšími možnými zásobami.
4. Kvalita a standardizace práce – jedná se nastavení procesů, pracovišť, materiálu a vůbec všeho ve výrobě tak, aby se předešlo co nejvíce chybám a aby bylo možno tyto chyby co nejdříve objevit. Používají se zde metody jako 7 starých a nových nástrojů kvality, FMEA, DoE, SPC, apod.
5. TPM – zkratka TPM značí systém totálně produktivní údržby, přičemž se jedná o zapojení všech pracovníků (nejen údržby) do procesů a činností, které pomohou minimalizovat možnost poruchy, nekvality či nehody.

6. Štíhlý layout, výrobní buňky – cílem štíhlého layoutu je eliminace času a peněz vložených do výroby, které je způsobena skladováním a manipulací, což zabírá mnoho prostoru a zaměstnává velkou část lidí v podniku. Výrobní buňky zase koncentrují odlišné výrobky se společnými charakteristikami (jako jsou kusovník, technologický postup, velikost, atd.), přičemž budou vyráběny v rámci jedné výrobní buňky – linky.
7. Kaizen – původně japonský pojem kaizen znamená neustálé zlepšování. Podmínkou je zapojení všech pracovníků podniku od vedení přes mistry až po operátory. Je to způsob zlepšování po malých krůčcích, které v konečném důsledku díky jejich kumulaci mají obrovský vliv na konkurenceschopnost podniku. Často se pojem uvádí jako používání selského rozumu a přemýšlení o tom, co pracovník dělá a jestli by to nešlo udělat jednodušeji nebo lépe, přičemž podmínky pro zlepšování by měly přicházet především od pracovníků samotných.
8. Management toku hodnot – jedná se o základní nástroj pro odhalování plýtvání, jež spočívá v analýze průběhu materiálu či výrobku výrobou (nebo také častěji podnikem), která poskytne výstupy sloužící pro zlepšování stávajícího stavu či plánování budoucího stavu.

2.1 Plýtvání

Dle Dennise (2016) je plýtvání často označováno jako MUDA, což znamená japonsky odpad nebo cokoliv, za co není ochoten zákazník zaplatit. Zákazník je ochoten zaplatit za nezbytnou práci na výrobku, stejně tak jako materiál či dopravu k němu domů. Naproti tomu ale zákazník není ochoten platit za opravy špatné produkce, za čas výrobku strávený ve skladu nebo cokoliv, co mu nepřidá užitek. V podstatě se jedná o opak přidané hodnoty. Cílem štíhlého podniku je eliminace těchto ztrát, jelikož tyto ztráty v konečném důsledku vedou ke snižování produktivity a tím ke snížení zisku podniku.

Hobbs (2011) uvádí pohled na štíhlou výrobu jakožto na faktor, který odstraňuje veškeré formy plýtvání formou destrukturalizace tradičních přístupů výroby. Přístup štíhlé výroby svou podstatou systematicky vyhledává a odstraňuje plýtvání, které se projevuje průběžnou kumulací zbytečných nákladů. Jedním z nejčastějších a nejnákladnějších druhů plýtvání je nadprodukce, která je nejčastěji způsobena řízením výroby s cílem maximalizace využití výrobních zdrojů. Nicméně to, co zákazníci chtějí, se neřídí dle výrobních kapacit výrobních společností. Je to ovlivněno mnoha faktory, které mohou poptávku změnit i

ze dne na den. Je proto záhodno využití flexibilních zdrojů, které umožní pružnou reakci na tuto měnící se poptávku. Pokud se nevyrobí to, co by se neprodalo, odstraní se tím plýtvání z nadprodukce. Nicméně nutno podotknout, že skladové zásoby, stroje a pracovní prostory flexibilní nejsou. Lidské zdroje naproti tomu ano. A proto štíhlá výroba spočívá zvláště v správném řízení a využití lidí.

Přístup k definici druhů plýtvání se v průběhu času mění. Původních 7 definovaných druhů plýtvání vychází z metodologie a přístupu Toyota Production System, kdy cílem bylo odstranění plýtvání, které se považovalo za přirozenou součást každodenní práce (Chromjaková a Rajnoha, 2011).

Dle Dennise (2016) patří mezi 8 hlavních forem dle plýtvání:

1. Nadbytečný pohyb – nadbytečný pohyb lidí samotných, tak i v rámci strojů. Jsou to pohyby, které nepřidávají přidanou hodnotu. Jedná se o zbytečné chození, otáčení nebo pohyby způsobené špatnou ergonomií pracoviště. Tyto nadbytečné pohyby v konečném důsledku zvyšují možnost nekvality, prodlužují průběžnou dobu výroby a také negativně působí na bezpečnost na pracovišti. Díky špatné ergonomii vzniká většina z této formy plýtvání. Pozitivní přístup k ergonomii je proto důležitou součástí při eliminaci nadbytečných pohybů. Jednou z metod používaných při eliminaci tohoto druhu plýtvání je například metoda 5S.
2. Čekání – zde spadají veškeré formy čekání strojů nebo lidí z důvodů nedostatku materiálu, chybějících informací nebo čekání na uvolnění místa ve stroji. Čekání výrazně navyšuje průběžnou dobu výroby a v mnoha případech může tvořit více než 99 % času. Jedním z nástrojů používaných k odhalení tohoto druhu plýtvání je Mapování hodnotového toku – VSM (Chromjaková a Rajnoha, 2011).
3. Doprava – zbytečná doprava materiálu, výrobních prostředků. Toto plýtvání je možno odstranit menšími výrobními dávkami či umístěním navazujících pracovišť blíže k sobě. Celkově čekání, zbytečný pohyb a doprava spolu úzce souvisí, přičemž je někdy náročné objevené plýtvání přiřadit striktně k jedné ze jmenovaných kategorií.
4. Opravy – plýtvání z důvodů opravy nekvalitních výrobků je velmi časově a finančně náročné. Je proto záhodno zaměřit velkou pozornost na snížení zmetkovitosti na co nejnížší úroveň.
5. Zpracování – jedná se o výrobu něčeho, co zákazník nepožaduje. Pokud jsou produkovány výrobky s parametry, které zákazník odmítá, nevyužije

nebo nepotřebuje, dá se tato činnost považovat za plýtvání, jelikož společnost opět vyrábí na sklad a váže zde prostředky, které také nemusí dostat nikdy zpět. Také zde patří zbytečné procesy, které nepřidají zákazníkovi žádnou přidanou hodnotu.

6. Zásoby – nadbytečné zásoby souvisí s vázáním finančních prostředků v nadbytečném množství vstupních surovin, náhradních dílů či polotovarů, ale naopak také s nedostatkem těchto prostředků. Podnik by proto měl usilovat o udržování optimální úrovně zásob, která je schopna vyvarovat se oběma nežádoucím situacím.
7. Nadvýroba – jedná se o situaci, kdy je vyrobené množství větší než požadované. Toto počínání váže kapitál v zásobách a také zbytečně blokuje výrobní kapacity pro jinou výrobu. Lze zde zařadit i nevyužité výrobní kapacity, materiál, lidské zdroje, a jiné. Nadvýroba je jednou z kořenových příčin ostatních druhů plýtvání.
8. Znalosti a komunikace – posledním, ale neméně důležitým druhem plýtvání je nevyužívání a nerozvíjení schopností a dovedností zaměstnanců, stejně tak jako ignorace požadavků trhu, či nefungující komunikace mezi firmou a zákazníky, dodavateli. Častým problémem bývá také špatná komunikace vně firmy a to už ať po rovině horizontální nebo i vertikální.

Košturiak a Frolík (2006) poznamenávají, že největší plýtvání ve firmách, alespoň podle jejich zkušeností, tvoří nevyužitý potenciál pracovníků. Dodávají, že hodnoty podílu činností přidávajících hodnotu na celkovém objemu činností pracovníků v podmínkách českých a slovenských podniků tvoří pouze 30 – 40 %.

2.2 Teorie omezení (TOC)

Dle Chapmana (2006, s. 219) je teorie omezení, anglicky Theory of Constraints (dále jen TOC), unikátní způsob řízení výrobních procesů dle úzkých míst. Tuto teorii představil roku 1984 Eliyahu M. Goldratt ve své knize Cíl, která je doposud považována za jedno z nejvýznamnějších děl v oblasti řízení výroby. Salvendy (2001, s. 557) popisuje ústřední myšlenku teorie omezení, která spočívá v tvrzení, že jakýkoliv systém má alespoň jedno omezení. Toto omezení je pak jakýmsi limitujícím faktorem, který omezuje tento systém ve využití jeho plného potenciálu. Hlavním cílem společnosti by potom měla být snaha tato omezení řídit. Obsahem této teorie je mnoho principů jako například plánování výroby dle omezení, systém řízení výkonnosti, ale také specifický přístup řešení problémů a postupy, jak přemýšlet.

Goldratt a Cox (2012) uvádějí, že nejdůležitějším cílem výrobního podniku je vydělávat peníze a k tomuto cíli musí proto směřovat veškerá snaha. Cílem výrobního podniku totiž není plné využití výrobních kapacit za každou cenu. Toto uvažování je v mnoha případech kontraproduktivní a může mnohým podnikům zlomit vaz a to nejen v období stagnace či úpadku, ale i růstu.

Goldratt a Cox (2012) ve svém díle popisují postupné kroky při řízení podniku dle TOC. Tyto jednotlivé kroky jsou následující:

1. Identifikace omezení systému
2. Zajištění maximálního využití identifikovaného omezení
3. Podřízení všeho v systému identifikovanému omezení
4. Odstranění omezení nebo zvýšení jeho kapacity
5. Pokud bylo omezení odstraněno, návrat k 1. kroku

Podle Basla, Majera a Šmíry (2003, s. 36 – 37) mohou omezení v podnikové praxi nabývat mnoha podob. Nicméně většina z těchto omezení má společného jmenovatele a to vlastní fungování podniku. Často se stává, že jsou ve společnosti zažité určité pravidla a způsoby, které zainteresované osoby vnímají jako normu a nejsou si vědomy toho, že se může jednat o omezení. Omezení lze rozdělit do 3 základních kategorií dle jejich výskytu. Tyto kategorie jsou:

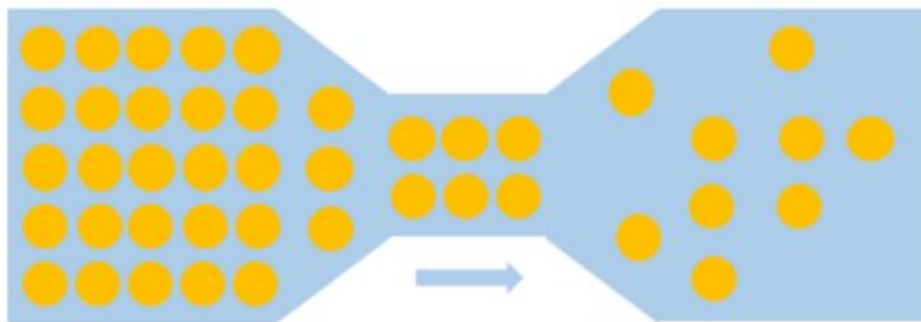
1. Výroba – zde jsou uvedeny příklady strojů s nedostatečnou kapacitou či nevhodně nastavená výše výrobní dávky
2. Podnik – autoři uvádějí omezení z důvodů podnikové kultury, finančních prostředků anebo oddělení společnosti
3. Dodavatelský řetězec – zde opět figuruje firemní kultura nebo kooperace mezi podniky

Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 32 – 35) uvádějí, že podnik proto, aby si udržel svou pozici na trhu, musí soustředit své úsilí nejenom do snahy o sjednocení zájmů všech zainteresovaných skupin a vydělávání peněz, ale také musí ovládat nástroje a metriky umožňující mu zobrazení plnění těchto cílů. Metriky jako cashflow, EBITDA, ROI aj. sice mohou pomoci vyššímu vedení při řízení podniku, nicméně neposkytují dostatečnou oporu při rozhodování nižšího managementu či operativních pracovníků. Těmto pracovníkům potom chybí vazba jejich činností a rozhodování na hlavní cíl podniku, což je již zmíněné vydělávání peněz. Teorie omezení proto zavádí sledování 3 metrik, které umožní

posouzení efektivity řízení či mohou sloužit jako rozhodovací kritérium pro posouzení dopadu jednotlivých rozhodnutí. Tyto metriky jsou následující:

- a) Průtok – jedná se o peníze, které podnik získá prodejem po odečtení variabilních nákladů
- b) Zásoby – jedná se peníze vázané v podniku, což jsou investice vynaložené na nákup potřebných komponent
- c) Provozní náklady – jedná se o peníze, které jsou nutné k transformaci vstupů na výstupy. Jde o peníze, které jsou nutné k přetvoření zásob (investic) na průtok.

Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 32 – 35) dále poznamenávají, že podnik by měl usilovat o maximalizaci průtoku při minimalizaci zásob a snižování provozních nákladů. Z důvodu charakteru jednotlivých metrik, tj. omezení zásob hodnotou 0 a nereálný předpoklad limitu provozních nákladů, by měla být cílem všech zainteresovaných osob maximalizace průtoku.



Obrázek 2 Schéma úzkého místa (IT-REGIE, 2015)

Dle Basla, Majera a Šmíry (2003, s. 32 – 35) mají úzká místa (omezení) jedinečnou vlastnost a to, že jejich průchodnost určuje průchodnost celého systému. Z tohoto závěru logicky vyplývá, že při zvýšení průtoku úzkým místem je zvýšen průtok celým systémem a naopak při snížení průchodnosti omezení je snížena průchodnost celého systému. Tuto vlastnost Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 35 – 36) popisují klasickou poučkou TOC znějící: „...ztracená minuta na úzkém místě (omezení) je ztrátou celého systému“. Na druhé straně ale platí, že minuta ušetřená na tzv. „neúzkém místě“, které není omezením podniku, nemá vliv na jeho průtok a je vlastně jen určitým preludem.“

2.3 Drum-buffer-rope

Jednou ze základních metod souvisejících s teorií omezení je již výše zmíněná metoda řízení úzkých míst drum-buffer-rope (dále jen DBR). Dle Coxe a Schleiera (2010,

s. 185) je hlavním cílem metody zajištění maximálního možného průtoku při současně efektivním řízení zásob a provozních nákladů. Jedná se o tahový způsob plánování a řízení výroby, kdy 3 části systému řídí a určují výrobní plán celého podniku. Jedná se o drum (buben), buffer (zásobník) a rope (lano).

2.3.1 Drum (buben)

Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 97 – 98) popisují buben jako určitý hlavní plán, který určuje takt celé výroby. Aby buben plnil svůj účel, musí kopírovat omezení v podobě zákaznické poptávky a zároveň brát v potaz omezení továrny. Drum proto musí sledovat veškerá úzká místa či kritické výrobní zdroje. V případě špatně nastaveného bubnu může dojít k situacím buď nevyužití celého potenciálu výroby či naopak přesažení výrobní kapacity podniku a tím následné opoždění zakázek a s tím spojená ztráta peněz.

Cox a Schleier (2010, s. 185 – 186) uvádějí, že nejprve je nutné určit požadovaný výstup z úzkého místa. V případě vyrábění na zakázku je nutno zjistit veškeré požadavky na následující časový horizont, například 30 dní (časy se liší dle charakterů a průběžné doby výroby), nebo v případě vyrábění na sklad zjistit celkovou kapacitu těchto skladových míst. Jakmile jsou tyto informace dostupné, následuje sestavení výrobní sekvence, to je co bude vyráběno nejdříve, co jako druhé atd., a také určit velikosti výrobních dávek. Takto připravený drum je schopen řídit kritické místo výroby.

Dle Basla, Majera a Šmíry (2003, s. 97 – 99) je potřeba si dávat pozor zvláště na velikosti jednotlivých dávek. Při určování optimálních výrobních dávek na úzkém místě vstupují do hry faktory jako velikost objednávky, čas potřebný na manuální opracování či chod stroje (je rozdíl, pokud procesní čas trvá jednotky nebo stovky minut), náročnost na manipulaci a skladování polotovarů a v neposlední řadě nutnost a délka přetypování strojů mezi jednotlivými výrobními dávkami.

2.3.2 Buffer (zásobník)

Dle Coxe a Schleiera (2010, s. 186 – 187) není cílem zásobníků mít veškeré operace na čas dle plánu, ale zajištění toho, aby průtok materiálu přes celou výrobu byl spolehlivý a říditelný a tím byla tržní poptávka uspokojena. Jednoduše řečeno nejde o to, aby byla každá jednotlivá operace splněna v termínu, ale aby celý systém dodržel stanovený termín.

Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 103 – 106) poukazují na častý nešvar v podobě ignorování rozdílů mezi zásobníkem časovým a kusovým. Je proto vhodné nejprve popsat tyto dva typy zásobníků.

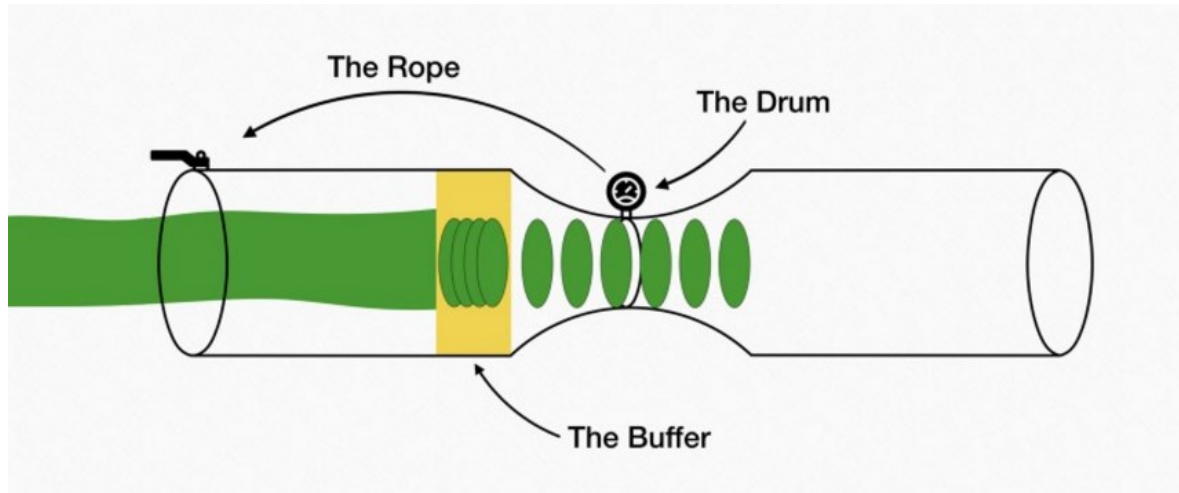
- Časový zásobník – tento zásobník je jakousi časovou pojistkou průběžné doby výroby před nenadálými událostmi ve výrobě, které mohou nastat ať už z důsledků poruch, nehod či zásahu vyšší moci. Ve své podstatě jde o to, že materiál bude před místem, které tento zásobník ochraňuje (typicky úzké místo), dostupný ještě před započítáním plánované práce. Nastavení tohoto zásobníku je důležité i z druhé strany a to tím způsobem, že kapacita nesmí být zbytečně velká, aby se naopak nedržely peníze v zásobách.
- Kusový zásobník – tento zásobník se týká především hotových výrobků, kdy podnik udržuje zásoby, které umožní splnění termínu dodávky i v případě, že zákaznický termín je kratší než průběžná doba výroby. Nutno poznamenat, že použití kusového zásobníku je v mnoha případech méně vhodné než použití kusovníku časového, jelikož kusové zásobníky nejsou tak pružné a říditelné. Často pak nastane situace, kdy podnik udržuje zbytečně velké zásoby.

Z výše uvedených popisů lze vydedukovat, že řízení časového zásobníku se jeví jako racionální rozhodnutí. Nicméně jak již bylo zmíněno, nastavení časových zásobníků je poměrně komplexní úkol. Cox a Schleier (2010, s. 187) uvádějí, že v případě nastavení malého zásobníku hrozí kumulace odchylek výrobního času jednotlivých dávek, což vede k pohlcení časového zásobníku a zpoždění termínu. Naopak pokud je zásobník příliš velký, tak vyvstane problém s řízením průtoku. Toto je způsobeno nahromaděním příliš mnoha odlišných operací či materiálů v zásobníku, které je třeba splnit a tato situace v konečném důsledku vyústí v chaos, což s sebou nese vysokou pravděpodobnost nesplnění termínu.

