

Projekt efektivního využití výrobní plochy ve společnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o.

Bc. Gabriela Damašková

Diplomová práce
2018



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: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Gabriela Damašková**
Osobní číslo: **M16444**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt efektivního využití výrobní plochy ve společnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Vypracujte literární rešerši vztahující se k zvolené problematice.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu stávajícího stavu pracoviště.
- Na základě provedené analýzy vytvořte projekt s cílem efektivního využití výrobní plochy.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

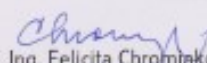
- GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice and application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.
CHARRON, Rich. The lean management systems handbook. Boca Raton, FL: CRC Press, c2015, 523 s. ISBN 978-1-4665-6435-0.
CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štihlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 15. prosince 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 17. dubna 2018

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017


doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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 práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 11.4.2018

Jméno a příjmení: Gabriela Damašková



podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zameriava na posúdenie efektívneho využitia výrobných plochy a návrh zmeny layoutu montážnej linky v spoločnosti. Cieľom práce je viacero návrhov nových layoutov linky, ktoré budú viesť k efektívnejšiemu využitiu výrobných plochy, zmenšeniu plytvania v podobe rozpracovanej výroby, transportu z predmontáže a medzioperačných balení. Teoretická časť popisuje východiská pre analýzu pracoviska, plytvania a možností merania práce. Praktická časť začína predstavením spoločnosti a analýzou súčasného stavu linky za pomoci programu AutoCAD. Podrobnejšiu analýzu umožňuje procesná analýza, rozbor rozpracovanej výroby, Spaghetti diagram a chronometráž vybraných pracovníkov. Projektová časť zahŕňa definovanie projektu, jeho rizík a návrh niekoľkých variant nového layoutu pracoviska spolu s vyčíslňovaním a posudzovaním rozhodnutia o použití novej technológie z pohľadu rozpracovanej výroby.

Kľúčové slová: layout, rozpracovaná výroba, plytvanie, Spaghetti diagram, procesná analýza, chronometráž, medzioperačné balenia

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on the consideration of the production area effective use and the proposed layout change. The aim of the thesis includes several suggestions of the new assembly line layouts that will lead to more efficient utilization of the production area, reduction of waste in the form of work-in-process, pre-assembly transport and inter-operational packaging. Theoretical part describes the bases for analysis of workplace, waste and the possibilities of work measurement. Practical part begins with the company introduction and analysis of the line's current state with the help of AutoCAD programme. More detailed analysis is provided by the process analysis, work-in-process analysis, Spaghetti diagram and chronometry of selected workers. The project part includes the definition of project, its risks and several variants of new workplace layout together with quantification and review of the decision of new technology use from the work-in-process point of view.

Keywords: layout, work-in-process, waste, Spaghetti diagram, process analysis, chronometry, inter-operational packaging

Touto cestou by som rada poďakovala vedúcej tejto diplomovej práce, prof. Ing. Felicite Chromjakovej, PhD. za odborné vedenie, pripomienky a rady, ktoré mi pomohli pri spracovaní diplomovej práce.

Zároveň ďakujem spoločnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o. za poskytnutie možnosti spracovania projektu a poďakovanie taktiež patrí pracovníkom oddelenia priemyselného inžinierstva a technológie za ochotu predania cenných skúseností, rád a informácií k spracovaniu diplomovej práce.