2.3.3 Rope (lano)

Basl, Majer a Šmíra (2003, s. 111 – 112) uvádějí lano do kontextu celé metody DBR. Zatímco buben určuje takt výroby s ohledem na výrobní kapacity podniku a tržní poptávku, časové zásobníky zase zajišťují splnění požadavků včas a s co možná nejmenšími náklady při zajištění vysoké spolehlivosti. Lano je potom elementem zajišťujícím souběh všech nekritických výrobních zdrojů. Úkolem lana je tedy rozdělení činností mezi nekritické zdroje v podobě výrobního plánu a určení velikosti, frekvence,

pořadí a přepravní velikosti výrobních dávek. Cílem je mít co nejmenší možné přepravní dávky, které zajišťují plynulý průtok, avšak ne za cenu vysokých nákladů na přepravu. Je nutno poznamenat, že přepravní dávky jsou zpravidla omezeny velikostí dávek procesních.



Obrázek 3 Schéma Drum-Buffer-Rope (Small World, 2016)

Obrázek 3 představuje zjednodušenou podobu funkce celého systému DBR v příkladu potrubí, kdy jeho nejužší místo je omezení v podobě výrobních kapacit a tržní situace. Buben určuje takt výroby dle kritického místa (omezení), kdy zásobník uvolňuje materiál ze svých zásob dle rytmu bubnu. Nakonec lano řídí nekritické zdroje dle bubnu tím způsobem, aby přísun materiálu do zásobníku nebyl zbytečně velký nebo malý.

3 SIMULAČNÍ SOFTWARE

Dle Buriety (2007) jsou simulace metodou, kdy se výrobní systémy přetvoří do počítačového modelu, který následně slouží k experimentování. Autoři dále uvádí, že se nejedná o nástroj umožňující nalezení optimálního řešení napřímo, ale slouží k otestování navrhovaných řešení a zobrazení jejich dopadů.

Dlouhý (2007, s. 5) uvádí, že se jedná o analytické nástroje složitých systémů, ať už výrobních, logistických, komunikačních nebo jiných. Použitím simulace je možno promítnout změny vnitřního i vnějšího charakteru, které na systém působí, a zjistit, jaký na něj budou mít vliv. Poskytuje také možnost zkoušení různých možností a nastavení systému a jeho jednotlivých prvků. Největším přínosem použití simulací je právě možnost zkoušení různých alternativ, což má za následek snížení rizika chyby na minimum v případě zavedení změn. Simulační softwary sice obvykle nejsou levnou záležitostí, nicméně odhalení chyby na počítači může být v konečném důsledku mnohem levnější, než kdyby se chyba projevila v praxi.

Dle Dlouhého (2007, s. 5) je základní myšlenkou simulace „...napodobit chod poměrně složitého reálného podnikového systému pomocí počítačového modelu a poté při experimentování s modelem pozorovat chování systému.“ Autor také dodává, že počítačové simulace jsou jednou z nejefektivnějších a nejpoužívanějších metod optimalizace a analýzy, jelikož v dnešní podnikové realitě jsou jednoduché výrobní systémy spíše výjimkou a síla simulací roste přímou úměrou právě se složitostí systému.

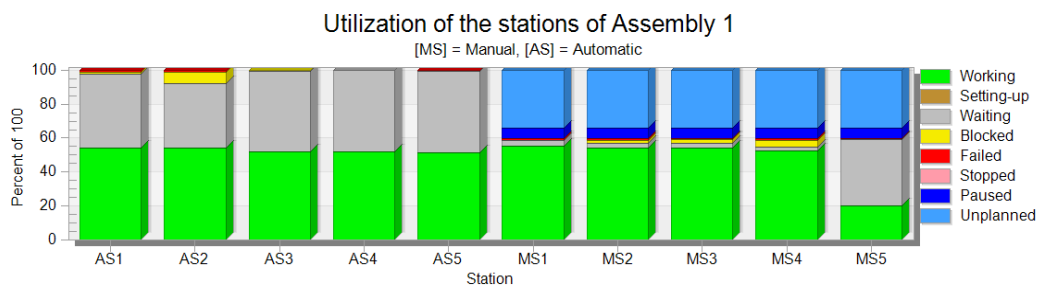
Burieta (2007) poskytuje výčet charakteristik výkonů výrobních systémů, které mohou být při simulaci sledovány jak v reálném čase tak třeba v podobě výsledků po ukončení simulace po určitém časovém úseku. Mezi tyto charakteristiky patří například výrobní výkon, ROI, čas prostojů, spotřeba energií, počet kvalitních a nekvalitních dílů, velikost výrobních dávek, průběžná doba výroby a mnoho dalších.

Dlouhý (2007, s. 11 – 13) popisuje obecné kroky při použití simulací, které zajistí úspěšnou realizaci projektu. Nutno podotknout, že jednotlivé kroky se mohou lišit projekt od projektu a uvedená posloupnost je pouze jakýmsi standartním postupem. Tyto kroky jsou následovné:

1. Rozpoznání a stanovení problému – je nutno právně formulovat problém. Dále je nutné určit omezení projektu, určit to, co je a co není cílem simulace a určit odpovědnou osobu.
2. Vytvoření konceptuálního modelu – určení sledovaného systému, zákazníků a dodavatelů procesů, úroveň hloubky modelu, vstupy a výstupy systému.
3. Sběr dat – zde je nutno dbát na získání dat odpovídajících realitě a ne pouze domnělých hodnot. Tento krok je kritický, jelikož od spolehlivosti a správnosti dat je závislý konečný výstup simulace.
4. Tvorba simulačního modelu – samotná tvorba modelu, která může odhalit již první nedostatky konceptuálního modelu.
5. Verifikace a validizace modelu – verifikace se zaměřuje na porovnání konceptuálního modelu s počítačovým modelem, kdežto validizace poměřuje to, jak počítačový model odpovídá realitě. Dlouhý (2007) také upozorňuje, že v praxi není možná úplná shoda modelu a reality, jelikož model je ze své podstaty určitým zjednodušením.
6. Provedení experimentů a analýza výsledků – jedná se o zanesení řešení a návrhů do funkčního modelu a jejich následná analýza. Simulační softwary jsou schopny poskytnout data nejenom ve formě surových čísel, mnohdy ale také ve formě reportů, grafů či různých statistik.
7. Dokumentace modelu – vytvořený model a výsledná data je nutno okomentovat a přetvořit do snesitelné podoby, která umožní zjednodušení práce pro budoucí použití modelu a také uvedou do problematiky osoby neznalé těchto softwarů.
8. Implementace – nakonec přichází samotný výběr nejvhodnějšího řešení simulované situace a implementace, při které je záhodno zainteresování osob zpracovávajících simulaci, jelikož jejich poznatky a zjištění mohou zvýšit šanci na úspěch projektu.

3.1 Tecnomatix Plant Simulation

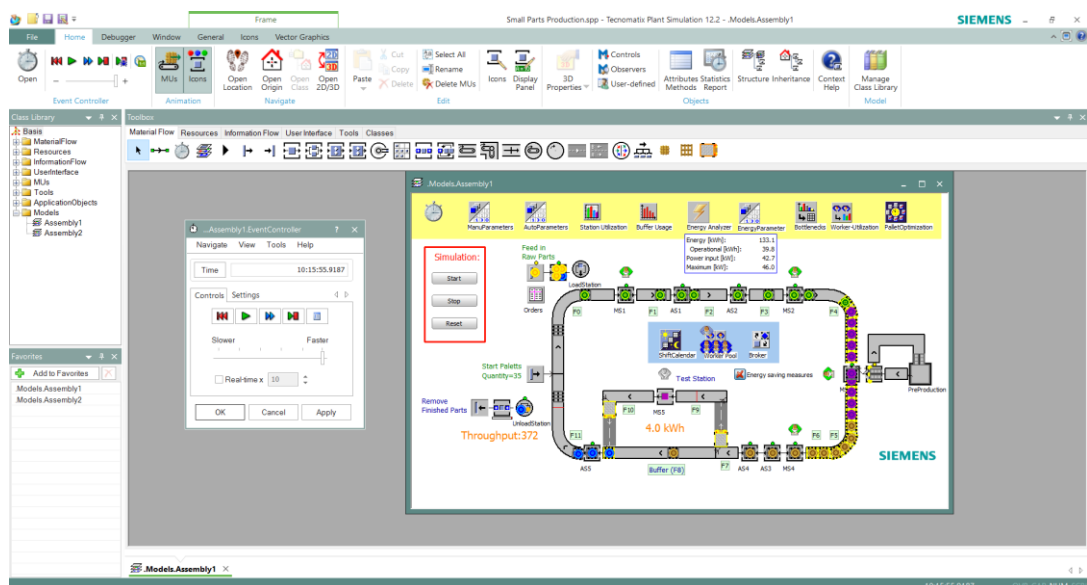
Siemens (2017) uvádí svůj produkt Tecnomatix Plant Simulation jako simulační software sloužící k modelování diskrétních událostí nejčastěji logistických a výrobních systémů. Jedná se o objektově orientovaný systém též s vlastním objektově orientovaným programovacím jazykem. Program oplývá řadou statistických nástrojů, které umožňují grafické zobrazení výstupních dat.



Obrázek 4 Ukázka statistiky z programu Plant Simulation (Siemens, 2017)

Bangsow (2010) poznamenává, že objektově orientovaný charakter Plant Simulation se projevuje při modelování pomocí předem nadefinovaných objektů, které mají své atributy, jež určují, jak se budou jednotlivé objekty v daných interakcích chovat. V rámci softwaru existuje mnoho objektů jakožto například entity (často prezentující produkty, polotovary či materiál), pracovníci, přepravky, zásobníky, dopravníky, kolejová vozidla, single a paralelní procesy a mnohé další.

Bangsow (2010) popisuje 2 možné způsoby (které lze kombinovat) při tvorbě simulace. Prvním způsobem je nastavování atributů objektů a práci s nimi pouze v jednoduché grafické podobě za pomoci ikon, kdežto druhý způsob je použití programovacího jazyku SimTalk. SimTalk je vlastní programovací objektově orientovaný jazyk, který umožňuje přesnější zobrazení výrobní reality, jelikož otevírá nepřehledné množství způsobů promítání skutečností do modelu. Bangsow (2010, s. 85 – 87) dále uvádí, že jednotlivé metody jsou do simulačního modelu vkládány pomocí objektu Method (metoda), která po otevření poskytne textový editor, do něž se zapisuje již samotný zdrojový kód.



Obrázek 5 Ukázkový model Plant Simulation (Siemens, 2017)

4 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Dle Pauknerové (2006, s. 116) působí pracovní podmínky na spolehlivost, výkonnost a v neposlední řadě také spokojenost pracovníků. Jejich působení na neurofyziologický a psychický stav pracovníka může být jak záporné, tak i kladné, přičemž mají přímý vliv i na zdravotní stav. Mezi nejčastější faktory patří například bezpečnost práce, prostorová dispozice pracoviště, organizace práce, hygienické limity, firemní kultura, spolupracovníci, technická vybavenost, sociální zařízení, atd.

Pauknerová (2006, s. 116 – 117) kategorizuje negativní faktory dle rozsahu důsledků působení na pracovníka a to na:

1. Nepříjemné pracovní podmínky – tyto faktory mají nízký nebo žádný vliv na výkonnost pracovníka, nicméně mohou se projevit negativní změnou vnímání určitých podnikových praktik.
2. Rušivé pracovní podmínky – tyto faktory již mají za následek snížení pracovního výkonu. Jsou zde zařazeny faktory pracovního prostředí fyzického rázu, ale také sociálně-psychologického. Jako typický příklad je možno brát špatné osvětlení.
3. Škodlivé pracovní podmínky – tyto faktory přímo ohrožují zdraví pracovníků, které mohou mít následky v podobě zranění, nemoci z povolání nebo v nejhorším případě smrti. Typickým příkladem jsou práce s otevřeným ohněm, vysoké teploty, vysoká úroveň hluku, možnost poleptání chemikáliemi, apod.

Nutno poznamenat, že Pauknerová (2006) poukazuje na fakt, že na pracovní podmínky nemusí být pohlíženo pouze v negativním slova smyslu, ale lze je brát i jako možnost zvýšit pracovní komfort a tím i výkonnost pracovníků.

4.1 Manipulace s břemeny

Dle bozpinfo.cz (2014) je problematika manipulace s břemeny upravena v zákoně č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek BOZP, ve znění pozdějších předpisů, v § 3: Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí na staveništi. Zde jsou uvedeny všeobecné požadavky kladené na zaměstnavatele jako zajištění vhodných manipulačních prostředků či eliminace rizika zdravotních problémů souvisejících s manipulací. Samotnou problematiku hygienických limitů, která je pro většinu případů stěžejní, upravuje nařízení

vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.

Vymezení ruční manipulace s břemenem je upraveno v ustanovení § 28 nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a znění je následující: „Ruční manipulací s břemenem se rozumí přepravování nebo nošení břemene jedním nebo současně více zaměstnanci včetně jeho zvedání, pokládání, strkání, tahání, posunování nebo přemisťování, při kterém v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek může dojít k poškození páteře zaměstnance nebo onemocnění z jednostranné nadměrné zátěže. Za ruční manipulaci s břemenem se pokládá též zvedání a přenášení živého břemene“ (Česko, 2007).

Dle § 29 výše zmíněného nařízení vlády s názvem „Hodnocení zdravotního rizika, hygienické limity, bližší požadavky na způsob organizace práce a pracovní postupy a informace k ochraně zdraví“ jsou určeny hygienické limity hmotností týkající se zvedání břemen. Níže uvedená tabulka poskytuje limitní hodnoty pro jednotlivá pohlaví.

Tabulka 1 Hmotnostní limity dle NV č. 361/2007 Sb. (Česko, 2007)

	Hmotnostní limit pro ruční zvedání břemen (kg)			Kumulativní hmotnost (kg)
	Časté	Občasné	Vsedě	
Muži	30	50	5	10 000
Ženy	15	20	3	6 500

Častou se myslí manipulace přesahující 30 minut souhrnně za 8 hodinovou směnu. Naproti tomu občasná manipulace nepřesahuje souhrnně 30 minut za 8 hodinovou směnu. Hodnoty vsedě jsou podstatně nižší, jelikož je pracovník v této poloze schopen uzvednout daleko menší váhu z důvodu zapojení menšího množství svalů. Kumulativní hmotnost určuje limit pro celkovou hmotnost, kterou může pracovník za 8 hodinovou směnu zvednout. Nařízení vlády dále upravuje limity pro tlačné a tažné síly při manipulaci s bezmotorovou manipulační jednotkou (myšleno manipulační vozík) a to v hodnotách tlačné síly 310 N pro muže a 250 N pro ženy a v případě tažných sil 280 N pro muže a 220 N pro ženy (Česko, 2007).

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V rámci teoretické části byla provedena rešerše literárních zdrojů k dané problematice, jež se zabývaly průmyslovým inženýrstvím a problematikou štihlé výroby. Následně bylo nastíněno použití simulačních softwarů a nakonec byla diskutována oblast pracovního prostředí. Získané poznatky slouží jako podklad pro zpracování praktické části.

V rámci teorie průmyslové inženýrství bylo poukázáno na rozdíly mezi starým a novým přístupem PI. Následně byla představena problematika měření práce, což je jedna ze složek analýzy a měření práce. V rámci měření práce existuje dvě hlavní podkategorie a to přímé měření, zastoupené snímky pracovního dne a chronometráží, a nepřímé metody, zastoupeny například metodikou MTM nebo MOST.

V rámci štihlé výroby byla nastíněna charakteristika a součásti štihlé výroby. Se štihlou výrobou úzce souvisí pojem plýtvání, který vymezuje různé kategorie činností, které ve výrobním systému nepřidávají hodnotu nebo dokonce podíl přidané hodnoty snižují. Se štihlou výrobou také souvisí teorie omezení, která zastává názor, že každý výrobní systém má své omezení, ať už interní nebo externí, které mu brání v plném využití potenciálu výrobních zdrojů. Jednou z metodik pracujících s touto teorií je probraná metodika drum-buffer-rope.

Dále byla věnována pozornost použití simulačních softwarů jakožto nástroje sloužícího k analýze výrobního systému, který je užitečný zejména při rozsáhlých a složitých systémech. Jedním ze zástupců těchto softwarů je popsán produkt společnosti Siemens s názvem Tecnomatix Plant Simulation.

Nakonec byla probrána problematika pracovního prostředí s důrazem na legislativu a informace týkající se manipulace s břemeny, zvláště pak nařízením vlády určenými hmotnostními limity pro muže a ženy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Veškeré informace použité v této kapitole vychází z dokumentů poskytnutých společností Fatra, a.s. jako účetní závěrka, interní dokumenty, webové stránky, a podobně.



Obrázek 6 Areál společností Fatra, a.s. v Napajedlech (interní dokumenty Fatra, a.s.)

Fatra, a.s., se sídlem na třídě Tomáše Bati 1541, 763 61 Napajedla, je výrobně-obchodní společnost zabývající se zpracováním plastů, přičemž v tomto segmentu se jedná o jednu z nejvýznamnějších společností nejen na českém trhu. Důkazem může být i to, že v roce 2015 dosáhly tržby společnosti přes 3,5 miliardy Kč a přes 75 % produkce mířilo na zahraniční trhy. Fatra, a.s. provozuje svou činnost ve dvou výrobních závodech (oba v České republice) a to v Napajedlech a v Chropyni. Závod v Napajedlech je co do rozlohy, výrobní kapacity i počtu zaměstnanců podstatně větší. Je to také původní závod Fatra, který založil roku 1935 koncern Baťa na popud tehdejšího Ministerstva obrany. Výrobní závod v Chropyni byl do Fatry začleněn roku 2002 - do toho roku byl znám pod jménem TECHNOPLAST. Celkový počet zaměstnanců se pohybuje okolo 1100 zaměstnanců.



Obrázek 7 Logo společnosti (interní dokumenty Fatra, a.s.)

Mateřskou společností firmy Fatra, a.s. je společnost AGROFERT, a.s., přičemž AGROFERT, a.s. je vlastníkem jediné akcie v nominální hodnotě 1 027 000 000 Kč tvořící

základní kapitál. Ve schématu ovládacích vztahů v seskupení patří do druhého stupně, to je korporace dceřiná. Koncern AGROFERT, a.s. je společnost sdružující společnosti s vazbou převážně na zemědělství, potravinářství a chemický průmysl. K roku 2016 je v AGROFERTU, a.s. sdruženo přes 250 subjektů, přičemž celkově koncern zaměstnává více než 33 tisíc lidí v 18 zemích světa.

Hlavní činností společnosti je výroba. Nicméně Fatra, a.s. poskytuje taktéž poradenskou a vývojovou činnost. Tyto činnosti zahrnují vedle klasického poradenství a servisu také zkušebnictví a využívání vývojových laboratoří, testování, přípravy vzorků a směsí. Společnost velmi dbá na vývoj jako takový, přičemž to dokazuje vysokou úrovní spolupráce s vysokými školami, zvláště pak Univerzitou Tomáše Bati (Fakulta technologická) a Univerzitou Pardubice (Fakulta chemicko-technologická), a také investováním značné části prostředků do výzkumu a vývoje. Konkrétně v roce 2015 firma vydala na výzkumnou a vývojovou činnost 27 495 000 Kč.

6.1 Výrobní program

Fatra, a.s. má poměrně rozsáhlý sortiment a velkou míru diverzifikace výrobků. Drtivá většina výrobního programu společnosti stojí na zpracování plastů a to konkrétně PVC, PE, PP a PET. Mezi zpracovávané suroviny dále patří PVC-C, PVC-U, LDPE, LLDPE, HDPE, EVA, ABS. Zároveň firma diverzifikuje i co se struktury tržeb týče. Český trh je totiž poměrně malý s ohledem na možnosti odbytu sortimentu. Níže uvedená tabulka zobrazuje vývoj struktury tržeb za jednotlivé výrobní segmenty a také strukturu pouze zahraničních tržeb, jelikož jak je výše uvedeno, většina produkce míří na zahraniční trhy.

Tabulka 2 Struktura tržeb za prodané vlastní výrobky a služby podle druhů činnosti (vlastní zpracování dle interních dokumentů Fatra, a.s.)

(%)	2014	2013	2012
Podlahové krytiny	19,4	19,6	17,9
Izolační fólie	30,6	28,5	27,2
Technické fólie	3,0	3,5	3,3
Granulát	3,0	2,3	2,1
Profily	2,6	2,6	2,5
Speciální výrobky	16,0	14,6	16,3
Paropropustné fólie a lamináty	13,0	13,8	14,9
BO PET	11,9	14,5	15,3
Ostatní	0,5	0,6	0,5
Společnost celkem	100,0	100,0	100,0

Tabulka 3 Teritoriální struktura tržeb exportu (vlastní zpracování dle interních dokumentů Fatra, a.s.)

(%)	2014	2013	2012
Švýcarsko	24,2	22,1	23,6
Slovensko	12,7	14,2	12,3
Německo	12,3	13,7	15,8
Polsko	6,1	7	6,7
Itálie	5,6	7,2	7,3
Rusko	5,3	4,6	3,8
Francie	4,1	3,7	4,1
Spojené království	3,8	3,9	4,1
Rakousko	3,8	3,3	1,7
Nizozemí	3,7	2,7	4,1
Maďarsko	2,6	2,2	2,2
Švédsko	2	2,4	1,5
Čína	2,5	1,3	0,7
Rumunsko	1,9	1,5	1,7
USA	1,4	2	2,1
Turecko	1,1	1,2	1,7
Ostatní	6,9	7	6,6
Společnost celkem	100,0	100,0	100,0

Fatra, a.s. se může pyšnit poměrně unikátní výrobou, která ve svém objemu nemá v České republice konkurenci. Část provozu sice tvoří běžně se vyskytující technologie na bázi vstřikování plastů, nicméně jak plyne z výše uvedené tabulky, většinu produkce tvoří různé druhy fólií a část podlahovin, které se vyrábějí na válcovacích linkách.

Společnost má sortiment rozdělený na 10 tržních segmentů. To jsou:

- **Podlahové krytiny** – jedná se o PVC podlahové krytiny určené pro domácnosti a komerční prostory. Jedná se o nenáročné, nehlukné a vysoce odolné krytiny. Firma tyto podlahoviny vyrábí pod několika značkami a obchodními názvy, každý pro jiný účel nebo cenovou skupinu. Patří mezi ně například Thermofix® a Imperio® (luxusní výrobky), dále pak Sporting® T (povrchy do krytých tenisových hal) nebo také klasické podlahoviny značky LINO Fatra®.
- **Hydroizolační fólie FATRAFOL®** - fólie vyráběny za pomoci moderních metod z termoplastických polyolefinů. Tyto fólie slouží k hydroizolaci plochých

a mírně šikmých střechech, jezírek, balkonů, teras nebo také moderních zelených střechech.

- **Technické fólie a svařované výrobky** – jedná se o výrobky z měkčeného PVC známého také jako PVC-P. Nejčastěji se používá v galanterii, automobilovém průmyslu, zdravotnictví, apod. Firma má atestovanou i možnost výroby bez ftalátů, čímž vzniká materiál vhodný pro výrobu dětských nafukovacích hraček, podušek pro přebalování kojenců nebo rehabilitačních pomůcek.
- **Profily** – jedná se o výrobky v podobě lišt, hran, těsnění, trubek, trubiček aj. Uplatnění nachází hlavně v průmyslu nábytkářském, stavebním a elektrotechnickém. U těchto výrobků Fatra, a.s. také nabízí možnost finalizace výrobků v podobě potisku, krácení na požadovanou délku, značení, vysekávání aj. Tyto výrobky jsou vyráběny technologií extruze a koextruze.
- **Granulát** – společnost také dodává PVC granulát, což je polotovar určený k dalšímu průmyslovému zpracování. Technologie výroby granulátu se dělí na vytlačovací nebo vstřikovací. Je možnost dodat tyto granuláty také v DOP free nebo bezftalátové formě.
- **Paropropustné fólie a lamináty** – jedná se o fólie nejčastěji používané jako vnější strana při výrobě dětských plen, dámské hygieny, inkontinenčních vložek a podobných výrobků užívaných především ve zdravotnictví.
- **Fólie a desky z PE, PET, EVA** – výrobky používané jako výstražné fólie, protiskluzové podložky, podložky pod kolečkové židle, výztuha v galanterii aj.
- **Vstřikované výrobky** – dle dodané formy lze na lisech, kterými Fatra, a.s. disponuje, vyrobit různé druhy výrobků dle parametrů lisů.
- **BO PET fólie a lamináty** – fólie s širokým využitím, převážně v kancelářských výrobcích, elektroizolací nebo balení potravin. Možnost úpravy korunou, metalizací nebo nánosováním.
- **Tvarované výrobky** – obaly, kelímky, desky chladících výplní nebo také potravinářské fólie z PVC vhodné pro další zpracování.

6.2 Ekologie a bezpečnost

Společnost si velkou mírou zakládá na kvalitě, bezpečnosti a ekologii. Proto také už roku 1994 podřídila celý svůj systém řízení kvality normám ISO:9001 a v roce 2000 patřila mezi jedny z vůbec prvních firem v rámci České republiky podřizující se normám ISO:14001 zaměřujících se na péči o životní prostředí.

Ve společnosti se kvůli charakteru výroby musí dbát na vysokou úroveň ochrany zdraví a přírody. Fatra, a.s. je držitelem osvědčení Responsible Care, což je dobrovolný program, ke kterému se firma zavázala. Tento program stojí na vysoké úrovni ochrany životního prostředí, zdraví a bezpečnosti jak zaměstnanců, tak i veřejnosti.

Roku 2014 získala Fatra, a.s. prestižní ocenění „Cena udržitelného rozvoje“, kterou uděluje Svaz chemického průmyslu České republiky, jelikož společnost plní kritéria programu Responsible Care a také se významně podílí na rozvoji regionu. Mezi důkazy odpovědného chování firmy může patřit například instalace nové recyklační linky na zpracování odpadů z plastů z roku 2014.

Fatra, a.s. je také jako jedna z mála společností v republice držitelem ocenění Bezpečný podnik, který vydává Státní úřad inspekce práce při zavedení systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci s uplatněním požadavků ILO-OSH 2001 a OHSAS 18001:2007.

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Kapitola analýzy současného stavu poskytne detailní pohled do výrobního procesu lisované podlahoviny. Nejprve bude analýza zasazena do kontextu celé práce. Poté bude zevrubně představena lisovaná podlahovina jako taková. Následně rozbor pracovního postupu. Poté budou detailně analyzovány jednotlivé činnosti na všech sledovaných pracovištích. Následně budou prezentovány hodnoty časů jednotlivých činností získané pomocí chronometráže. Z těchto získaných časů budou vypočteny hodnoty průtoku materiálu. Následující kapitoly rozeberou stav výrobních prostor a výrobního procesu jako celku. Poté budou komentovány další zjištěné nedostatky. Nakonec bude celá kapitola analýzy sumarizována.

7.1 Základní východiska zpracování analýzy

Důvodem, proč bylo k analýze vybráno právě pracoviště lisované podlahoviny, je fakt, že výroba zde probíhá desítky let v podstatě nezměněné podobě. Vedení společnosti proto zadalo oddělení průmyslového inženýrství úkol na vypracování analýzy stavu výrobního procesu s následnou racionalizací.

Zadání zpracování projektu racionalizace výroby lisované podlahoviny bylo konzultováno s vedoucím průmyslového inženýrství. Přestože Fatra, a.s. je společností na regionální měřítku poměrně velkou, oddělení průmyslového inženýrství v současné ucelené podobě vzniklo teprve roku 2015. Postupná analýza jednotlivých pracovišť v rámci celého podniku probíhá proto relativně krátkou dobu. Z tohoto důvodu bylo zahájeno vypracování projektu, který poskytne data použitelná k vyhodnocení situace na sledovaném pracovišti. Jedním z požadavků oddělení průmyslového inženýrství při zadávání projektu bylo využití simulačního softwaru při zobrazení stavu na pracovišti před a po analýze a případných návrzích na zlepšení či změnu.

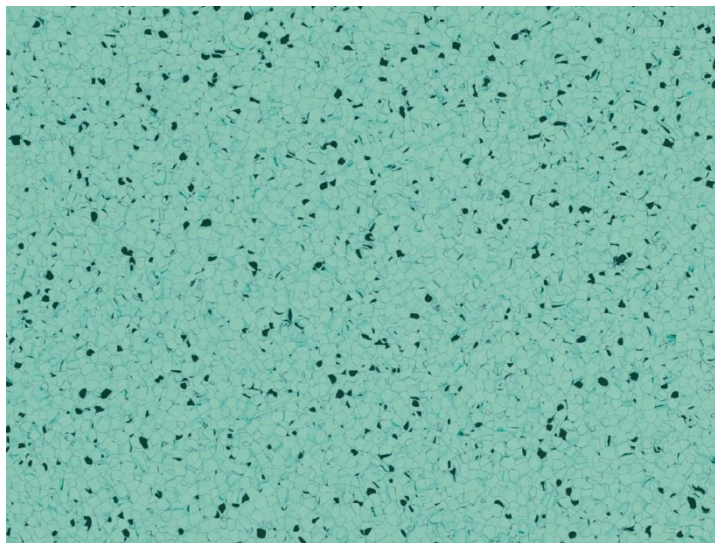
Jak bude níže v práci uvedeno, lisovaná podlahovina se vyrábí ve dvou tloušťkách (1,7 mm a 2,0 mm), přičemž technologický postup je u obou stejný s výjimkou operace štípání, kde se 22 mm tlusté bloky štípají na 10 kusů dílců o tloušťce 2,0 mm nebo 12 kusů dílců v případě tloušťky 1,7 mm. Jelikož se v následujících operacích, po operaci štípání, manipuluje s jednotlivými dílci (dlaždicemi), jako reprezentant pro analýzu byl zvolen výrobek o tloušťce 1,7 mm. Tím bude zajištěno, že při případném narovnání materiálových toků bude výroba zvládat jak 1,7 mm, tak případně i 2,0 mm tlusté dílce. Výrobky obou

tloušťek se totiž štípají ze stejně tlustých bloků, ale výsledná tloušťka neovlivňuje první dvě operace navážení a lisování, které poskytují totožný výstup při obou variantách.

7.2 Lisovaná podlahová krytina

Lisovaná podlahovina je jedním ze základních produktů, které společnost Fatra, a.s. už dlouhá léta produkuje. Spadá do segmentu podlahových krytin. Jedná se homogenní podlahovou krytinu užívanou v prostorech s požadavky na elektrostaticky vodivé provedení podlahy, jako například chirurgické sály, RTG pracoviště, data-centra apod. Jednotlivé dlaždice jsou vyrobeny z granulátu PVC s příměsí vodivé pasty. Společnost si PVC granulát produkuje sama, stejně tak jako pastu.

Finální produkt se vyrábí v několika variantách, které se od sebe liší podílem vodivé pasty a poměry jednotlivých různě barevných granulátů. Samotné hotové dlaždice mají jednotný rozměr a to 608x608 mm s tolerancí $\pm 0,5$ mm. Vyrábí se dvou tloušťkách – 2,0 mm a 1,7 mm.



Obrázek 8 Dlaždice lisované podlahoviny (interní dokumenty Fatra, a.s.)

7.3 Pracoviště lisované podlahoviny

Výroba lisované podlahoviny probíhá v rámci jedné haly v celkem 7 výrobních krocích. Jedná se o výrobu diskontinuální. Výroba probíhá v jednosměnném provozu, kromě operace přelísování, která probíhá v provozu dvousměnném. Směny jsou v délce 7,5 hodiny a zákonná přestávka v délce 0,5 hodiny. Výroba probíhá od pondělí do pátku.

Veškeré operace výroby lisované podlahoviny probíhají v rámci jedné haly, která je součástí výrobního areálu Fatra, a.s. v Napajedlech. Jediná příprava vstupního materiálu, tj. granulace PVC a příprava vodivé pasty, probíhá v odlišných výrobních prostorech, nicméně stále v prostorách výrobního areálu.

7.4 Výrobní postup

Jak již bylo zmíněno výše, výrobní postup sestává z celkem 7 kroků. Tyto kroky jsou:

- 1. Navážení** – na pracoviště jsou nejprve přistaveny kontejnery s PVC granulátem. Ten je zde navážen, smíchán s vodivou pastou v míchačce, kde se granulát vysuší na danou teplotu (42 °C). Následně je navážen do jednotlivých boxů po cca 14,7 kg dávkách.
- 2. Lisování bloků** – zde jsou jednotlivé boxy vsypány do lisů a vylisovány jednotlivé bloky.
- 3. Předehřev** – v automatických pecích jsou bloky předehřáty na požadovanou teplotu.
- 4. Štípání** – zde jsou bloky rozštípány na jednotlivé dlaždice o tloušťce 1,7 mm.
- 5. Přelisoání dlaždic** – za účelem stejnoměrné kvality povrchu jsou dlaždice jednotlivě přelisoány na lisech.
- 6. Tepelná úprava a sekání** – v této operaci jsou již přelisoované dlaždice tepelně stabilizovány. Následně se osekají okraje, čímž je výrobek hotov.
- 7. Balení** – v posledním kroku jsou dlaždice překontrolovány obsluhou a následně zabaleny.

7.5 Analýza jednotlivých pracovišť

7.5.1 Pracoviště navážení

Nejprve je materiál, který operátorovi přiveze manipulát z venkovních skladovacích prostor v plechových bednách, přesunut pomocí mostového jeřábu na navažovací zařízení. Zde je navážena jedna dávka granulátu o hmotnosti necelých 400 kg (je nutno ponechat malou rezervu pro hmotnost vodivé pasty). Tato dávka je v transportním kontejneru dále mostovým jeřábem přesunuta na míchačku. Do prázdné míchačky se pomocí otvorů na spodu kontejneru a víku míchačky vysype navážená dávka granulátu. Poté prázdný

kontejner odsune a do míchačky přidá předem naváženou dávku vodivé pasty. Po uzavření víka míchačky ji operátor zapne, čímž se spustí automatický program, který zajistí promíchání granulátu s vodivou pastou a následně tuto hmotu vysuší. Vlhký granulát by mohl tvořit při následující operaci, lisování, bublinky uvnitř výlisků a tím znehodnotit produkci. Po ukončení míchání operátor vysype promíchanou směs do transportního kontejneru umístěného pod úroveň podlahy. Tento kontejner poté pomocí mostového jeřábu transportuje na dávkovací zařízení. Operátor se následně přesune k obsluze dávkovacího zařízení. Z přistaveného vozíku s plechovými boxy uchopí prázdný box, který vloží pod navažovací zařízení, následně stiskne spouštěcí tlačítko a stroj automaticky naváží dávku granulátu o průměrné hmotnosti 14,7 kg. Jedna plná míchačka naplní 27 boxů. Jakmile je na vozíku 36 naplněných boxů, vozík se přesune na další pracoviště.



Obrázek 9 Míchačka granulátu (vlastní zpracování)

Všechny operace probíhají v takovém sledu, aby míchačka stála po co nejkratší dobu. Z tohoto důvodu operace navážení vstupního materiálu, přesuny prázdných kontejnerů, navážení vodivé pasty a rozvážení granulátů do jednotlivých boxů, probíhají v průběhu automatického chodu míchačky. Pracoviště obsluhuje jeden operátor.

Automatický proces míchání včetně nutných mezioperací trvá v průměru 44 minut, což je čas, po který obsluha provádí navážení další dávky materiálu a také navážení již namíchané směsi do připravených plechových boxů po dávkách 14,7 kg. Pro splnění

požadovaného výkonu musí pracovník odvést 8 plných míchaček po 400 kg. Z těchto 8 míchaček se naváží celkem 216 plechových boxů s granulátem, z nichž vznikne následným vylisováním 216 bloků, které se dále štípají.

7.5.2 Lisování bloků

Pracoviště je vybaveno čtyřmi hydraulickými 9 etážovými lisami (lis má dvě strany, takže celkem 18 pater), které za pomoci tepla a tlaku vylisují z předpřipraveného vysušeného PVC granulátu bloky, které jsou potom dále zpracovávány. Na jednom lisu pracuje jeden pracovník s tím, že první 2 lisy a k nim přiřazení pracovníci pracují celou směnu (tj. 450 minut) a další dva lisy pracují pouze polovinu směny, přičemž obsluha těchto dvou lisů pracuje první polovinu směny na operaci štípání.



Obrázek 10 Pracoviště lisování (vlastní zpracování)

Proces je u všech 4 lisů stejný. Začíná vyjmutím kazety a vylisovaných výrobků, vyčištěním prázdné kazety od zbytků granulátu a výlisků, nasypání připraveného granulátu, zarovnání granulátu, zasunutí kazety. Tyto operace se provedou celkem 18krát (2x9 etáží). Jakmile jsou kazety připraveny, zapne se automatický chod, který se skládá z nahřívání, lisování a ochlazování. Během automatického chodu má obsluha za úkol zajistit si pořádek na pracovišti a přesunout hotové výrobky na další operaci. Výsledkem jsou bloky o velikosti 800x800 mm a tloušťce 22 mm.

7.5.3 Předehřev

Pracoviště předehřevu tvoří pouze dvě automatické pece, které vylisované bloky zahřejí na teplotu potřebnou pro následnou manipulaci na operaci štípání. Zde se na konci směny navezou vylisované bloky, přičemž se v noci dle automatického cyklu pece zapnou a ráno, když operátoři přijdou na směnu, mají tyto bloky nachystány rovnou ke zpracování.



Obrázek 11 Předehřívací pece (vlastní zpracování)

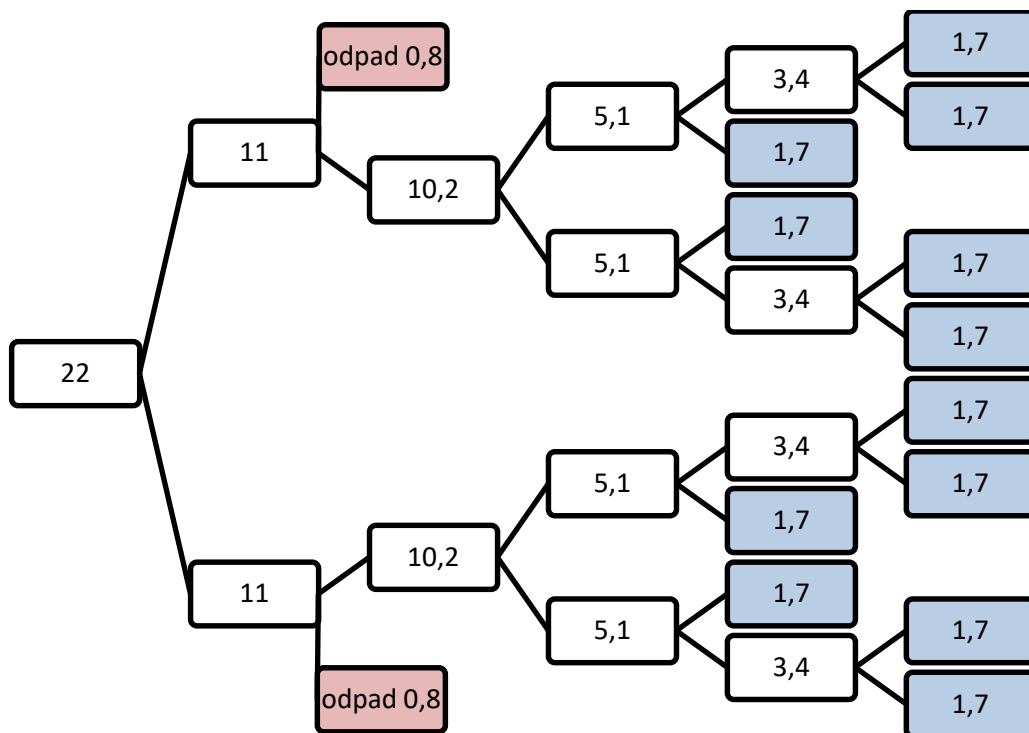
Nahřívací pece mají kapacitu 6 vozíků, takže ráno před směnou je připravena předehřátá výrobní dávka na celý den. Celý proces nahřívání musí trvat nejméně 2 hodiny, aby bylo zajištěno prohřátí celého objemu bloku. Teploty nahřívání se pohybují od 90 do 120 °C. Po proběhnutí nahřívacího procesu je nutno ponechat dlaždice mírně vychladnout na teplotu 80 – 100 °C, která je poté v peci udržována až do vyjmutí operátorem z operace štípání. Je zde nutno manipulovat s vozíky v ochranných rukavicích, aby se zabránilo případnému popálení.

7.5.4 Štípání

Pracoviště štípání tvoří dva štípací stroje, kde se předehřáté bloky rozštípou na jednotlivé dlaždice o požadované tloušťce (2,0 mm nebo 1,7 mm). Stroje pracují první polovinu směny, a obsluhují je dva operátoři, kteří druhou polovinu směny tráví na pracovišti lisování. Na těchto strojích také pracují 4 operátorky z finální operace balení, taktéž první

polovinu směny. Ke splnění požadovaného výkonu je nutno rozštípat 3 vozíky po 36 blocích na každé ze dvou štípaček.