„Choose a job you love, and you will never have to work a day in your life. “

Confucius

OBSAH

ÚVOD	10
CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	13
1.1 KLASICKÉ PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	14
1.2 NÁSTROJE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA	14
1.3 KAIZEN	15
1.4 SYSTÉM ŠTÍHLEHO MANAGEMENTU.....	16
1.5 ŠTÍHLA VÝROBA	16
1.5.1 Riadenie úzkych miest	16
1.6 MUDA, MURA, MURI	17
1.7 PLYTVANIE.....	18
1.7.1 Nadprodukcia	19
1.7.2 Zásoby	19
1.7.3 Zásoby rozpracovanej výroby	19
1.7.4 Chyby vo výrobe	20
1.7.5 Zbytočné pohyby.....	20
1.7.6 Chyby v spracovaní (metódach).....	20
1.7.7 Nadbytočná manipulácia	20
1.7.8 Čakanie a prestoje	21
1.7.9 Nevyžitie potenciálu zamestnancov	21
1.8 ŠTÍHLY LAYOUT	21
1.8.1 Usporiadanie pracoviska	21
1.8.2 Bunková výroba	22
1.8.3 Typy výrobných buniek	23
1.8.3.1 Priamy tok.....	23
1.8.3.2 Typ výrobných buniek v tvare písmena „L“	24
1.8.3.3 Spine typ	24
1.8.3.4 Typ výrobných buniek v tvare písmena „U“	25
1.9 PRINCÍP ŤAHU.....	26
1.9.1 Tok jedného kusa	27
1.10 JUST IN TIME.....	27
2 ANALÝZA PRACOVISKA	28
2.1 SPAGHETTI DIAGRAM	28
2.2 PROCESNÁ ANALÝZA.....	29
2.3 MERANIE PRÁCE.....	29
2.3.1 Metódy priameho merania	31
3 PROJEKTOVÉ RIADENIE	32
3.1 INOVÁCIE	32
3.2 NÁSTROJE PROJEKTOVÉHO RIADENIA	32
3.2.1 Logický rámec.....	32
3.2.2 Metóda RIPRAN	33

II PRAKTICKÁ ČASŤ	34
4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI.....	35
4.1 HISTÓRIA SPOLOČNOSTI	35
4.2 ZÁKAZNÍCI A VÝROBKY.....	36
4.2.1 Predné svetlomety	36
4.2.2 Signálne osvetlenie.....	37
4.3 HODNOTY SPOLOČNOSTI	37
4.4 VÍZIA SPOLOČNOSTI	38
5 ANALÝZA MONTÁŽNEJ LINKY.....	39
5.1 SÚČASNÝ LAYOUT MONTÁŽE.....	39
5.2 PROCESNÁ ANALÝZA	41
5.3 POPIS PROCESU	42
5.4 VYUŽITIE PRACOVNEJ PLOCHY	45
5.5 ROZPRACOVANÁ VÝROBA	46
5.5.1 Spracovanie nedokončenej výroby.....	49
5.6 SPAGHETTI DIAGRAM	49
5.7 PROCES TEMPEROVANIA.....	51
5.8 CHRONOMETRÁŽ PRACOVNÍKOV	51
5.8.1 Plytvanie.....	52
6 ANALÝZA PREDMONTÁŽNEJ LINKY	53
6.1 PROCESNÁ ANALÝZA PREDMONTÁŽE	54
6.2 POPIS PROCESU PREDMONTÁŽE	54
6.3 VYUŽITIE PRACOVNEJ PLOCHY PREDMONTÁŽE.....	56
6.4 MEDZIOPERAČNÉ ZÁSoby A BALENIA	57
7 PROJEKTOVÁ ČASŤ.....	58
7.1 DEFINOVANIE PROJEKTU	58
7.1.1 Podmienky projektu	58
7.1.2 SWOT analýza projektu	59
7.1.3 Logický rámec projektu	60
7.1.4 RIPRAN analýza	60
7.1.5 Časový harmonogram	62
8 NÁVRHY ZMIEN LAYOUTU	63
8.1 VARIANT 1	63
8.1.1 Vyčíslenie zmien Var. 1.....	63
8.1.2 Tok výrobku Var. 1	64
8.1.3 Výhody Var. 1	66
8.1.4 Nevýhody Var. 1	66
8.2 VARIANT 2	67
8.2.1 Vyčíslenie zmien Var. 2.....	67
8.2.2 Tok výrobku Var. 2	67
8.2.3 Výhody Var. 2	69
8.2.4 Nevýhody Var. 2	69

8.3	VARIANT 3	70
8.3.1	Vyčíslenie zmien Var.3	70
8.3.2	Tok výrobku Var. 3.	70
8.3.3	Výhody Var. 3	72
8.3.4	Nevýhody Var. 3	72
8.4	VYHODNOTENIE NÁVRHOV.....	73
8.5	VYUŽITIE UŠETRENEJ PLOCHY	74
9	PROCESNÁ ANALÝZA PRE VŠETKY VARIANTY	75
9.1	VYČÍSLENIE NOVÝCH PARAMETROV LINKY	75
9.2	PLYTVANIE ČASOM A TRANSPORTOM	76
10	ROZPRACOVANÁ VÝROBA	77
10.1	NOVÁ TECHNOLOGIA.....	77
10.2	MNOŽSTVO ROZPRACOVANEJ VÝROBY	77
10.3	POROVNANIE SO SÚČASNÝM STAVOM	80
	ZÁVER	81
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	82
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	85
	ZOZNAM OBRÁZKOV	86
	ZOZNAM TABULIEK	87
	ZOZNAM PRÍLOH.....	88