Operace probíhá tak, že operátor nejprve seřídí stroj pro požadované rozměry a následně získá přehřáté bloky z pecí umístěné na vozících po 36 ks. Tyto přehřáté bloky poté vkládá do válců stroje, které blok rozpůlí. Nastavená vzájemná vzdálenost určuje tloušťku těchto dílů, které ze stroje vyjedou. Následně každá z operátorek uchopí jednu půlku, provede optickou kontrolu a odloží na přistavený vozík. Takto se pokračuje se všemi 36 kusy. Poté se stroj musí znovu seřídít na menší tloušťky a pokračuje se dále, až do požadované tloušťky. Tímto způsobem vznikne z každého bloku 10 kusů dílců o tloušťce 2,0 mm nebo 12 kusů dílců o tloušťce 1,7 mm. Níže uvedené schéma zobrazuje rozpad původního 22 mm tlustého bloku na dlaždice vybraného reprezentanta - 1,7 mm dlaždice.



Obrázek 12 Schéma rozdělení bloku 22 mm na dlaždice 1,7 mm (vlastní zpracování)

V průběhu je také nutno kontrolovat tloušťku vystupujících polotovarů, jelikož štípací stroje jsou ručně nastavovány a taktéž se jedná o poměrně zastaralé zařízení. Kontrola probíhá vždy u prvních 3 dvojic vystupujících polotovarů. Případně také náhodně v průběhu štípání. Tuto kontrolu provádí obsluhující operátor.

7.5.5 Přelísování dlaždic

Toto pracoviště bylo již v minulosti určeno úzkým místem celého výrobního postupu lisované podlahoviny a jako jediné funguje v dvousměnném provozu. Rozštípané dlaždice jsou zde jednotlivě po 4 kusech vylisovány na 2 devítitážových lisech. Pracovníci nejprve naplní kazety dlaždicemi, které prokládají voskovaným papírem (ten zabraňuje slepení se) a jakmile je lis volný, zasunou dlaždice a spustí automatický chod, který za předem dané teploty, tlaku a času provede požadovanou činnost. Pracoviště je v momentální situaci optimalizováno a poskytuje stabilní výstupy.

Přelísování dlaždic zajišťuje eliminaci drobných defektů a nerovností, které jsou zapříčiněny chybami při předchozích operacích. Po absolvování této operace získají dlaždice hladký povrch a lesklý vzhled.

7.5.6 Tepelná úprava a sekání

Jakmile jsou dlaždice přelísovány, přesune obsluha manipulační vozíky s těmito polotovary k pracovišti tepelné úpravy a sekání, které obsluhují dvě operátorky. Jedna z operátorek vkládá a rovná dlaždice na začátku termostabilizačního tunelu a druhá odebírá na konci linky stabilizované a nasekané dlaždice. Tyto dlaždice také kontroluje. Termostabilizační tunel zajišťuje nutné vlastnosti lisované PVC podlahoviny a to rozměrovou stálost a vyšší tuhost materiálu.



Obrázek 13 Termostabilizační tunel (vlastní zpracování)

Proces probíhá tak, že po vložení na dopravník dílce projíždějí vedoucím 7 metrů dlouhým tunelem, kde se při teplotě 85-125 °C tepelně stabilizují. Poté pokračují na chladicí zařízení, kde se pomocí chladících válců a přívodu vzduchu ochladí na teplotu nižší než 30 °C. Poté dopravníkovým systémem pokračují na sekačku, která z dílců stále ještě 800x800 mm velkých vyseká finální výrobek o velikosti 608x608 mm. Tímto je výrobek hotov a operátorka odebere hotové dlaždice, které uloží na manipulační vozík, který poté odveze na poslední pracoviště - Balení.

7.5.7 Balení

Pracoviště balení je v provozu druhou polovinu směny, jelikož jej obsluhují operátorky z operace štípání, které je v provozu pouze první polovinu směny. Probíhá zde finální kontrola dlaždic, balení do krabic po 35 ks v případě 1,7 mm dlaždic a po 30 ks v případě 2,0 mm dlaždic.

Před započítáním kontroly a balení si musí operátorky sešít na sešivače krabice, do kterých dlaždice stohují. Balení probíhá tak, že každá z pracovnic sedí u stolu, kde vizuálně a hmatem kontroluje kvalitu každé jednotlivé dlaždice. Pokud vyhovuje, stohuje tyto dlaždice do krabice. Po dosažení požadovaného počtu krabici odsune na dopravník, který tyto krabice posune na kontrolní váhu, která zamezí případné chybě v podobě nesprávného počtu dlaždic v krabici. Krabice pokračuje na automatickou páskovačku, která krabici zapáskuje a poté na stohovačku, která krabice ukládá na přistavenou paletu po 18 ks. Jakmile je paleta plná, musí dvě z pracovnic paletu odvést a dát do stohovačky prázdnou. Plnou paletu poté ručně obtáhnou stretch folií, přidají čárový kód, vzorek a přiloží etikety. Hotovou paletu odveze manipulát do skladu hotových výrobků.

7.6 Naměřené hodnoty operací

Zvolenou metodou pro získání potřebných informací pro výpočet materiálového průtoku byla metoda snímkování operací (chronometráž). Tato metoda poskytla detailní informace o pracovních postupech na jednotlivých pracovištích a také časové náměry jednotlivých operací. Informace byly získávány v průběhu dvou týdnů strávených na výrobní hale. Všechny uvedené časy jsou průměrné časy z provedených náměrů.

7.6.1 Navážení

V případě operace navážení byl rozhodujícím faktorem čas automatického chodu míchačky. Tento proces trval v průměru 41,3 minut, přičemž k této hodnotě je nutno přičíst činnosti, které jsou prováděny v době, kdy se míchačka zastaví. Tyto operace jsou vysypání promíchané směsi do připraveného kontejneru zapuštěného do země a následně naplnění míchačky z připraveného kontejneru novým granulátem. Tyto činnosti zabíraly v průměru 3 minuty, Z této skutečnosti vyplývá, že pracoviště je schopno poskytovat 1 míchačku každých 44,3 minuty. Ostatní činnosti a jejich časy, které jsou prováděny během automatického chodu, jsou uvedeny v tabulce níže.

Tabulka 4 Činnosti operátora na pracovišti navážení (vlastní zpracování)

Činnost - během míchání	Čas [min]
Navážení bedýnky (27x)	13,5
Manipulace s bednami	3,5
Navažování vstupního materiálu	4,5
Administrativa	1
Přesuny jeřábem	4
Celkem	26,5

Z naměřených hodnot lze vyčíst, že pro každý cyklus míchání v délce 44,3 minut má po odečtení činností operátor 14,8 minut volný prostor, po který není využit. Dále je třeba poukázat na to, že v pro splnění normy musí pracovník odvést 8 plných míchaček, to je 354,4 minut práce, přičemž směna trvá 480 minut. To znamená, že z hlediska kapacity míchačky je časový fond směny využit ze 73,83 %. Z hlediska využití pracovníka je po započtení nečinností v průběhu míchání využito pouze 52,4 % času.

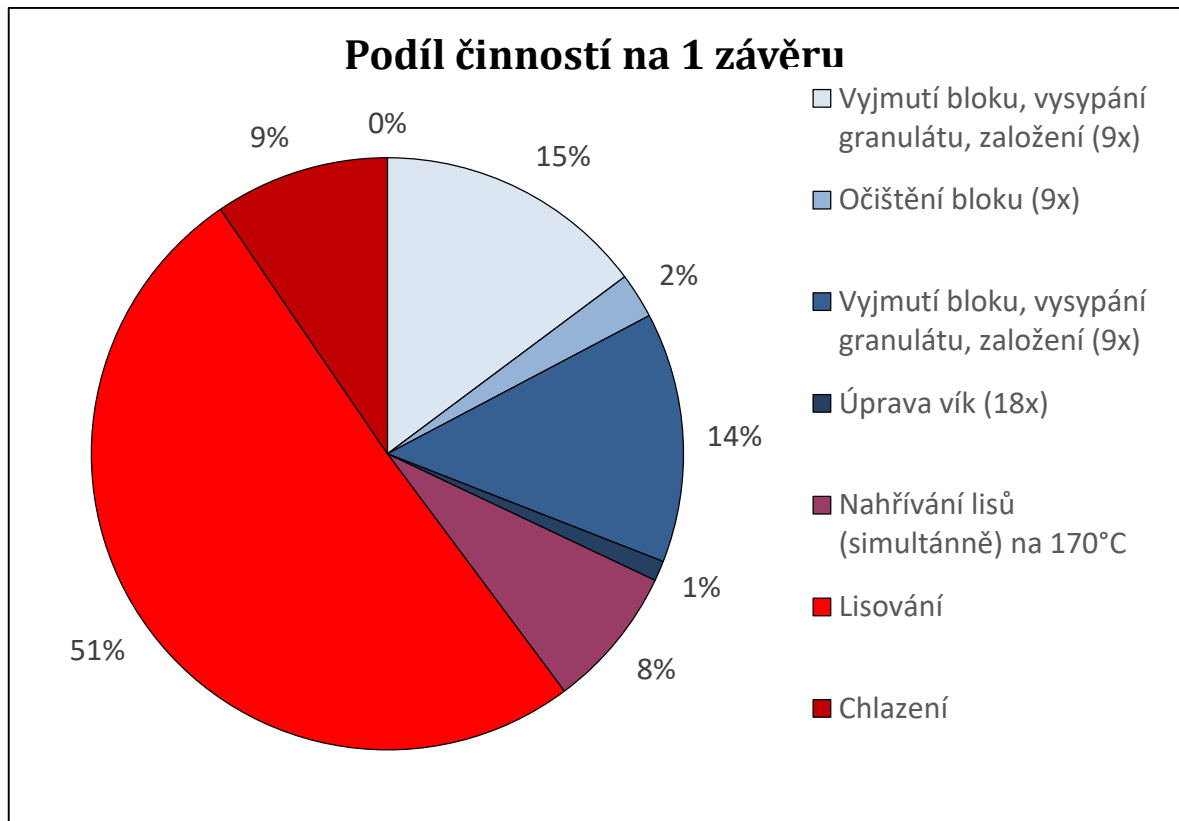
7.6.2 Lisování

Hlavním elementem na pracovišti lisování je automatický chod hydraulických lisů, který nejde ovlivnit. Při jednotlivých náměrech se pořadí úkonů v 1 cyklu operátora neměnilo, začalo se vyjmutím hotových výrobků a cyklus byl ukončen vychladnutím bloků na teplotu umožňující manipulaci v rukavicích. V tabulce níže jsou uvedeny jednotlivé činnosti v pořadí, jak následují po sobě. Dále je uvedena průměrná kumulativní doba trvání.

Tabulka 5 Operace v rámci jednoho závěru lisování (vlastní zpracování)

Operace	Kumulativní doba trvání
Vyjmutí bloku, vysypání granulátu, založení (9x) – 1. strana lisu	0:14:15
Očištění bloku (9x)	0:16:38
Vyjmutí bloku, vysypání granulátu, založení (9x) – 2. strana lisu	0:29:47
Úprava vík (18x)	0:30:51
Nahřívání lisů (simultánně) na 170°C	0:38:20
Lisování	1:27:07
Chlazení	1:36:18

Jednotlivé činnosti realizované operátorem mohou být prováděny pouze v době, kdy stroj není v chodu. Z výše uvedených hodnot lze vyčíst, že činnosti pracovníka zabírají zhruba 30 minut, načež zapne automatický chod a čeká zhruba 66 minut na ukončení automatického chodu a vychladnutí bloků. Během čekání sice provádí režijní činnosti jako úklid pracoviště, administrativa a odvoz hotových výrobků do 3 metrů vzdálených pecí, nicméně tyto operace nezabírají více než 5 minut a většinu těchto operací se jevila jako účelová z důvodu prováděného snímkování. Níže uvedený graf naznačuje podíl jednotlivých činností na 1 cyklu lisování. Pole červeného odstínu jsou časy, kdy probíhá automatický proces a operátor nevykonává aktivitu. Naopak modré pole naznačují čas, kdy operátor vykonává aktivitu. Z grafu lze vyčíst, že téměř 70 % času cyklu není operátorem prováděna jakákoliv činnost související s produkcí.



Graf 1 Podíl činností na 1 závěru lisování (vlastní zpracování)

Ke splnění normy musí pracoviště lisování odvést 12 závěrů po 18 blocích každý. Jak uvedeno v předchozí kapitole, pracoviště obsluhují dva pracovníci celou směnu, tj. 450 minut, a dva pracovníci půl směny, konkrétně 210 minut. Jednotlivé závěry mají rozdělené tak, že stálí pracovníci udělají po 4 závěrech každý a dva pracovníci z půl směny udělají každý po 2 závěrech. Stálí pracovníci tedy odvedou požadovaný výkon za 385,2 minuty a pracovníci z půl směny za 192,6 minut. To znamená, že v případě stálých pracovníků z časového fondu 450 minut zbyde 64,8 minut nevyužitého času po ukončení produkce a pracovníků z půl směny z 210 minut časového fondu zbyde 17,4 minut. Nutno také podotknout, že zákonnou 30 minutovou přestávku si operátoři vybírají v průběhu automatického chodu, i přes to, že je odečtena z celkového časového fondu 480 minut.

7.6.3 Předehřev

Pracoviště předehřevu nebylo nutno snímkovat, jelikož jak uvedeno výše, jsou zde pouze navezeny hotové výrobky, které jsou ráno před začátkem směny připravené v celkovém objemu zajišťujícím kompletní vstup pro celou jednu směnu.

7.6.4 Štípání

Jak již bylo zmíněno výše, na tomto pracovišti pracují pracovníci z operace lisování a pracovnice z operace balení půl směny. Konkrétně je zde vyčleněn časový fond v hodnotě 240 minut. Při prováděných náměrech byly zohledněny veškeré činnosti jako příprava pracoviště, přesuny vozíků, seřizování stroje, kontrola nože a samotné štípání. Pro splnění normy je třeba poštípat 3 vozíky po 36 dlaždicích na každém ze dvou lisů. Průměrný cyklus byl spočítán na 55,6 minuty. To znamená, že norma bude splněna po 167 minutách. Dále je nutno přičíst 10 minut na úklid, údržbu a kontrolu strojního zařízení po ukončení výroby. Celkově je tady požadovaný výkon odveden za 177 minut. To znamená, že časový fond je využit na 69,5 %.



Obrázek 14 Štípačka (vlastní zpracování)

7.6.5 Přelisování

Operace přelisování byla standardizována oddělením průmyslového inženýrství zhruba 3 měsíce před prováděnými náměry. Po množství provedených náměrů a analýze informací z umístěného data-takeru na lisech byl ustálen strojní čas na 23 minutách na 1 závěr. Jeden závěr poskytne 36 přelisovaných dlaždic. Tímto způsobem denně proběhne na každém lisu za jednu směnu 20 závěrů, přičemž lisy jsou dva a provoz je dvousměnný. Celkově tedy za den proběhne 80 závěrů po 36 dlaždicích. Výjimku tvoří pondělí, kdy první směnu závěrů proběhne 16 z důvodu pravidelné údržby a zajíždění

stroje.



Obrázek 15 Pracoviště přelisování (vlastní zpracování)

Průběh jednoho cyklu je následovný. 22 minut trvá čistý čas lisování, přičemž stroj může v jeden moment lisovat pouze jednu stranu lisu. Stroj se po ukončení cyklu zastaví a v průběhu 1 minuty vyjíždí kazety s přelisovanými dlaždicemi a zároveň zajíždí kazety s novými dlaždicemi. V průběhu lisování probíhají činnosti vyjmutí přelisovaných dlaždic, ořezání přebytečného materiálu, očištění kazet a uložení nových dlaždic. Z provedených náměrů byl stanoven průměrný čas 20 minut.

Z uvedených hodnot a údajů lze vyčíst, že pracoviště je téměř maximálně vytížené. Z časového fondu 480 minut je pracoviště 460 minut v provozu. Z důvodu zákonné přestávky a časové náročnosti operací obsluhují každý z lisů 2 pracovníci, kteří se průběžně střídají.

7.6.6 Tepelná úprava a sekání

Operátorka na začátku linky vkládá dlaždice po jedné do termostabilizačního tunelu, kde proběhnou požadované operace, a na konci linky automatická sekačka vysekne finální výrobek, který odebere druhá operátorka. Tato sekačka určuje takt linky, jelikož z ní vypadávají hotové výrobky. Z provedených náměrů byla vypočtena průměrná hodnota vyseknutí 10 dlaždic z důvodu vyšší přesnosti měření, jelikož vyseknutí jedné dlaždice je rychlá operace a existuje zde větší prostor pro chybu.

Průměrně trvá vyseknutí 10 dlaždic 61,4 sekundy. Normu tedy splní, při připočtení 10 minut na proběhnutí cyklu poslední dlaždice až po sekání, za 255 minut.

7.6.7 Balení

Jelikož balení zajišťují operátorky z operace štípání, v činnosti je toto pracoviště pouze polovinu směny, konkrétně 210 minut. Během této doby musí 4 operátorky zabalit v průměru 70 krabic ke splnění normy (počet krabic se mírně liší dle množství zmetků na předchozích operacích), sešít na velké sešivače těchto cca 70 krabic a zajistit zabalení v průměru 4 palet s hotovými výrobky. Časy na jednotlivé činnosti byly naměřeny jednotlivě a poté rozděleny mezi jednotlivé operátorky, jelikož během pozorování v průběhu několika dní bylo zjištěno, že pracovnice nemají jasně vymezené, která bude jakou činnost dělat. Toto zjednodušení je možné použít, protože operátorky nejsou omezeny žádným strojem nebo nedostatkem vstupního materiálu, a proto si mohou své činnosti rozvrhnout, jak chtějí. Jediným omezením je nutnost odstranění palety s hotovými výrobky, což ale nijak neomezuje průběh dalších činností. Jednoduše musí splnit požadovaný výkon a je jen na nich, kdo co a kdy bude dělat. Chybí zde jakákoliv forma organizace práce.



Obrázek 16 Pracoviště balení (vlastní zpracování)

První operací je sešití krabic, kdy sešití jedné krabice trvalo v průměru 40 sekund. Sešití celé dávky tedy trvá zhruba 47 minut. Dále je potřeba zabalit dlaždice do těchto krabic. Reprezentant, tloušťka 1,7 mm, se balí po 35 ks. Jedné pracovníci v průměru trvá zabalení

1 krabice 235 sekund. To znamená 275 minut potřebných na zabalení průměrného výkonu. Nakonec je nutno odvést a zabalit 4 palety, přičemž jedna paleta zabere zhruba 15 minut. To je celkově 60 minut. V následující tabulce jsou naměřené hodnoty rozpočítány vždy na jednu pracovníci při současném stavu 4 pracovníků.

Tabulka 6 Podíl činností 1 operátorky na celkovém objemu výkonu (vlastní zpracování)

Činnost	Čas/1 pracovníce [min]
Balení	68,75
Balení palety hotových výrobků	15
Sešívání krabic	11,75
Celkem	95,5

Z výše uvedených hodnot lze vyčíst, že pro splnění normy musí 4 pracovníci pracovat 95,5 minut každá. To znamená, že pracovníci jsou využity pouze 45,5 % jejich pracovního fondu z části směny vyhrazené balení. Je nutno podotknout, že operace balení v sobě zahrnuje i finální kontrolu případných neshod, což je činnost náročná na zrak a proto se musí pracovníci střídát, aby byla zajištěna co možná nejvyšší úroveň kontroly. Nicméně tato skutečnost nemění nic na tom, že využití časového fondu pracovníků je nízké.

7.7 Průtok materiálu

K tomu, aby bylo možno celkový průběh výroby vybalancovat, je třeba nejprve zjistit parametr času potřebného na průběh 1m^2 na jednotlivých pracovištích. Jakožto časová jednotka byly zvoleny sekundy a to z důvodu relativně vysokého počtu m^2 potřebných pro splnění normy (konkrétně 958 m^2). Každé z pracovišť se liší charakterem průběhu materiálu, například na lisování se lisují jednotlivé bloky, přičemž je jedno, jestli se ve výsledku jedná o výrobek 1,7 mm nebo 2,0 mm, naproti tomu při štípání záleží, zda se jedná o dlaždice silnější nebo slabší. Proto musely být jednotlivé operace nejprve detailně zanalyzovány a určena metodika pro výpočet parametru $[\text{s}/\text{m}^2]$ pro každou z nich. Výsledné hodnoty jsou uvedeny pro reprezentanta 1,7 mm v tabulce a grafu níže.

Přepočet parametru $[\text{s}/\text{m}^2]$ na jednotlivých operacích probíhal následovně:

- a) Navážení** – 1 bedna namíchaného vstupního materiálu odpovídá 27 bedýnkám po 14,7 kg (s malou rezervou). Za směnu odvede pracoviště pokaždé 8 plných míchaček. Což znamená 3200 kg vstupního materiálu. Proto odvedení požadované

normy 958 m² odpovídá 8 míchačkám po 119,75 m². Cyklus jednoho míchání od ukončení předchozího cyklu po začátek dalšího se poté vydělil m² odpovídající jedné dávce.

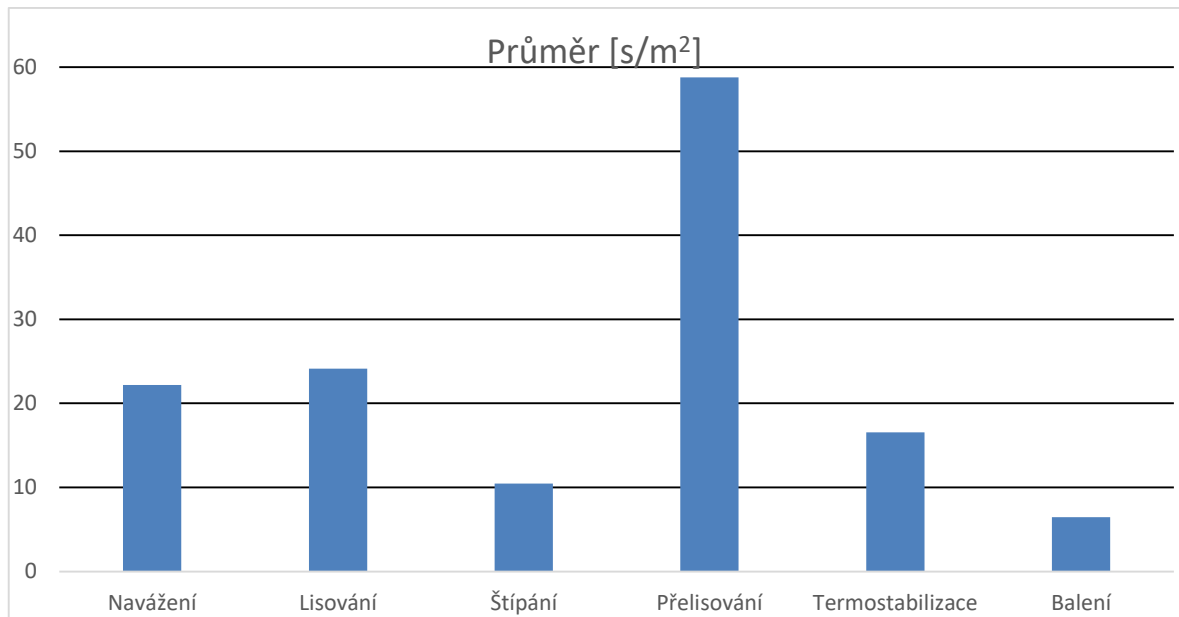
- b) **Lisování** – v případě reprezentanta 1,7 mm dlaždice odpovídá jeden blok 12 dále rozštípaným dlaždicím, tudíž jeden blok odpovídá 4,44 m² dlaždic. Cyklus byl podělen jedním závěrem o celkovém obsahu 79,85 m².
- c) **Štípání** – zde jeden cyklus odpovídal poštípání 159,9 m² dlaždic. Štípačky pracují dvě, proto musela být výsledná hodnota podělena 2.
- d) **Přelisování** – zde byly data časů závěrů získané z několika dní za pomoci data-takeru. Tyto časy byly poté poděleny celkovým obsahem jednoho závěru, což odpovídá 9x4 dlaždicím na závěr v hodnotě 13,31 m². Jelikož směna jako jediná funguje ve 2 směnném provozu, je nutno brát tento fakt v úvahu.
- e) **Termostabilizace** – zde průtok materiálu určoval cyklus sekačky, ze které vypadávají hotové výrobky, přičemž čas na jednu dlaždici byl podělen obsahem jedné dlaždice.
- f) **Balení** – zde byly časy všech činností poděleny mezi 4 pracovníce a tento výsledný čas podělen normou, kterou pracovníce reálně splní. Kontrola plnění normy proběhla i přezkoumáním výrobních výkazů.

V tabulce jsou uvedeny výsledné vypočtené hodnoty.

Tabulka 7 Čas průtoku 1 m² jednotlivými pracovišti (vlastní zpracování)

Operace	Průměr [s]
Navážení	22,19207
Lisování	24,121
Štípání	10,45744
Přelisování	58,80
Termostabilizace	16,56371
Balení	6,452703

Níže uvedený graf ilustruje jednotlivé hodnoty v kontextu k ostatním.

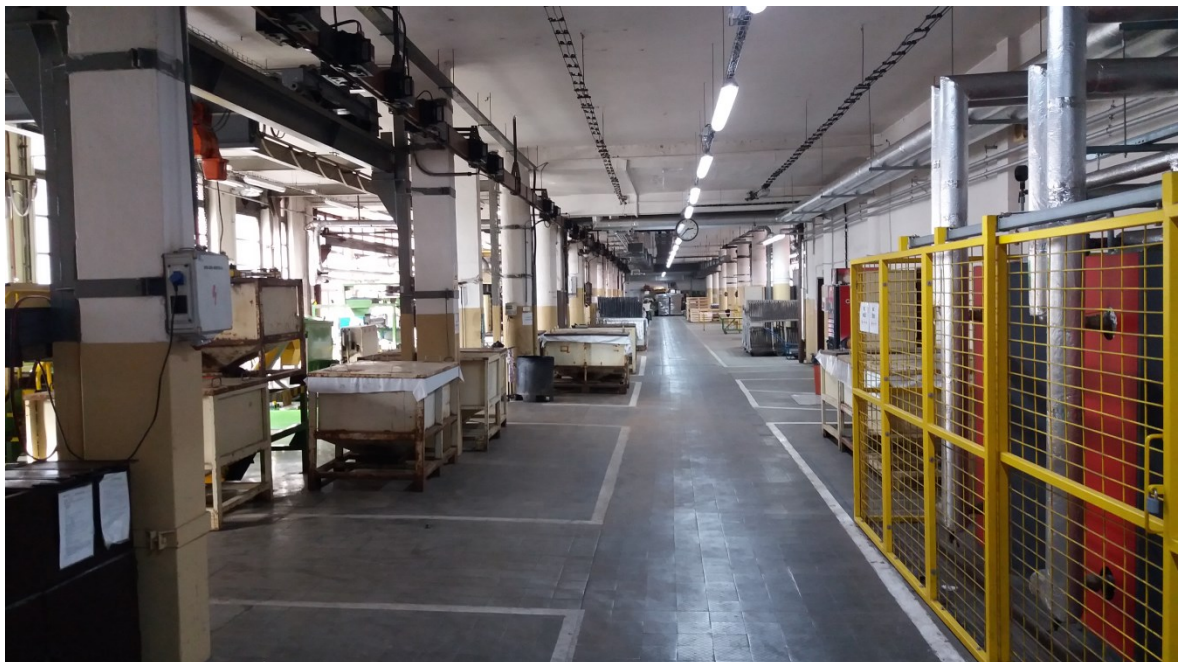


Graf 2 Čas průtoku 1 m² jednotlivými pracovišti (vlastní zpracování)

Z grafu lze vyčíst, že místem určujícím takt výroby lisované podlahoviny je operace přelisoání. Je nutno poznamenat, že tento rozdíl je kompenzován navýšením směnnosti u operace přelisoání na 2 směny. Naproti tomu operace balení a štípání mají evidentní velké rezervy, co se využití kapacity týče.

7.8 Analýza výrobních prostor

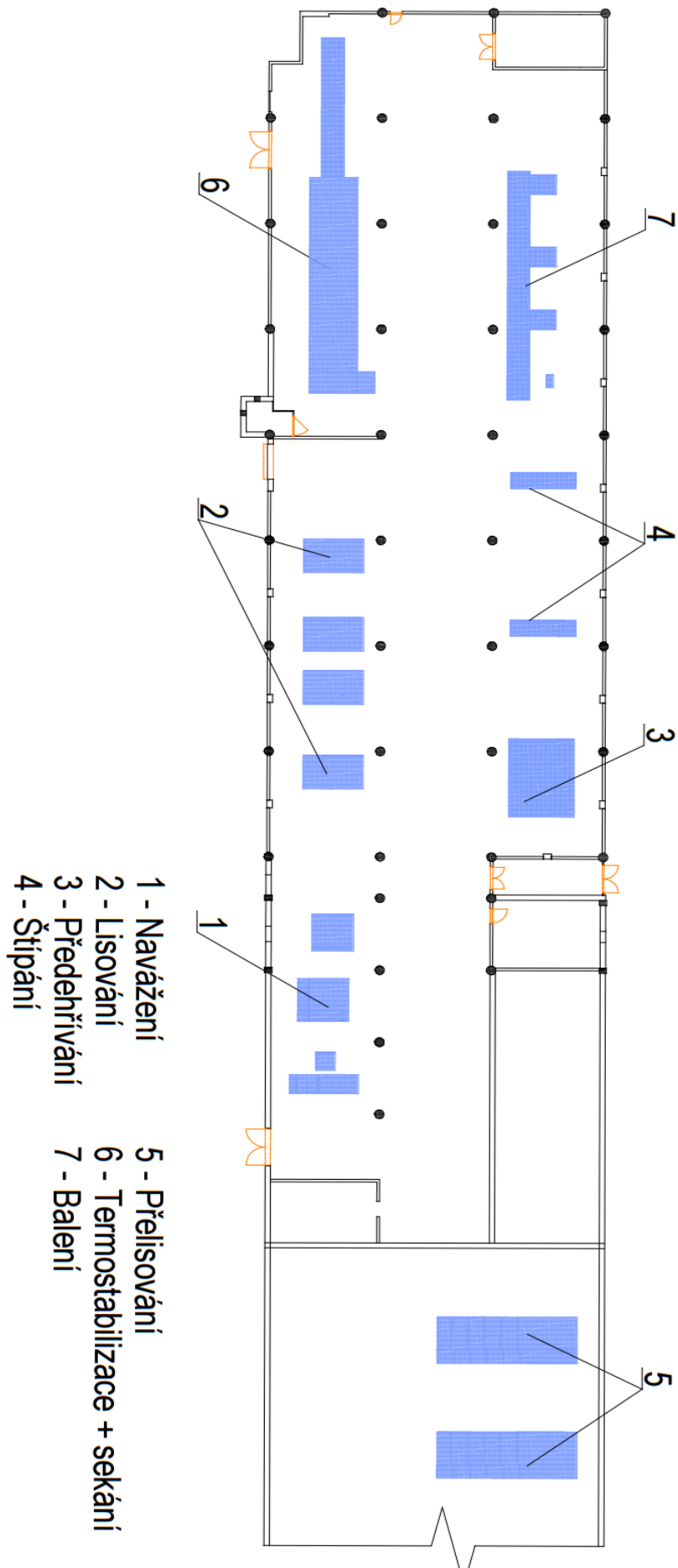
V rámci analýzy byly analyzovány také výrobní prostory.



Obrázek 17 Pohled výrobní halou (vlastní zpracování)

Výrobní prostory jako takové jsou rozděleny do 2 budov, z nichž původní budova, ve které jsou umístěny všechny pracoviště kromě přelisoání, stojí v Napajedlech již od roku 1935. Díky této původní konstrukci jsou po celé délce výrobní haly umístěny původní nosné sloupy. Prostor mezi sloupy slouží k manipulaci s materiálem a hotovými výrobky. Je zde také dostatek prostoru pro odvoz hotových palet vysokozdvíhými vozíky. Tento odvoz probíhá v ranních hodinách a obstarává jej přiřazený manipulát, takže operátoři se o tuto činnost starat nemusejí.

V rámci analýzy byl zpracován také layout výroby lisované podlahoviny. Nejprve byly změřeny rozměry jednotlivých pracovišť a strojů včetně jejich umístění v rámci výrobní haly. Následně byly tyto pracoviště zaznačeny do společností poskytnutého půdorysu. Tento layout slouží také k lepší orientaci a utvoření si představy o současné situaci na výrobní hale.



Obrázek 18 Layout výrobní haly lisované podlahoviny (vlastní zpracování s použitím interních dokumentů Fatra, a.s.)

7.9 Analýza výrobního procesu

Bylo vypořádáno, že výrobní systém používaný při výrobě lisované podlahoviny odpovídá charakteru tlakového systému. Z tohoto důvodu se před každým jednotlivým tvoří zásoby polotovarů v objemu výroby zhruba 1 směny. Tato situace zvyšuje náklady na skladování a celkově prodlužuje průběžnou dobu výroby, což má za následek nižší flexibilitu výroby. Nicméně poptávka po tomto druhu podlahoviny je neměnná stejně jako výrobní sortiment, který se drží dvou variant tloušťek a několika málo barevných vzorů. Navíc zákazníci mají stabilní odběr a nejedná se o zboží, kde které by se vyrábělo ve velkém objemu, tudíž se skladovými prostory problémy nejsou. Kvůli těmto parametrům bylo rozhodnuto neuvažovat o zavedení tahového systému, které nemusí být vždy efektivní a ku prospěchu výroby.

Důležitým parametrem každé výroby je kvalita, konkrétně zmetkovitost. Při výrobě lisované podlahoviny se v technologických předpisech počítá s poměrně vysokým podílem zmetků a to 13 %. Na takto vysoký podíl zmetkovitosti má podíl více faktorů, nicméně dva nejdůležitější jsou uvedeny níže.

7.9.1 Granulát

S kvalitou granulátu jako takového problémy nejsou, jelikož si jej společnost vyrábí sama a proto si může pružně korigovat jeho kvalitu a potřebné parametry. V případě granulátu je problémem skladování. Granulát se skladuje v plechových boxech před výrobní halou (viz. Obrázek 19).

Boxy jsou opatřeny víkem a plastovou folií. I přes tuto snahu se do granulátu díky jeho pórovité struktuře (která je nutná pro zachycení vodivé pasty) dostává vlhkost, která se v něm drží. Takto navlhlé granule poté vyžadují delší dobu pobytu v míchačce, která je suší, což prodlužuje celý cyklus. V případě nedostatečně vysušených granulí by mohlo v následující operaci, lisování, docházet k vysoké zmetkovitosti. Mohli by zde vznikat bubliny, díry, nedostatečná soudržnost granulí apod.



Obrázek 19 Skladování granulátu (vlastní zpracování)

Je nutno podotknout, že míchačka byla pořízena roku 1994, takže z důvodu opotřebení zde existují oprávněné obavy ohledně možnosti porušení vnitřního pláště. V případě odstávky míchačky by byla zastavena celá výroba lisované podlahoviny, jelikož je to jediný stroj svého druhu.

7.9.2 Štípací stroje

Velký podíl na vysokém zastoupení zmetků ve výrobě mají také štípací stroje. Jedná se o zařízení pocházející z roku 1976 a 1984. Díky mnohaletému opotřebení už stroje nevykazují tak vysokou přesnost a proto musí obsluha štípaček pravidelně kontrolovat tloušťku rozpůlených dlaždic a také častěji nastavovat seřízení šterbiny. U dlaždic je důležitá stejná tloušťka všech kusů, nicméně štípací stroje díky svému opotřebení vykazují nezhodná odchyly v hodnotě až 0,2 mm. A to je při tloušťce dlaždic 1,7 mm vcelku zásadní problém. Následující operace přelísování sice drobné rozdíly v tloušťce odstraní, nicméně tyto vyšší hodnoty odchylek kolem 0,2 mm už nevykompenzuje ani přelísování, a proto se musí tyto dlaždice vyřadit. Tato nutnost neustálého seřizování a kontroly také vyžaduje mnoho zkušeností a šikovnosti operátorů, což přináší problém v případě zastupitelnosti obsluhy v případě absence. Dalším problémem štípacích strojů jsou nože, které se ve starších zařízeních rychleji opotřebovávají. Tyto nože jsou ale poměrně drahé, což také zvyšuje náklady.

7.10 Zjištěné nedostatky

V poslední kapitole analytické části jsou uvedeny další 3 zjištěné nedostatky, které v průběhu pozorování vyšly najevo. Co se týče pracovního prostředí a teploty, tyto informace byly zjištěny také díky rozhovorům se zaměstnanci.

7.10.1 Manipulace s dlaždicemi na operaci sekání

Pozice operátorky na konci operace sekání se jeví jako nadbytečná. Pracovnice odebírání a kontroluje dlaždice. Tyto hotové výrobky následně odkládá na manipulační vozík, který si dle situace či domluvy odeberou operátorky z operace balení. Uložení dlaždic na vozík je nutné pouze z toho důvodu, že na sebe poslední dvě operace přímo nenasazují. Také kontrola kvality není v tomto místě nutná, jelikož operátorky na následující operaci balení provádějí důslednou finální kontrolu všech dlaždic. Důležité je také poznamenat, že na pracovišti balení mají ke kontrole dostupné pracovní prostředky, to je stůl s lampou, která osvětluje dlaždice a tím zjednodušuje a zlepšuje proces kontroly, kdežto operátorka na sekání nemá dostatečné světelné podmínky umožňující efektivní kontrolu.

7.10.2 Pracovní prostředí

Nejenom strojové zařízení, ale také výrobní a přilehlé prostory vykazují známky opotřebování a dlouholetého používání. Podlaha je místy poničená, nicméně v prostoru pohybu kolem strojů byl její stav v pořádku. Výrobními prostory vedou dvě řady sloupů, které omezují a stísnějí manipulační prostor a prostor pro pohyb. Sociální zařízení a šatny jsou také velmi zastaralé a mohou negativně působit na psychickou pohodu pracovníků. V prostorech také chyběly prvky vizuálního řízení jako nástěnka s výrobními informacemi nebo aktuální stav produkce.

Dalším nešvarem byly špatně viditelné čáry na podlaze značící prostor, kde se ukládají palety s hotovými výrobky či manipulační vozíky. V mnohých případech nebyly tyto čáry respektovány a předměty, ať už klece na vratný materiál, manipulační vozíky nebo palety s hotovými výrobky, zasahovaly do těchto prostor. Bylo by záhodno tyto čáry obnovit.

7.10.3 Teplota

Při rozhovorech si zaměstnanci nejčastěji stěžovali na vysokou teplotu na pracovišti. Tato situace je způsobena nedostatečným odsáváním horkého vzduchu a par, které lisy,

termostabilizační tunel a předehřívací pece produkují. Vysoké teploty poté vyúsťují v nadbytečnou únavu operátorů, čímž se může zvýšit riziko úrazu či nevolnosti.

Při pozorování bylo zjištěno, že pravděpodobně nejvyšší podíl na těchto teplotách mají lisy, které pracují s teplotami až 175 °C. Tyto lisy mají poněkud nešťastně vyřešené odsávání. Operátor komentoval, že ústí odváděcí trubice sice pojme teplo a páry vycházející z vnitřku lisu, nicméně velké množství páry a tepla odchází také boky a to už trubice schopná pojmout není. Pozorováním bylo ověřeno, že operátor má pravdu, jelikož část páry a tepla viditelně nemířila do ústí trubice. Toto teplo se potom šířilo dále již tak vyhřátou halou. Zaměstnanci byly proto nuceni otevřít okna a zkusit odvětrávat přebytečné teplo, nicméně v letních měsících je tato snaha poměrně zbytečná a také toto řešení způsobovalo průvan v celé výrobní hale, což na zdraví pracovníků nepřidá.



Obrázek 20 Odsávání tepla a páry od lisu (vlastní zpracování)

8 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V analytické části byly nejprve detailně rozebrány jednotlivé činnosti, okomentovány naměřené hodnoty a vypočten parametr průtoku materiálu. Následně byl prezentován vypracovaný layout výrobních prostor a zjištěné možné příčiny vyskytující se nekvality. Nakonec bylo poukázáno na dílčí nedostatky v rámci výrobních prostor.

Výroba probíhá organizovaným způsobem, ale velmi rozdílné využití jednotlivých pracovišť se jeví jako zásadní nedostatek. Tato disproporce vyúsťuje v plýtvání lidskými zdroji. Dalším velkým zdrojem plýtvání je čekání, kdy například na jednom cyklu lisování tvoří čekání v současné situaci téměř 70 % času pracovní náplně operátora.