ÚVOD

Spoločnosť Varroc Lighting Systems sa zaoberá vývojom a výrobou predného a zadného osvetlenia pre automobilový priemysel. Keďže je v dnešnej dobe často náročné uspieť ako dodávateľ popri konkurencii v odvetví, snaží sa spoločnosť o neustále zlepšovanie a zdokonaľovanie svojich procesov od prijatia zákazky až po jej vybavenie. Uvedomuje si tiež, aké dôležité je dodržiavať stanovené termíny a k tomu prispôbiť výrobu, ktorej výstup je nie len kvalitný, ale zároveň sa snaží aj o znižovanie nákladov.

Pre uspokojenie zákazníckych požiadaviek je preto zásadné disponovať plynulou výrobou a znižovaním plytvania na pracovisku, čo vedie k celkovému zlepšeniu výroby a preto by každá pracovná plocha mala byť využitá čo najefektívnejšie. Tému optimalizovania využitia plochy sa bude venovať aj táto diplomová práca.

Teoretická časť diplomovej práce je uvedená definíciou priemyselného inžinierstva a s ním spojenou štíhlejšou výrobou. Ďalej je preto podrobnejšie opísané plytvanie a jeho druhy spolu so štíhlym layoutom a možnosťou usporiadania pracoviska v bunkách. Priblížený je tiež systém ťahu, toku jedného kusa a Just in Time. V ďalšej kapitole sú rozoberané nástroje analýzy pracoviska a práce a teoretickú časť uzatvára spresnenie projektového riadenia a jeho nástrojov. Teoretické poznatky sú použité ako podklad pre spracovanie praktickej časti.

Praktická časť je zameraná najprv na analýzu súčasného stavu linky pomocou rozboru súčasného layoutu a jeho využitia rozdeleného na konkrétne časti. Pre podrobnejší popis celého procesu je využitá procesná analýza. Ďalej je vyčíslená rozpracovaná výroba pomocou Place for Every Part a pozorovania, Spaghetti diagram, chronometráž vybraných pracovníkov a uvedená je aj súčasne používaná technológia. Analytická časť práce slúži pre spracovanie návrhov v projektovej časti.

V rámci projektovej časti je dôležitá definícia a podmienky projektu a ďalšie nástroje ako riziková analýza alebo swot analýza. Výstupom projektu je viacero návrhov nového layoutu pre montážnu linku, ktoré vedú k efektívnemu využitiu pracovnej plochy, zníženiu množstva rozpracovanej výroby, zníženiu transportu z predmontáže a v neposlednom rade k eliminácii medzioperačných balení. Varianty layoutu sú taktiež zhodnotené a porovnané pomocou viacerých aspektov. Projektovú časť dopĺňajú návrhy možného využitia ušetrenej výrobných plochy, procesná analýza v prípade zmien a uzatvára ju posúdenie vhodnosti využitia novej technológie na linke z pohľadu rozpracovanej výroby.

CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE

Hlavným cieľom diplomovej práce je efektívne využitie výrobných plochy v spoločnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o., ktoré zahŕňa návrh niekoľkých variant nového layoutu, ktoré vedú k zníženiu plytvania vo forme nadbytočnej rozpracovanej výroby, transportu z predmontáže a medzioperačných balení.

V teoretickej časti práce je spracovaná literárna rešerš českých, slovenských a zahraničných zdrojov, ktorá slúži ako podklad pre analýzu súčasného stavu s cieľom zistiť nedostatky a možnosti zlepšenia na montážnej linke. Pre analýzu súčasného stavu boli použité nasledujúce metódy:

- Interné materiály v podobe layoutu v programe AutoCAD
- Procesná analýza montáže a predmontáže
- Vyčíslenie rozpracovanej výroby
- Spaghetti diagram
- Chronometráž

Pre definovanie projektovej časti boli vypracované:

- SWOT analýza
- Logický rámec projektu
- RIPRAN
- Časový harmonogram projektu

V projektovej časti bolo navrhnutých niekoľko variant nových layoutov v programe AutoCAD, ktoré boli konzultované s mentorom. Na základe týchto layoutov bolo vyhodnotené zníženie využitej pracovnej plochy. Vyčíslená bola tiež zmena v transporte medzioperačných kusov, balení a pohybu pracovníkov. Na záver bola posudzovaná využiteľnosť novej technológie pomocou porovnania a vyčíslenia rozpracovanej výroby.