Na pracovišti navážení je pracovník využit ze zhruba 52 %, časového fondu, nicméně polovinu nevyužitého pracovního fondu je omezen automatickým cyklem míchačky, který nijak neovlivní a musí proto jednoduše čekat. Naproti tomu na pracovišti navážení mají pracovníci, kteří pracují celou směnu, práci reálně na pouhé 2 hodiny. Celá jejich práce spočívá v naplnění lisů 4krát za směnu, přičemž jedno naplnění trvá něco málo přes 30 minut. Pracovníci lisování na půl směny mají 210 minut na odvedení 2 závěrů, což jim trvá 192,6 minuty, nicméně z toho čistý pracovní čas tvoří zhruba hodinu. Pracoviště štípání vykazuje poměrně vysoký průtok materiálu, což je zapříčiněno tím, že souběžně pracují dvě štípačky půl směny a každá odvede výkon za 177 minut. Celý denní požadovaný výkon je tedy odveden za necelé 3 hodiny. Pracoviště přelisu nebylo součástí analýzy a bylo určeno jako úzké místo určující průtok. Pracoviště termostabilizace a sekání vykazovalo nízkou míru využití obsluhy, jelikož celý maximálně možný výkon splní za 255 minut. Jednotlivé činnosti jsou také jednotvárné a spočívají ve vkládání a odebírání dlaždic. Nakonec u operace balení je situace obdobná, kdy po rozpočítání všech činností mezi jednotlivé pracovnice jsou pracovnice využity 95,5 minuty z dostupných 210 minut.

V dalším kroku byly vypočteny parametry průtoků materiálu jednotlivými pracovišti, kdy byla potvrzena domněnka nejvyšší potřeby času potřebné na průtok 1 m² na pracovišti přelísování. Naopak byly prokázány vysoké kapacitní rezervy, co se týče operací balení a štípání.

V další části byly rozebrány problémy vysokého procentního zastoupení zmetkovitosti uvedeného v technologických předpisech, za což nejpravděpodobněji mohou dva faktory a to granulát a štípačky. Granulát má problémy s vlhkostí způsobené venkovním skladováním. Naopak štípačky díky svému stáří mají problémy s ostrostí nožů, kdy se

tyto nože tupý a neprovádějí tak přesné řezy a zanechávají rýhy. Také mechanismus nastavování štěrbin u štípačky, který slouží k nastavení na potřebné tloušťky, již vykazuje známky opotřebení a jednotlivé řezy se mohou od sebe lišit takovým způsobem, že je již ani přelisováním nespraví.

Dále byly zjištěny další nedostatky jako nadbytečná pracovní pozice na konci termostabilizace, kdy operátorka pouze odebírá dlaždice a ukládá je na vozík. Dále také pracovní prostředí celé haly včetně společenských a sociálních místností působí zastarale a bylo by vhodné provést rekonstrukci, jelikož prostředí jako takové má vliv na spokojenost zaměstnanců a tím pádem na jejich výkony. Nakonec byl díky vlastnímu pozorování a rozhovory s pracovníky zjištěn problém s vysokými teplotami na pracovišti. Toto teplo je odpadním teplem způsobeným použitou technologií.

9 VYMEZENÍ PROJEKTU

9.1 Popis projektu

Projekt racionalizace výroby lisované podlahoviny byl zadán společností Fatra, a.s.

Účelem projektu je navržení možných řešení vyvstalých problémů zjištěných v analýze. Součástí projektu není realizace návrhů. Zjištěné podněty budou poskytnuty společnosti Fatra, a.s. a je pouze na rozhodnutí odpovědných vedoucích pracovníků, zda budou tyto návrhy uvedeny v praxi.

9.1.1 Hlavní cíl projektu

Redukce mzdových nákladů střediska lisované podlahoviny o 10 %

9.1.2 Dílčí cíle projektu

- Vypracování analýzy současného stavu na jednotlivých pracovištích výroby lisované podlahoviny
- Vypracování návrhů na zlepšení
- Vytvoření počítačové simulace výroby lisované podlahoviny

9.1.3 Projektový tým

Bc. David Matušinec – student, diplomant

Ing. Adam Hrňa – vedoucí oddělení průmyslového inženýrství, Fatra, a.s.

Ing. Martin Halíř – průmyslový inženýr, Fatra, a.s.

9.2 Základní východiska projektu

Hlavním cílem racionalizace je pokud možno narovnání průtoku materiálu dle úzkého místa, které určuje takt výroby lisované podlahoviny. Jak je výše v analytické části uvedeno, úzkým místem je pracoviště přelisoování. Je proto záhodno buď zvýšit průtok materiálu úzkým místem, anebo redukovat přebytečné plýtvání především lidskými zdroji na místech, která vykazují vysoký průtok materiálu, který ovšem není potřeba z důvodu omezení. Je nutno podotknout, že společnost nemá v plánu

Jelikož pracoviště přelisoování bylo poměrně nedlouho před zahájením projektu optimalizováno, požadavek z oddělení průmyslového inženýrství zněl nezasahovat

do tohoto pracoviště a brát jej jako úzké místo, tedy určující průtok. Z tohoto důvodu bude projekt řešen způsobem redukce plýtvání zdroji. V podstatě je jedná o krok číslo 3 ze základních pěti kroků principu teorie omezení, který nařizuje podřízení všeho v systému identifikovanému omezení.

Nutno poznamenat, že rozhodnutí brát pracoviště přelisování jako úzké místo i přes to, že jeho potenciální kapacita není ani zdaleka využita, není samoúčelné. V rámci rozhovoru s prodejcem bylo zjištěno, že poptávka po lisované podlahovině je posledních 5 let konstantní s výkyvy maximálně $\pm 5\%$ a dle predikcí následující roky zůstane zhruba stejná. Omezením je tedy ve své podstatě poptávka po produktu, přičemž současný stav operace přelisování kopíruje tuto poptávku.

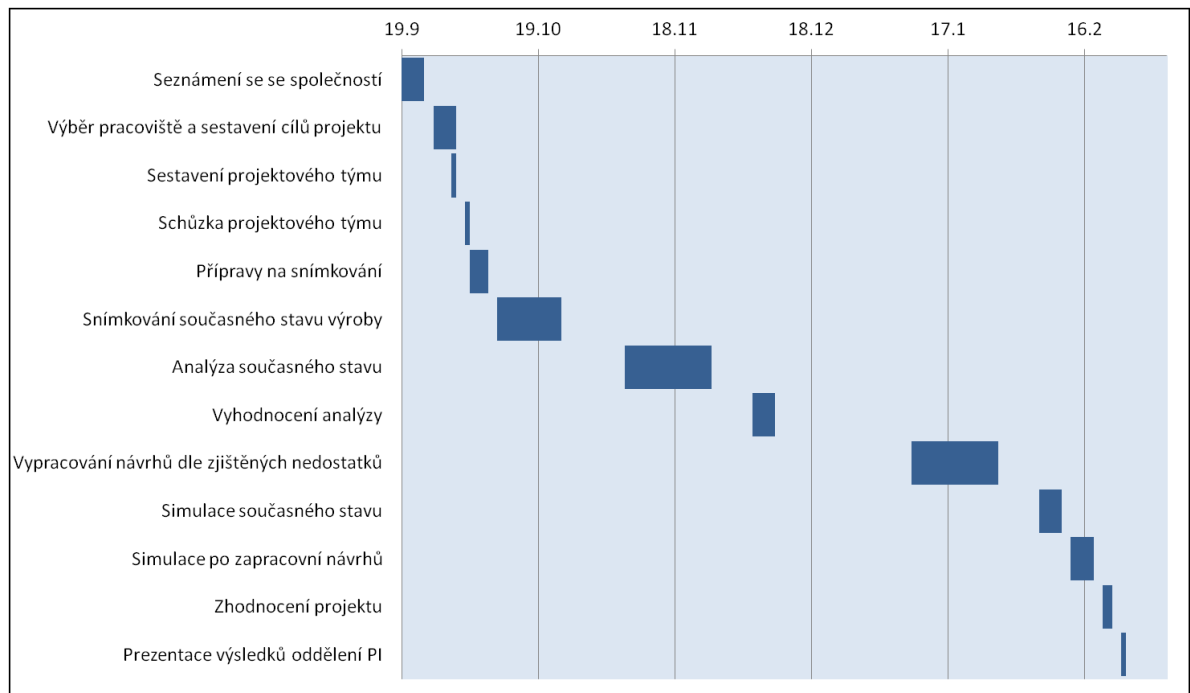
9.3 Časový harmonogram

Časové ohraničení projektu je od poloviny září 2016 do konce února 2017. Během této doby probíhají veškeré činnosti směřující k naplnění cílů. Projekt je ukončen závěrečnou prezentací výsledků oddělení průmyslového inženýrství společnosti Fatra, a.s.

Časový harmonogram zachycuje jednotlivé kroky směřující ke splnění cílů projektu. V tabulce jsou uvedeny činnosti, předpokládaná doba zahájení a délka trvání. Níže je uvedena časová osa znázorňující posloupnost těchto činností.

Tabulka 8 Jednotlivé kroky projektu (vlastní zpracování)

Činnost	Zahájení	Doba trvání ve dnech
Seznámení se se společností	19. 9. 2016	5
Výběr pracoviště a sestavení cílů projektu	26. 9. 2016	5
Sestavení projektového týmu	30. 9. 2016	1
Schůzka projektového týmu	3. 10. 2016	1
Přípravy na snímkování	4. 10. 2016	4
Snímkování současného stavu výroby	10. 10. 2016	14
Analýza současného stavu	7. 11. 2016	19
Vyhodnocení analýzy	5. 12. 2016	5
Vypracování návrhů dle zjištěných nedostatků	9. 1. 2017	19
Simulace současného stavu	6. 2. 2017	5
Simulace po zapracování návrhů	13. 2. 2017	5
Zhodnocení projektu	20. 2. 2017	2
Prezentace výsledků oddělení PI	24. 2. 2017	1



Obrázek 21 Časová osa projektu (vlastní zpracování)

9.4 Riziková analýza

S realizací jakéhokoliv projektu je neodmyslitelně spojena i hrozba rizik, které mohou ohrozit jeho průběh nebo jej v nejhorsím případě úplně zastavit či ukončit. Je proto důležité pokud možno předcházet těmto rizikům. K odhalení rizik byla provedena riziková analýza, které má za účel nejen tato rizika popsat a přiřadit jim pravděpodobnost, ale také ohodnotit jejich případný dopad a navrhnou opatření, která mohou tato rizika eliminovat. Nutno podotknout, že úplné eliminace všech hrozeb je nemožné dosáhnout. Proto je v tabulce níže uvedeno 7 největších hrozeb týkajících se tohoto projektu.

Většina ze zjištěných rizik projektu jsou rizika s nízkou pravděpodobností a malým dopadem, proto mohou být vesměs akceptovány. Jedním z rizik hrozících větším dopadem je nedostatek informací ohledně výroby lisované podlahoviny a výrobního procesu. Toto riziko poté hrozí scénářem navržení špatných řešení, což by celý projekt znehodnotilo. Toto riziko lze redukovat na minimum konzultacemi s mistry, technology, průmyslovými inženýry a samotnými pracovníky. Je také záhodno před samotnou chronometráží věnovat několik dní pozorování dění na pracovišti a detailního sledování pracovních úkonů.

Malá pravděpodobnost	MP	0,01-0,2
Střední pravděpodobnost	SP	0,21-0,66
Vysoká pravděpodobnost	VD	0,67-0,99
Malý dopad	MD	
Střední dopad	SD	
Vysoký dopad	VD	

	Malá P-st	Střední P-st	Vysoká P-st
Malý dopad	MHR	MHR	SHR
Střední dopad	MHR	SHR	VHR
Vysoký dopad	SHR	VHR	VHR

Obrázek 22 Legenda k rizikové analýze (vlastní zpracování)

Tabulka 9 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)

Situace rizika před vykonáním opatření									Opatření
ID	Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celkem P-st	P-st	Dopad	Hodnota rizika	
1	Nedostatek informací	0,4	Navržení špatných řešení	0,8	0,32	SP	SD	SHR	Důkladný sběr dat; konzultace
2	Neochota spolupráce	0,4	Pracovníci odmítnou spolupracovat	0,9	0,36	SP	MD	MHR	Motivace pracovníků, workshop
3	Zkreslení informací	0,2	Aplikace špatných metod či řešení	0,5	0,1	MP	MD	MHR	Akceptace
4	Nedodržení časového harmonogramu	0,1	Neúplný projekt	0,8	0,08	MP	SD	MHR	Akceptace
5	Nesprávné vyhodnocení dat	0,2	Interpretace špatných výsledků	0,9	0,18	MP	MD	MHR	Pravidelné konzultace s oddělením průmyslového inženýrství
6	Nedokončená simulace	0,1	Nedokončení projektu	0,9	0,09	MP	SD	MHR	Akceptace
7	Nezájem společnosti	0,05	Zrušení či nedokončení projektu	0,7	0,035	MP	MD	MHR	Pravidelné konzultace se společností

10 NÁVRH PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ

Z výsledků analýzy bylo zjištěno několik zásadních nedostatků. Nejzásadnějším z těchto nedostatků se jevila organizace práce na pracovišti lisování a s tím související štípání a balení. Dále potom zbytečně se jeví práce operátorky na konci pracoviště termostabilizace a sekání.

10.1 Reorganizace pracoviště lisování

Z analýzy vyplynulo, že operátoři, kteří na pracovišti lisování pracují celou směnu, nemají téměř 70 % času co na práci. Jednotlivé cykly trvají 1 hodinu a 36 minut, z čehož 30 minut trvá práce operátora spočívající v naplnění kazet granulátem a vyjmutí hotových výlisků. Proto je navrženo využití tohoto překrytého času s tím, že by operátor naplnil jeden lis, uvedl ho do chodu a poté, v průběhu automatického cyklu v délce 66 minut, naplnil druhý lis a ten poté také zapnul. Tímto způsobem by mohl 1 operátor obsluhovat 2 lisy. I přes to, že by obsluhoval 2 lisy místo 1, zůstal by operátorovi volný čas v délce zhruba 36 minut v rámci 1 cyklu. Toto posunutí zcela eliminuje nutnost práce dvou operátorů na půl směny, jelikož stávající 2 operátoři by mohli obsluhovat všechny 4 lisy.

Reorganizací práce by také došlo ještě k dalšímu vedlejšímu efektu, kromě zvýšení úrovně využití pracovníku by také byl výkon odveden dříve, než ve stávající situaci. Nyní totiž operátoři pracující celou směnu odvádějí 4 závěry lisu a pracovníci na půl směny 2 závěry. V současné situaci tedy odvede výkon 4 závěrů za 385,2 minuty. V případě reorganizace práce na 2 pracovníky bude každý lis odvádět 3 závěry. Po započítání prodlevy 30,9 minut, o které bude zapnut druhý lis později, bude výkon odveden za 319,8 minut. V současné situaci při směně od 6:00 do 14:00 tedy pracovník odvedl výkon a skončil s prací v zhruba 12:25 a po změně skončí v 11:20. Jedná se o úsporu 65 minut. Nicméně tato úspora hraje roli pouze v případném navyšování normy v budoucnu. Na obrázku níže lze vidět, že manipulační prostor lisů, kde probíhá naplnění kazet a odebrání dlaždic, je umístěn přímo naproti sobě, takže není nutný žádný náročný přesun pracovníka mezi lisy.



Obrázek 23 Pohled na pracoviště lisování (vlastní zpracování)

Nicméně je důležité zohlednit také hygienické normy, které by mohli nepřipustit tuto reorganizaci. Hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem činí kumulativně 10 000 kg za směnu. Operátor přepravku s materiálem manipuluje jednou pro vysypání materiálu a jednou manipuluje s dlaždicí, kdy ji vytahuje z kazety. Pro zjednodušení výpočtu uvažujeme, že 1 operátor vylisuje půlku celkového objemu granulátu, to je 4 míchačky po 400 kg, což je dohromady 1 600 kg. Hmotnost plechové bedýnky je zanedbatelná. S celkovým objemem materiálu tedy manipuluje jednou do lisu a jednou z lisu, což dohromady utvoří 3 200 kg za směnu. Toto pracoviště se tedy bez problémů vejde do limitu s rezervou 6 800 kg. S touto rezervou je nutno počítat, jelikož bude dále využita při reorganizaci práce na operaci štípání.

10.2 Reorganizace pracoviště štípání

Díky reorganizaci práce na operaci lisování jsou nyní k dispozici dva operátoři po celou směnu pro operaci štípání. Tento krok v podstatě zdvojnásobil dostupnou výrobní kapacitu na operaci štípání. Nicméně při zachování práce na dvou štípačkách by 2 současně pracující štípačky odvedly výkon za 167 minut, přičemž zbytek směny by operátoři neměli co na práci. Starší ze dvou současných štípaček navíc tvoří větší podíl zmetků, nežli druhá.

Z výše uvedených předpokladů tedy vychází jako logický výstup redukce pracovníků na štípačce o jednoho s tím, že 1 štípačka, novější, bude pracovat celou směnu a druhá

štípačka bude nevyužita, v záloze pro případ výpadku první. Bude tedy na 1 štípačce nutno zpracovat požadovaný výkon 6 vozíků po 36 blocích. Výkon tedy bude odveden za 334 minut, což je doba se stále velkou rezervou, nicméně s úsporou 1 obsluhy.

V souvislosti s redukcí jednoho operátora je nutno brát na vědomí kumulovanou hmotnost přenášených břemen za směnu, jelikož požadavky na zůstávajícího pracovníka vzrostou na dvojnásobek. Kumulovaná hmotnost počítá s výkonem plných 6krát 36 bloků a neřeší zmetky, jelikož na předchozích operacích je v realitě v podstatě nulová zmetkovitost a na operaci štípaní se dlaždice nevyřazují, jelikož případné nedostatky se pokusí odstranit na operaci přelísování, kde následně případné zmetky vyřadí. Dle rozpadu dlaždice uvedeného v analytické části lze odvodit, že operátor uchopí a vloží každou dlaždici 4,66krát. 4,66krát z důvodu, že předposlední cyklus štípaní dlaždice rozdělí na 3,4 mm a finálních 1,7 mm, takže v posledním cyklu už manipuluje pouze s 0,66 hmotnosti, to je 4krát s 1 dlaždici o tloušťce 3,4 mm. Operátor tedy za směnu přenesl 4,66krát celý výkon o hmotnosti 3 200 kg, což dohromady tvoří 14 912 kg. Tento objem manipulace již překročuje dovolený limit, proto bude nutno zavést rotaci pracovníků z operace lisování po třetinách směny.

Rotace zajistí rozdělení celkové kumulace hmotností na únosnou mez pro jednotlivé pracovníky. Na každého z operátorů bude potom připadat 4 971 kg z operace štípaní a 2 133 kg z operace lisování. Celkově tedy jednotliví operátoři nakumulují za směnu 7 104 kg hmotnosti přenášených břemen, což je v rámci hygienické normy. S rotací navíc odpadne část monotónnosti náplně pracovního dne pracovníků lisování. V současné době je pracovníky vnímána pozice štípačky jako náročnější a operátoři od štípaní v určitém slova smyslu závidí operátorům lisování jejich práci a díky rotaci se zajistí, že každý z 3 operátorů se vystřídá u štípačky a pošlípne zhruba jednu třetinu objemu výroby. Nutno podotknout, že v případě rotace zde nastane nutnost zaučení operátorů lisů na pracovišti štípaní, nicméně tato překážka není nikterak závažnou. Problémem této reorganizace práce zůstane hygienická norma operátorek odebírajících rozštípané dlaždice. Tento problém bude vyřešen v kapitole níže.

10.3 Reorganizace pracoviště balení

Z důvodů reorganizace směny na pracovišti štípaní odpadla potřeba 4 operátorek v jeden moment, to je první polovinu směny, na pozicích odebírání dlaždic ze štípačky. Naopak

vyvstala potřeba 2 operátorek na v podstatě celou směnu, konkrétně 334 minut. Je proto nutná změna organizace práce na pracovišti balení.

V navržené podobě směny budou operaci balení a štípání obsluhovat 3 operátorky namísto současných 4. Dvě operátorky budou vždy na pracovišti štípání, přičemž třetí operátorka bude provozovat všechny činnosti na operaci balení, to je sešití krabic, kontrola a balení dlaždic a chystání palet s hotovými krabicemi. Všechny z uvedených operací je operátorka schopna zvládat samostatně, nevzniká v průběhu nutnost kooperace s další operátorkou. Celý výkon odvede jedna operátorka za 382 minut. Z celkového časového fondu 450 minut jí tedy zůstane stále více než hodina volného prostoru. Navíc ji mohou pomoci operátorky z operace štípání, které mají odvedený výkon ještě o 50 minut dříve, nežli zmíněná pracovnice.

Jelikož pracovnice dlaždice jednu po jedné pouze jednou uchopí a prohlédne, v případě ideálního výkonu tedy odvede kumulovanou hmotnost v hodnotě 3 200 kg, což je bez problémů v rámci hygienického limitu do 6 500 kg na směnu. Nicméně v případě operace štípání musí 2 pracovnice odvést každá polovinu výkonu operátoru, to znamená, že každá z pracovnic zvedne 7 456 kg. Tato hodnota překračuje o téměř 1 tunu limit. Je proto navrženo rotování pracovnic balení a štípání tím způsobem, že každá z pracovnic stráví 1 třetinu směny na pracovišti balení a 2 třetiny směny na pracovišti štípání. Z celkové nakumulované hmotnosti pro obě pracoviště v hodnotě 18 112 kg tedy připadne na každou z pracovnic 6 037 kg, což je v rámci hygienického limitu do 6 500 kg.



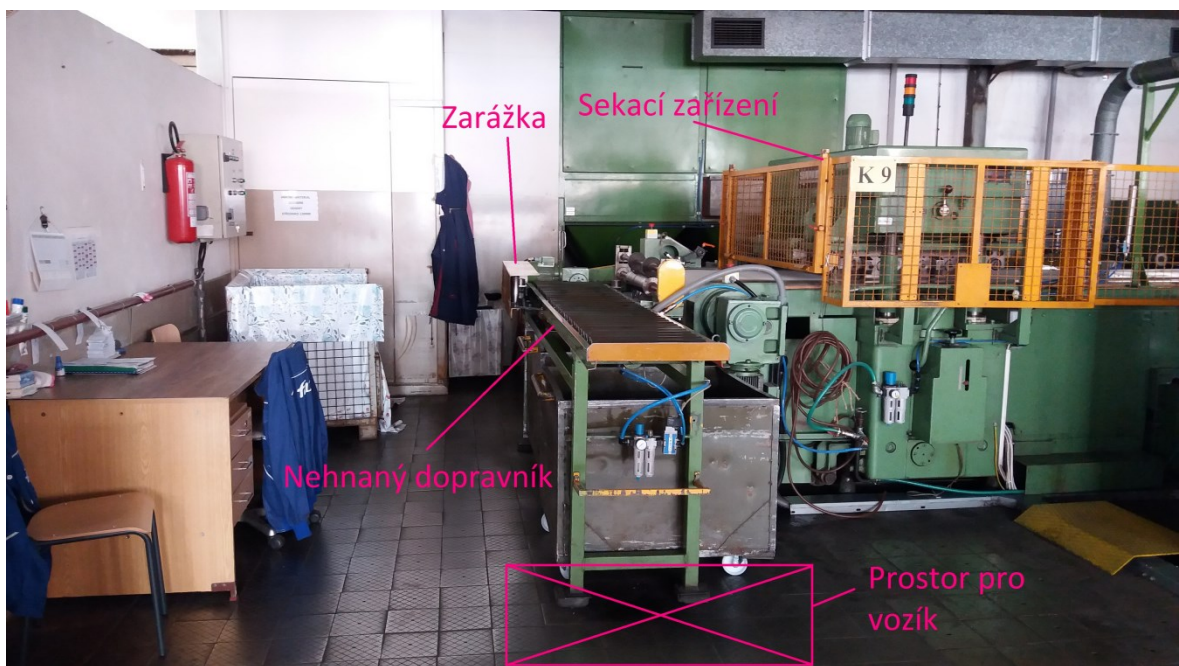
Obrázek 24 Finální výrobky zabaleny v krabicích na paletě (vlastní zpracování)

Navržená rotace je také důležitá z toho pohledu, že kontrola dlaždic na operaci balení zatěžuje zrak pracovníce, jelikož musí kontrolovat desítky možných defektů, přičemž se musí soustředit na nejmenší detaily. Naproti tomu práce na pracovišti štípání spočívá v jednoduché a jednotvárné činnosti, což je odebírání dlaždic a jejich zběžná kontrola pouhým pohledem. Rotace proto zajistí částečnou pojistku proti únavě očí kontrolující pracovníce, která by se v konečném důsledku mohla projevit na možném zabalení vadného výrobku.

10.4 Reorganizace pracoviště odebírání dlaždic na operaci sekání

Z analýzy vyplynula skutečnost, kdy pozice operátorky na konci linky termostabilizace a sekání působí jako nadbytečná. Její činnost spočívá pouze v odebírání hotových dlaždic a v jejich ukládání na manipulační vozík. Prováděná kontrola je zbytečná. Je proto záhodno uvažovat o nahrazení nebo odstranění těchto nadbytečných činností.

Na níže uvedeném obrázku je situace současného stavu.



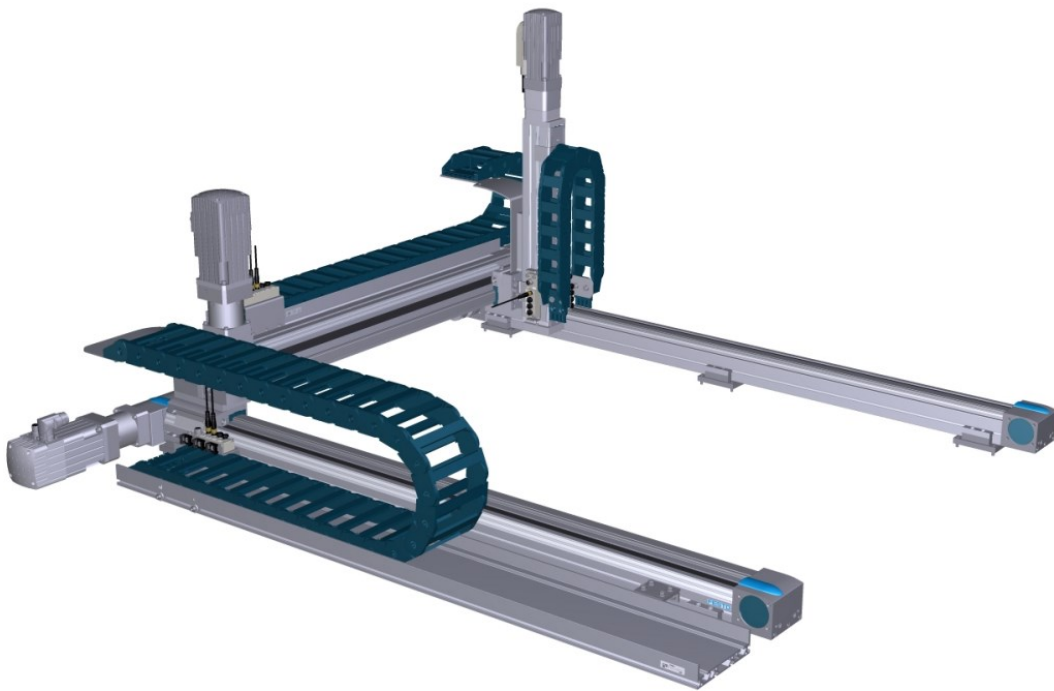
Obrázek 25 Současný stav odebírání dlaždic z operace sekání (vlastní zpracování)

V současné době jsou po vyseknutí dlaždice posunuty krátkým pásovým dopravníkem na jeho konec, kde samovolně spadnou na tentokrát nehnaný válečkový dopravník, kde si následně dlaždice operátorka po válečcích posunuje na konec dopravníku a poté je sbírá a ukládá na vozík. Jakmile je na vozíku požadovaný počet dlaždic, zhruba 400 (to je 2 sloupce po 200 dlaždicích), upozorní operátorka pracovníce balení, že si mohou vozík

odebrat. Vzdálenost mezi sekáním a balením je zhruba 15 metrů. Tento odvoz dlaždic probíhá v průměru 7 krát za směnu.

Z výše uvedených důvodů vyvstala potřeba řešení plýtvání lidskými zdroji. Po konzultaci s průmyslovými inženýry a konstruktéry byla z několika možných variant vybrána varianta nahrazení operátorky manipulátorem. Tento automatický manipulátor bude odebírat hotové dlaždice z dopravníku a ukládat je na přistavený vozík. Jakmile bude na vozíku dostatečný počet dlaždic, operátorka z operace vkládání dlaždic do termostabilizačního tunelu bude upozorněna a bude si muset pro plný vozík dojít. Z důvodu poměrně rychlého cyklu, tj. 6 sekund na dlaždici, bude muset manipulátor schopen pojezdu nejen v osách Y a Z, ale také v ose X, aby při naplnění jednoho vozíku mohl plynule manipulovat na druhý prázdný vozík umístěný vedle něj. V případě přímočarého dvouosého manipulátoru by byly nutné zásahy do linky a napojení tohoto manipulátoru na sekací zařízení. Nicméně tím by vyvstala potřeba bufferu někde v rámci linky, což je kvůli technologii a prostorovému omezení problematické. Navíc dlaždice jsou poměrně lehké a kluzké předměty, proto byla zvolena následující varianta.

Od sekacího zařízení povede hnaný pásový dopravník s vyrovnávací zarážkou na konci, která zajistí vyrovnání dlaždice. Od zarážky jej uchopí vakuový manipulátor, který dlaždici převezde na přistavený vozík. Vozíky budou umístěny v kleci, s tím že nakládání bude probíhat vždy na jeden z vozíků a jakmile bude naplněn požadovaným počtem kusů, manipulátor začne skládat dlaždice na druhý vozík a operátorka bude upozorněna zvukovým a světelným signálem na to, že musí odebrat plný vozík a přistavit vozík prázdný. Operátorka bude mít možnost kontrolovat počet dlaždic z displeje umístěného na sloupu kousek od manipulátoru. Nutno podotknout, že termostabilizační tunel a chladicí zařízení pracuje kontinuálně a není závislé na tom, jestli jsou dlaždice vloženy nebo ne, proto nepřítomnost operátorky, která má na starosti vkládání dlaždic, při výměně vozíků není problémem.



Obrázek 26 Mechanismus tříosého manipulátoru (Festo, 2015)

Nejprve bylo nutno vypracovat poptávku a následně oslovit konstruktérskou firmu s požadavkem na cenovou nabídku poskytnutého variantního řešení. Vypracování poptávky předcházelo měření prostoru a specifikace požadavků na manipulátor.

Požadavky na manipulátor:

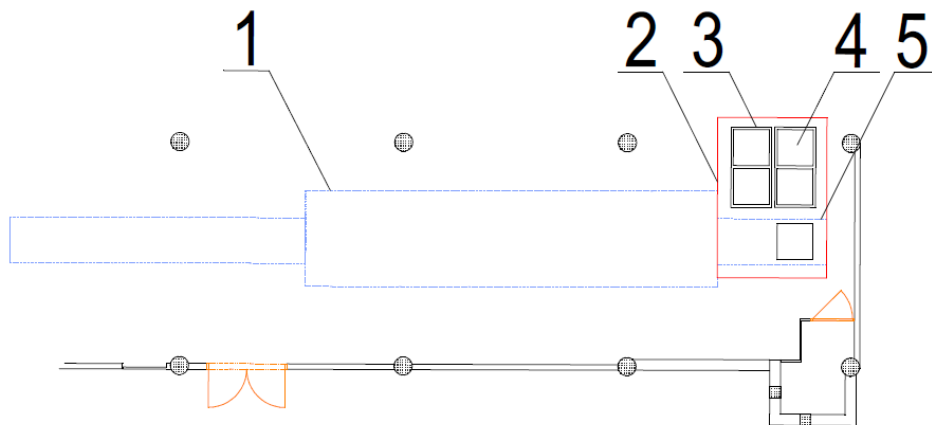
- **Schopnost pohybu ve třech osách** – základním požadavkem manipulátoru je schopnost pohybovat se ve třech osách, tj. po osách X,Y,Z, což zajistí odebrání dlaždice, přejezd k vozíku, uložení na vozík a v případě naplnění vozíku také možnost pohybu doleva nebo doprava a pokračovat v ukládání na druhý vozík.
- **Rychlost** – manipulátor musí být schopen dlaždici odebrat a uložit v cyklu 6 sekund.
- **Rozměry** – předběžně navrhnuté potřebné rozměry jsou 2 m šířky a 3 m délky včetně ochranné mříže. Dále také schopnost pojezdu do výšky zhruba 0,7 m. Manipulátor také musí být schopen manipulovat s dlaždicí o rozměrech 608x608 mm

- **Displej** – manipulátor musí být propojen s displejem zobrazujícím aktuální stav uložených dlaždic na vozíku
- **Nosnost** – hmotnost jedné dlaždice je přibližně 1 kg. Manipulátor dle konstruktérů musí počítat s rezervou v hodnotě zhruba 2 kg.
- **Čidla** – manipulátor musí být schopen komunikovat s čidly umístěnými na pásovém dopravníku, která jej uvedou do chodu.
- **Ochranná klec** – manipulátor musí být umístěn v ochranné kleci, stejně tak jako vozíky, které ale musí být z důvodů bezpečnosti odděleny ještě samostatně mřížkou, aby byla umožněna manipulace s plným vozíkem a výměna za prázdný i v době, kdy manipulátor pracuje.
- **Informační prvky** – zvukové a světelné signály oznamující plný vozík nebo případnou poruchu manipulátoru.

Součástí instalace manipulátoru bude také nutnost odstranění nehnatého válečkového dopravníku, který je umístěn kolmo k výstupu linky, a nahrazení pásovým dopravníkem kopírující směr pohybu dlaždice při výstupu z linky. Jedná se o prodloužení stávajícího krátkého pásového dopravníku vedoucího od sekačky. Dopravník bude muset disponovat zarážkou ve tvaru písmene L, která vyrovná dlaždice na pásu pro uchopení a následné uložení dlaždice manipulátorem ve správné poloze. Volba pásového dopravníku namísto válečkového je z důvodu poměrně nízké hmotnosti dlaždice, kdy při použití pásového dopravníku se snižuje riziko přetočení dlaždice. Dále bude muset být dopravník napojen na systém manipulátoru společně s čidly, která upozorní manipulátor na přítomnost dlaždice.

Dále bude potřeba zásahu do elektroinstalace a navedení stlačeného vzduchu k manipulátoru. Rozvody stlačeného vzduchu výrobní hala disponuje již nyní (jsou použity u štípaček z důvodů čištění mechanismu nože, které provádí obsluha několikrát za den), proto se bude jednat pouze o napojení na stávající systém. Z důvodů bezpečnosti bude muset být celý manipulátor obehnán ochrannou klecí zajišťující eliminaci úrazu obsluhy či zásahu do chodu manipulátoru. Přístup do této klece budou mít operátoři pouze pro účel odebrání hotových vozíků a zasunutí prázdných, proto bude klec v části pro vozíky dělená,

aby mohl manipulátor pracovat nepřetržitě. Níže vedený obrázek zobrazuje návrh budoucího stavu po instalaci manipulátoru. Červený obdélník s číslem 2 vizualizuje dosah klece, ve které bude umístěn vakuový manipulátor a ostatní zařízení.



- 1 - Termostabilizace, sekání
- 2 - Manipulátor
- 3 - Vozík
- 4 - Dlaždice
- 5 - Pásový dopravník

Obrázek 27 Úprava odebírání dlaždic pomocí manipulátoru (vlastní zpracování)

Jak již bylo uvedeno, manipulátor bude ukládat dlaždice na vozíky ve dvou sloupcích. V současném stavu manipulují s plným vozíkem dvě pracovnice, jelikož při počtu zhruba 400 dlaždic po 1 kg je na vozíku kolem 400 kg. V případě navržených směn bude s vozíkem manipulovat jedna operátorka, proto bude zvolený počet dlaždic odpovídat přibližně polovině současného stavu. Při teoretické maximální kapacitě 2 592 dlaždic je tedy navrženo skládání dlaždic do dvou sloupců po 108 dlaždicích. Na jednom vozíku tedy bude 216 dlaždic. Za směnu bude odvedeno maximálně 12 vozíků.

Jakmile operátorka vymění plný vozík za prázdný, tento plný vozík bude umístěn do prostoru vyznačeného vedle klece manipulátoru, odkud si jej poté odveze operátorka z operace balení. Na každou z operátorek tedy vyjdou maximálně 4 vozíky za směnu.



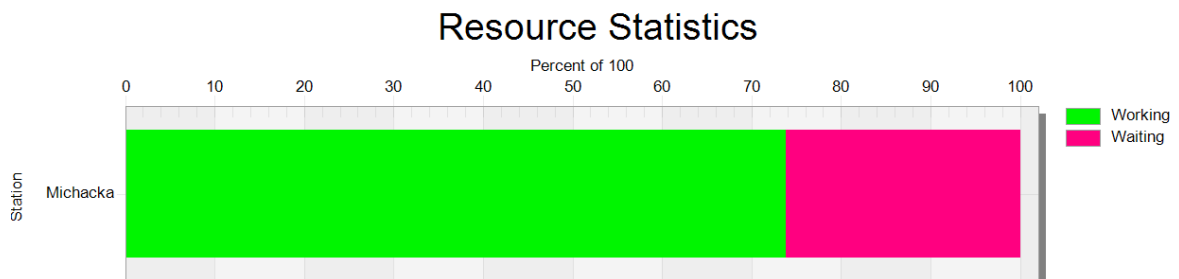
Obrázek 28 Manipulační vozík (vlastní zpracování)

Na výše uvedeném obrázku lze vidět nynější vozík, který bude nutno upravit tak, aby madla nezavazela v dráze manipulátoru. Jedná se o jednoduchou úpravu, kterou obstará oddělení údržby společnosti Fatra, a.s. Vozík po úpravě bude disponovat madly pouze na jedné straně. Dále bude také nutno na zemi označit prostory pro umístění volných a plných vozíků. Tento prostor je zamýšlen napravo od klece manipulátoru.

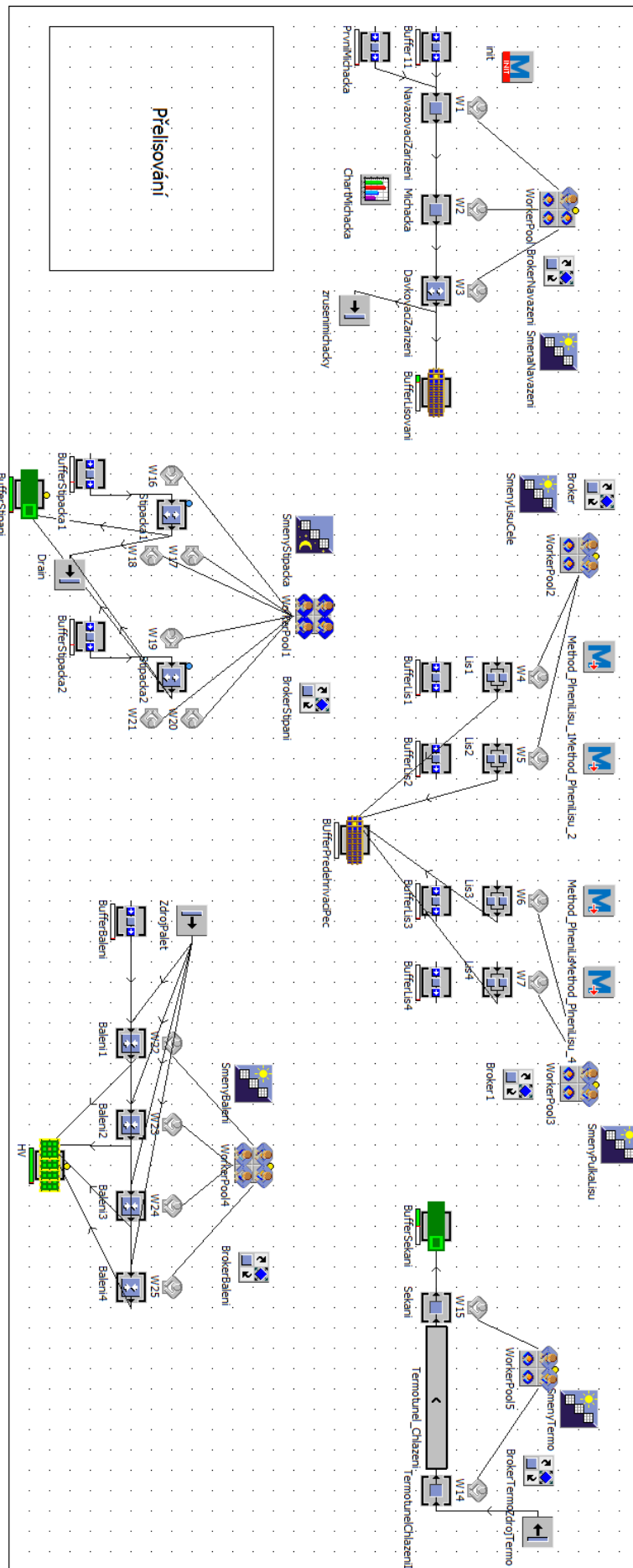
10.5 Vypracování simulace

Jedním z požadavků oddělení PI byla tvorba počítačové simulace průběhu práce na jednotlivých pracovištích. Účelem této simulace je pouze zobrazení současného stavu a navrhovaných změn. Tato simulace byla vyhotovena pomocí softwaru Tecnomatix Plant Simulation od společnosti Siemens. Simulace umožňuje rychlý a jednoduchý způsob zobrazení dopadů změn či reorganizace práce a to bez nutnosti zastavení produkce.