I. TEORETICKÁ ČÁST

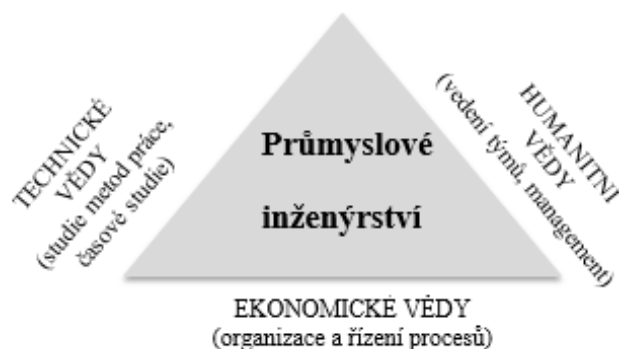
1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

Uvedomiť si podstatu priemyselného inžinierstva a jeho zámery by malo patriť k prvým krokom predtým, ako vôbec určitý projekt začne a chce aplikovať jeho metódy. Priemyselné inžinierstvo sa vyvíjalo počas rokov ako hlavná disciplína v oblasti inžinierstva a riadenia, ktorého efektívne využitie prispelo k našej vyššej životnej úrovni prostredníctvom zvýšenej produktivity, kvality práce a služieb a zlepšenia pracovného prostredia (Salvendy, 2001, s.28).

Bobák a Poláková taktiež tvrdia pri citovaní Imaoka (2013, s.15), že priemyselné inžinierstvo je pojem pre zlepšenie efektivity výroby a zároveň hnacou silou, ktorá prináša úspech v sériovej výrobe. Pôvodne bol tento pojem konceptom s cieľom umožniť zlepšenie efektivity výroby počas občianskej vojny v USA, kde podporoval normalizáciu strelných zbraní. Tak sa USA podarilo hromadnú výrobu realizovať s nízkymi nákladmi a v krátkodobom predstihu výroby.

Priemyselné inžinierstvo sa podľa Mašina a Vytlačila (2000,s. 82) tiež zaoberá odstraňovaním plytvania, nepravidelnosťami, iracionalitou a preťažovaním z pracovísk. Výsledkom týchto aktivít je potom tvorba vysoko kvalitných produktov (a poskytovanie vysoko kvalitných služieb), ktorá je ľahšia, rýchlejšia a v neposlednom rade lacnejšia.

Všetky spomenuté fakty o priemyselnom inžinierstve zhrňa Chromjaková (2013, s.4 - 8) v hľadaní cesty ako eliminovať straty vo výrobných a administratívnych procesoch. Dôležité je k tomu všetkému zaoberať sa otázkou ako naštartovať ľudí vo firme, organizáciou práce k neustálemu zlepšovaniu a hľadaniu inovatívnych riešení. Všetky vedné disciplíny vplyvajúce na priemyselné inžinierstvo sú zhrnuté v *Obrázku 1.*, ktorý zobrazuje trojdimenzionálny rozmer priemyselného inžinierstva.



*Obrázok 1 - Trojdimenzionálny rozmer priemyselného inžinierstva
(Chromjaková, 2013, s.6)*

1.1 Klasické priemyselné inžinierstvo

Klasické priemyselné inžinierstvo prešlo od svojho počiatku evolúciou, v ktorej je možné zaznamenať dve základné fázy, resp. disciplíny a to:

- štúdium práce
- operačný výskum (Mašín, Vytlačil, 2000, s 89-90)

Cieľom štúdia práce je doceliť optimálneho využitia ľudských a materiálových zdrojov dostupných v danom podniku. Dôležité je teda získavanie informácií a ich využívanie ako prostriedku zvyšovania produktivity.

Operačný výskum je na druhej strane technika silne sa orientujúca na matematiku, modelovanie a zjednodušenie prístupu riešenia úloh v oblasti priemyselného inžinierstva. Zároveň vyžaduje kvalifikovaných odborníkov a tým sa môže stať obťažným pre praktický život a management podniku (Mašín, Vytlačil, 2000, s.84-85)

1.2 Nástroje priemyselného inžinierstva

Metódy a techniky, ktoré sa využívajú v rámci priemyselného inžinierstva možno rozdeliť na štyri skupiny. Tie plne pokrývajú všetky hlavné aktivity PI v integrovaných systémoch, teda v projektovaní, zavádzaní a zlepšovaní :

1. **Plánovanie, navrhovanie a riadenie** – meranie práce, kapacitné výpočty, systém odmeňovania
2. **Uplatňovanie ľudského rozmeru** – projektovanie výrobných a servisných tímov, ergonómia
3. **Technologické aspekty** – projektovanie výrobných buniek
4. **Kvantitatívne a kvalitatívne metódy** – simulácie procesov, priemyslové moderácie (Mašín, Vytlačil, 2000, s 81-82)

Klasické nástroje priemyselného inžinierstva pre definovanie a zlepšenie operácií zahŕňajú meranie práce, nátlak managementu, balansovanie pracovnej záťaže alebo plánovanie zariadení.

1.3 Kaizen

Slovo *kaizen* vychádza z japončiny a znamená neustále zdokonaľovanie. Týka sa predovšetkým ľudí, ktorí zdokonaľujú samy seba, nasledovne vzťahy a spoluprácu so spolupracovníkmi a nakoniec veci a procesy okolo. Je to neustále zlepšovanie procesov, činností, ľudí. Základom je okrem kultúry zlepšovania aj nespokojnosť so súčasným stavom a neustále hľadanie a odstraňovanie plytvania. Zlepšovanie procesov sa obvykle orientuje na nasledujúce oblasti:

- Úzke miesta – zvýšenie prietoku
- Redukciu variability nestabilných procesov
- Redukciu plytvania v procesoch, zoštíhľovanie
- Výrobky alebo procesy, s ktorými je zákazník spokojný
- Zmeny procesov s ohľadom na nové výrobky, inovácie
- Pracoviská neúmerne zaťažujúce človeka – fyzická námaha, duševná koncentrácia, možnosti vzniku chyby
- Neproduktívne procesy a procesy, ktoré nedosahujú plánované ciele (Košturiak, 2010, s.3-16)

Imai (2005, s.19-22) tvrdí, že *kaizen* podporuje aj myslenie orientované na proces, pretože aby sa zdokonalili výsledky, musia a zdokonaľiť procesy, ktoré k nim vedú a zlyhanie snahy dosiahnuť plánované výsledky je zlyhaním celého procesu.

Košturiak a Frolík (2006, s.120) kombinujú zlepšovacie činnosti *kaizen* s udržiavacími činnosťami, ktoré zabezpečujú dosahovanie plánovanej výkonnosti predovšetkým dodržiavaním štandardov. Rovnako ako treba udržiavať výkonnosť na požadovanej úrovni, treba hľadať aj nové metódy, nové technológie alebo efektívnejšiu organizáciu. V dobrých podnikoch musí mať každý pracovník vo svojej pracovnej náplni oba druhy činností.

Využitie systému zlepšovania je teda vhodné spustiť už v prvých etapách zoštíhľovania. Projektovým spôsobom sa obvykle riešia zložitejšie problémy. Projekt sa preto definuje vtedy, kedy poznáme ciele, ale nevieme presne, ako ich môžeme dosiahnuť.

1.4 Systém štíhleho managementu

Systém štíhleho managementu, ktorý sa podľa Charrona (2015,s.60-61) začal tvoriť približne v roku 2014, približuje uvedomenie organizácií o tom, že uprataná kancelária, minimálne množstvo zásob v sklade alebo schopnosť pretypovania do 12 minút nestačí k rastu biznisu a nastoleniu štíhlej kultúry v podniku.

Dôležité je, aby organizácia nenasledovala iba týždňový trend, ale pozerala sa na celkovú sadu zlepšovacích nástrojov a metód a vybrala také , ktoré splňajú všeobecné okolnosti.