Obrázek 29 zobrazuje příklad využití simulace při promítnutí využití míchačky v průběhu směny. Zelená část grafu označuje 73,83 % využití kapacity míchačky, což potvrzuje hodnoty vypočtené v rámci analýzy. Simulace tedy potvrdila správnost výpočtu.



Obrázek 29 Vytížení míchačky dle simulačního modelu (vlastní zpracování)



Obrázek 30 Simulace výroby lisované podlahoviny (vlastní zpracování)

Pro ukázkou simulace zobrazení změn bylo vybráno pracoviště lisování. Na níže uvedeném grafu lze vidět čas, po který pracují lisy na celou směnu a po který pracují lisy na půl směny vzhledem k celé směně. Lis 1 na obrázku reprezentuje lis pracující po celou směnu, to znamená 4 závěry, a Lis 3 reprezentuje lis pracující půl směny, to znamená 2 závěry.



Obrázek 31 Současná situace vytižení lisů (vlastní zpracování)

Z grafů lze vyčíst, že využití obou lisů je značně rozdílné. Využití z kapacity 480 minut na směnu je 80,25 % v případě Lisu 1 a 40,13 %. Po zapracování změn v organizaci práce lze vidět, že kapacity obou strojů jsou využity rovnoměrně a to z 60,19 %, avšak při obsluze pouze jedním operátorem.



Obrázek 32 Situace vytižení lisů po návrhu na změnu (vlastní zpracování)

11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

11.1 Přínosy

Nejvýznamnějším přínosem navrhovaných řešení je úspora obsluhy jednotlivých pracovišť. Celkově se jedná o úsporu 3 pracovníků, kteří mohou být z výroby lisované podlahoviny přeřazeni na jiné provozy v rámci společnosti. V současné době je situace ve výrobních podnicích, co se týká získání nových zaměstnanců, složitá. Proto tento krok ostatní provozy podniku jistě ocení.

S redukcí počtu obsluhy souvisí také lepší využití výrobních kapacit z toho pohledu, že pracoviště, která nejsou úzkým místem, pracovala ve zbytečně nastaveném režimu obsluhy, který byl díky omezení v podobě poptávky zbytečný. Toto vyšší využití kapacit by nebylo problémem v případě, kdyby zbytečně nezvyšovalo mzdové náklady střediska lisované podlahoviny. Nicméně v současné tržní situaci lisované podlahoviny, kdy poptávka je stabilní a predikce nenaznačují výrazné změny, není nutné udržovat takto vysoký stav pracovníků.

Dalším přínosem projektu je vytvoření počítačové simulace výroby lisované podlahoviny. Společnost bude mít vypracovaný model k dispozici a může díky němu testovat ať již v této práci vypracované nebo jiné alternativní řešení a to bez nutnosti zásahu do chodu výroby.

V neposlední řadě projekt poskytl společnosti detailní vhled do každodenního dění na výrobě lisované podlahoviny v podobě vypracované analýzy včetně upozornění na nedostatky, které se na první pohled nemusí jevit zásadně. Příkladem těchto nedostatků mohou být vysoké teploty na pracovišti, špatné pracovní prostředí či zastaralý strojní park.

11.2 Finanční zhodnocení projektu

Finanční zhodnocení projektu probíhá vztažením úspor a nákladů k výrobnímu středisku lisované podlahoviny.

Náklady vypracovaného projektu jsou spojeny s pořízením a instalací navrženého vakuového manipulátoru. Ceny položek byly zjištěny dle cenové nabídky konstruktérské firmy a interních kalkulací Fatra, a.s. Jelikož v případě interních kalkulací se jedná o citlivé údaje, uvedené částky jsou pouze sumou nákladů bez rozložení na časové jednotky.

Tabulka 10 Náklady pořízení manipulátoru (vlastní zpracování)

Položka	Částka
Vakuový manipulátor včetně ochranné klece	512 000 Kč
Úprava pracoviště včetně demontáže dopravníku	10 000 Kč
Pásový dopravník	75 000 Kč
Zavedení elektroinstalace a stlačeného vzduchu	5 000 Kč
Montáž zařízení	30 000 Kč
Celkem	632 000 Kč

Celková vyšena nákladů potřebných pro realizaci projektového návrhu je vyčíslena na 632 000 Kč.

Úspory projektu spočívají v redukci mzdových nákladů vztažených na středisko lisované podlahoviny zapříčiněné přesunem pracovníků do jiných provozů. Jednotlivé mzdy přeřazených pracovníků se liší a jedná se o citlivé údaje. Jsou proto použity průměrné hodnoty osobních nákladů poskytnutých personálním oddělením. Roční náklady na jednoho zaměstnance jsou tedy ve výši 280 000 Kč. Při přeřazení 3 zaměstnanců se jedná o roční úsporu ve výši 840 000 Kč pro středisko lisované podlahoviny.

Investice do vakuového manipulátoru ve výši 632 000 Kč při započtení úspor z přeřazení všech zaměstnanců má tedy návratnost 9 měsíců. Při pohledu nákladů a úspor pouze na pracovišti sekání je návratnost investice 2,25 let. Nicméně je zde nutno počítat se zvýšenými náklady na elektřinu a možné budoucí opravy manipulátoru. Je vhodné brát v potaz fakt, že dodavatel poskytuje záruku v délce 12 měsíců.

V současné době je pracoviště lisované podlahoviny obsluhováno celkem 19 pracovníky, přičemž 8 z nich připadá na dvousměnný provoz na operaci přelísování. Úspory se na celkových mzdových nákladech projeví následovně:

Tabulka 11 Výpočet úspory mzdových nákladů (vlastní zpracování)

	Mzdové náklady střediska lisované podlahoviny
Současný stav	5 320 000 Kč
Redukce 3 pracovníků	840 000 Kč
Stav po redukci	4 480 000 Kč
Úspora	15,79%

Cílem projektu byla úspora mzdových nákladů střediska lisované podlahoviny o 10 %. Díky návrhům na změnu na pracovištích lisování, štípání, balení a sekání bylo cíle dosaženo. Celková úspora činí konečných 15,79 %. Je ovšem nutno brát v potaz investici do vakuového manipulátoru, která má ovšem návratnost pouhých 9 měsíců při rozpuštění nákladů celého střediska.

11.3 Další doporučení

Mimo zpracované návrhy byly zjištěny další nedostatky. Tyto nedostatky sice zásadním způsobem neovlivňují výrobu, nicméně do budoucna hrozí nebezpečím odstavení výroby, anebo mohou mít dopad na především spokojenost pracovníků, což je důležitý předpoklad pro svědomitý pracovní výkon.

Společnost by také měla přemýšlet o regeneraci strojního parku, zvláště pak míchačky a štípačky. Míchačka je svou funkcí nezastupitelná a jak je výše v analýze uvedeno, díky jejímu stáří již hrozí protržení vnitřního pláště, což by znamenalo odstávku celé výroby. Naproti tomu štípačky díky svému stáří a s tím souvisejícím opotřebením zvyšují podíl vadných dlaždic a navíc se musí neustále nastavovat. Společnost by proto měla uvažovat o koupi nové štípačky. V případě realizace návrhu na reorganizaci práce na pracovišti štípání by postačovala koupě 1 štípačky s tím, že jedna ze současných štípaček by zůstala v záloze pro případ odstávky štípačky nové.

Výrobní prostory působí zastaralým dojmem. Zvláště podlaha vykazuje známky vysokého opotřebením a nezřídka je zvlněná. Také sociální zařízení a šatny nutně potřebují renovaci. Pracovní prostředí totiž podstatným způsobem působí na náladu pracovníků a tím ovlivňuje i jejich výkonnost. V rámci výroby také rezonuje špatná situace využití vizuálních prvků, ať už ve formě silně opotřebovaných (téměř neviditelných) čar na zemi nebo chybějícího informování o stavu výroby.

Co se týče zaměstnanců samotných, tak ti si nejčastěji stěžovali na vysoké teploty a špatné odvětrávání. Všechny stroje s výjimkou štípačky totiž produkují teplo, zvláště pak lisy a přehřívací pec. Vzduchotechnika na pracovišti je jevila jako nedostačující. Společnost by proto měla zauvažovat o renovaci současného systému. Tyto podmínky způsobují únavu, která má následně vliv na výkon pracovníků. Může se projevit ať už pomalejší manipulací, zvýšením rizika úrazu nebo nižší úrovní kontroly kvality.

ZÁVĚR

Hlavním cílem projektu byla redukce mzdových nákladů na středisku lisované podlahoviny o 10 %. Tento cíl se podařilo naplnit a dokonce překročit požadovanou hranici na konečných 15,79 %. Úspor bylo dosaženo redukcí 3 pracovníků. Tito pracovníci mohou být přesunuti v rámci podniku do jiných provozů.

Před vypracováním návrhů na reorganizaci bylo nutno provést analýzu pracovních činností a zjištění časové náročnosti pomocí přímé metody měření, konkrétně chronometráže. Dále byl vytvořen layout výrobní haly s umístěním jednotlivých strojů. Díky získaným datům byla vytvořena počítačová simulace výrobního procesu pomocí softwaru Tecnomatix Plant Simulation. Dále bylo zdokumentováno pracovní prostředí, které má vliv na výkonnost pracovníků. Ze získaných dat byly vypracovány celkem 4 návrhy na reorganizaci práce na 4 pracovištích, přičemž tyto návrhy jsou spolu úzce provázány.

Návrh na pracovišti lisování spočíval v reorganizaci současného stavu rozdělení práce mezi stroje a pracovníky, kdy z původní nutnosti přítomnosti 2 pracovníků na celou směnu a 2 pracovníků na půl směny byla práce reorganizována tak, že 1 pracovník bude obsluhovat 2 lisy. Tím odpadne nutnost dvou pracovníků, kteří zde nyní tráví půl směny. Díky této změně je dalším efektem schopnost odvést požadovaný výkon o zhruba hodinu dříve.

Druhý návrh na změnu byl v podobě odstavení jedné ze dvou štípaček, jež měla na svědomí více neshod, a přesun veškerého výkonu na tuto jednu štípačku. V současné situaci je v provozu štípačka půl směny, po navržení změny bude v provozu celou směnu. Díky tomuto bude potřeba pouze jednoho pracovníka a dvou pracovníků obsluhující štípačku. Pracovník se bude střídát s operátory operace lisování.

Třetí návrh se týkal operace balení, kdy bude pracoviště v provozu celou směnu a bude jej obsluhovat jedna pracovnice, která se bude střídát s pracovníci na operaci štípání.

Poslední návrh se týká redukce obsluhy operace sekání a nahrazení pracovnice vakuovým manipulátorem, který bude ukládat hotové výrobky na přistavený vozík. Tato úprava vyžaduje investici v hodnotě 632 000 Kč, která při započtení úspor z redukce pracovního místa nejen na operaci sekání, ale i dalších dvou zmíněných, bude mít návratnost 9 měsíců.

U všech návrhů bylo nutno počítat s hygienickými limity pro zvedání břemen a také určitou jednotvárností vykonávaných činností. Proto byla navržena rotace pracovníků mezi operacemi lisování a štípání a zároveň pracovníci mezi operacemi balení a štípání. Díky tomuto návrhu je zajištěno splnění hygienického limitu kumulativní hmotnosti za směnu dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů., které tento limit upravuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- API, 2016. *Letní LEAN akademie: Štíhlé pracoviště. Želeevčice*
- BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. Second edition. Boca Raton: CRC Press, 1452 s. ISBN 9781466515048.
- BANGSOW, Steffen, 2010. *Manufacturing simulation with Plant Simulation and Simtalk: usage and programming with examples and solutions*. Berlin: Springer, 297 s. ISBN 9783642050732.
- BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA, 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Praha: Grada, 213 s. Management v informační společnosti. ISBN 802470613x.
- Bozpinfo.cz [online], 2014. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/manipulace-s-bremeny>
- BURIETA, Ján, 2007. *IPA Slovník* [online]. IPA Czech [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/simulace>
- ČESKO, 2007. *Narizení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. In: Česká republika. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 223 s. ISBN 9781498708876.
- DLABAČ, Jaroslav, 2017. *Články* [online]. API - Akademie produktivity a inovací [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>
- DLOUHÝ, Martin, 2007. *Simulace podnikových procesů*. Brno: Computer Press, 201 s. ISBN 9788025116494.
- Festo, 2015. Dostupné také z: https://www.festo.com/eap/cs_cz/data/hgo/System_4.pdf
- GOLDRATT, Eliyahu M. a Jeff COX, 2012. *Cíl: proces trvalého zlepšování*. 2. přeprac. vyd. [i.e. vyd. 3.]. Praha: InterQuality, 333 s. ISBN 9788090277083.
- HOBBS, Dennis P., 2011. *Applied lean business transformation: a complete project management approach*. Ft. Lauderdale, FL: J. Ross Pub., 483 s. ISBN 9781932159790.
- CHAPMAN, Stephen N., 2006. *The fundamentals of production planning and control*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 272 s. ISBN 013017615x.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 9788089401260.

- IT-REGIE, 2015. *Smaele.nl* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://www.smaele.nl/wp/begrippen/theory-of-constraints/>
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM. ISBN 8096858319.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 8086851389.
- KOŠTURIÁK, Ján, 2007. *Průmyslové inženýrství* [online]. IPA Czech [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/prumyslove-inzenyrstvi>
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 8090223567.
- PAUKNEROVÁ, Daniela, 2006. *Psychologie pro ekonomy a manažery*. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 254 s. Manažer. ISBN 8024717069.
- SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, 2796 s. ISBN 0471330574.
- Siemens, 2017. *Plant Simulation* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/material-flow/plant-simulation.shtml
- Small World, 2016. *Smallworldsocial.com* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://www.smallworldsocial.com/theory-of-constraints-104-balance-flow-not-capacity/>
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DBR	Drum Buffer Rope
EBITDA	Earnings before Interest, Taxes, Depreciations and Amortization
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
PI	Průmyslové inženýrství
ROI	Return On Investment
TOC	Theory of Constraints

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Rozdělení analýzy a měření práce (Dlabač, 2017)</i>	15
<i>Obrázek 2 Schéma úzkého místa (IT-REGIE, 2015)</i>	22
<i>Obrázek 3 Schéma Drum-Buffer-Rope (Small World, 2016)</i>	25
<i>Obrázek 4 Ukázka statistiky z programu Plant Simulation (Siemens, 2017)</i>	28
<i>Obrázek 5 Ukázkový model Plant Simulation (Siemens, 2017)</i>	28
<i>Obrázek 6 Areál společností Fatra, a.s. v Napajedlech (interní dokumenty Fatra, a.s.)</i>	34
<i>Obrázek 7 Logo společnosti (interní dokumenty Fatra, a.s.)</i>	34
<i>Obrázek 8 Dlaždice lisované podlahoviny (interní dokumenty Fatra, a.s.)</i>	40
<i>Obrázek 9 Míchačka granulátu (vlastní zpracování)</i>	42
<i>Obrázek 10 Pracoviště lisování (vlastní zpracování)</i>	43
<i>Obrázek 11 Předehřívací pece (vlastní zpracování)</i>	44
<i>Obrázek 12 Schéma rozdělení bloku 22 mm na dlaždice 1,7 mm (vlastní zpracování)</i>	45
<i>Obrázek 13 Termostabilizační tunel (vlastní zpracování)</i>	46
<i>Obrázek 14 Štípačka (vlastní zpracování)</i>	51
<i>Obrázek 15 Pracoviště přelisování (vlastní zpracování)</i>	52
<i>Obrázek 16 Pracoviště balení (vlastní zpracování)</i>	53
<i>Obrázek 17 Pohled výrobní halou (vlastní zpracování)</i>	56
<i>Obrázek 18 Layout výrobní haly lisované podlahoviny (vlastní zpracování s použitím interních dokumentů Fatra, a.s.)</i>	58
<i>Obrázek 19 Skladování granulátu (vlastní zpracování)</i>	60
<i>Obrázek 20 Odsávání tepla a páry od lisu (vlastní zpracování)</i>	62
<i>Obrázek 21 Časová osa projektu (vlastní zpracování)</i>	67
<i>Obrázek 22 Legenda k rizikové analýze (vlastní zpracování)</i>	68
<i>Obrázek 23 Pohled na pracoviště lisování (vlastní zpracování)</i>	70
<i>Obrázek 24 Finální výrobky zabaleny v krabicích na paletě (vlastní zpracování)</i>	72
<i>Obrázek 25 Současný stav odebrání dlaždic z operace sekání (vlastní zpracování)</i>	73
<i>Obrázek 26 Mechanismus tříosého manipulátoru (Festo, 2015)</i>	75
<i>Obrázek 27 Úprava odebrání dlaždic pomocí manipulátoru (vlastní zpracování)</i>	77
<i>Obrázek 28 Manipulační vozík (vlastní zpracování)</i>	78
<i>Obrázek 29 Vytížení míchačky dle simulačního modelu (vlastní zpracování)</i>	78
<i>Obrázek 30 Simulace výroby lisované podlahoviny (vlastní zpracování)</i>	79

Obrázek 31 *Současná situace vytížení lisů (vlastní zpracování) 80*
Obrázek 32 *Situace vytížení lisů po návrhu na změnu (vlastní zpracování) 80*

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Hmotnostní limity dle NV č. 361/2007 Sb. (Česko, 2007)</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 2 Struktura tržeb za prodané vlastní výrobky a služby podle druhů činnosti (vlastní zpracování dle interních dokumentů Fatra, a.s.)</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 3 Teritoriální struktura tržeb exportu (vlastní zpracování dle interních dokumentů Fatra, a.s.)</i>	<i>36</i>
<i>Tabulka 4 Činnosti operátora na pracovišti navážení (vlastní zpracování)</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 5 Operace v rámci jednoho závěru lisování (vlastní zpracování)</i>	<i>49</i>
<i>Tabulka 6 Podíl činností 1 operátorky na celkovém objemu výkonu (vlastní zpracování)</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 7 Čas průtoku 1 m² jednotlivými pracovišti (vlastní zpracování)</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 8 Jednotlivé kroky projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 9 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 10 Náklady pořízení manipulátoru (vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tabulka 11 Výpočet úspory mzdových nákladů (vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Podíl činností na 1 závěru lisování (vlastní zpracování)</i>	<i>50</i>
<i>Graf 2 Čas průtoku 1 m² jednotlivými pracovišti (vlastní zpracování)</i>	<i>56</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: METODA INIT PLANT SIMULATION

PŘÍLOHA P II: KOMPLETNÍ MODEL PLANT SIMULATION

PŘÍLOHA P I: METODA INIT PLANT SIMULATION

```
.Models.Frame.init

repeat
  .Fatra.Entity.MaterialMichacka.create(Buffer11)
until Buffer11.full = true

repeat
  .Fatra.Entity.MaterialMichacka.create(PrvniMichacka)
until PrvniMichacka.numMU = 1

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mm.create(BufferLis1)
until BufferLis1.numMU = 54

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mm.create(BufferLis2)
until BufferLis2.numMU = 72

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mm.create(BufferLis3)
until BufferLis3.numMU = 54

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mm.create(BufferLis4)
until BufferLis4.numMU = 36

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mmx36.create(BufferStipacka1)
until BufferStipacka1.numMU = 3

repeat
  .Fatra.Entity.Bloky22mmx36.create(BufferStipacka2)
until BufferStipacka2.numMU = 3

repeat
  .Fatra.Entity.Dlazdice.create(BufferBaleni)
until BufferBaleni.full = true
```

PŘÍLOHA P II: KOMPLETNÍ MODEL PLANT SIMULATION