1.5 Štíhla výroba

Inak nazývaná aj **Lean Production**, štíhla výroba je okrem iného podľa Daňka a Plevného (2005, s. 111) motivovaná aj snahou preniesť niektoré činnosti a problémy mimo vlastný výrobný proces a riešiť ich v spolupráci s dodávateľmi, resp. riešenia niektorých problémov na nich priamo presunúť. Výsledkom týchto snáh je prísne zoštíhlenie všade tam, kde je to možné, teda v redukcii zložitosti výrobku a výroby, eliminácii medzioperačných zásobníkov a skladov a zjednodušení výrobných procesov, materiálových a informačných tokov.

Dôležitým faktorom je, že koncept štíhlosti sa neuplatňuje iba vo výrobe, ale ide o „*komplexné pojmie lean filozofie v rámci celého podniku*“, kde na počiatku celého konceptu stojí problematika štíhleho vývoja. Nemenej dôležitá je aj štíhla administratíva a logistika (Chromjaková, 2013, s. 42)

Podľa Keřkovského (2012, s.88) koncept štíhlej výroby spočíva vo výrobe pružne reagujúcej na požiadavky zákazníka a dopyt, ktorá je riadená decentralizovane, prostredníctvom flexibilných pracovných tímov, pri malej hĺbke výroby (nízkom počte na seba nadväzujúcich výrobných stupňov. Každý zamestnanec má pritom vysokú zodpovednosť za kvalitu a priebeh výroby a tak má právo pri zistení chyby výrobu prerušiť. Riadenie štíhlej výroby je silne orientované na maximálne uspokojenie potrieb jednotlivého zákazníka, čo je v priamom protiklade s tradičnými princípmi hromadnej výroby.

1.5.1 Riadenie úzkych miest

Každý výrobný proces obsahuje určitý typ úzkeho miesta, ktoré spomaľuje výrobu, jej efektivitu a zvyšuje plytvanie na pracovisku. Zároveň zabraňuje zarábať podniku peniaze a podľa Košťuriaka a Floríka (2006, s.49-56) je možné ho hľadať na rôznych miestach:

- **Výrobné zdroje** – chýbajúca kapacita strojov, ľudí, financií

- **Marketing** – nedostatok objednávok spôsobujúci nevyužitú kapacitu
- **Riadenie, smernice** – pravidlá brániace lepšej práci ľudí
- **Čas** – čas dodávky, prípravy výroby
- **Postoje ľudí** – neochota, napätie, nedostatočná komunikácia

Optimized Production Technology (OPT), ktoré pod sebou skrýva metódu riadenia úzkych miest, vychádza z predpokladu, že vo výrobnom systéme určuje zdroj kapacity s najväčším vyťažením výstup celkového reťazca. Okrem zásob preto ďalej určuje, koľko môže byť nakoniec predané. Princíp tohto konceptu je založený na deviatich základných pravidlách:

- Vyvažovanie tokov materiálových prvkov, nie kapacít
- Úroveň využitia systému a výrobný výkon sú dané kapacitnými možnosťami úzkych miest
- Snaha o maximálne využitie kapacít pracovísk nie je vždy prínosom pre maximálne využitie systému
- Hodina straty na pracovisku, ktoré je úzkym miestom, je hodina straty celého systému
- Hodina ušetrená na stroji, ktoré nie je úzkym miestom, nie je hodinou ušetrenou pre celý systém
- Úzke miesta ovplyvňujú nie len priebežnú dobu výroby, ale aj výšku zásob
- Veľkosť dopravnej dávky by sa nemala rovnať veľkosti výrobnej dávky
- Výrobná dávka by mala byť premenlivá, nie fixná
- Riešenie rozvrhu výroby je nutné uskutočniť realizáciou všetkých spomenutých úvah (Bobák, 2011, s. 75)

1.6 Muda, mura, muri

Tieto tri slová sú v japončine často označované aj ako 3MU. *Muda* znázorňuje všetky možné formy plytvania, slovo *mura* znamená nepravidelnosť a *muri* námahu, alebo záťaž. Čokoľvek namáhavé či nepravidelné naznačuje, že sa objavil problém. Okrem iného *mura* aj *muri* predstavujú *muda*, ktoré je potrebné odstrániť (Imai, 2005, s.86-87)

Mura predstavuje kedykoľvek narušený hladký tok práce stroja a jeho obsluhy, postup produktov na linke alebo plynutie plánu výroby. Pokiaľ jednej stanici trvá úloha dlhšie ako ostatným, vzniká *mura*, keďže práca všetkých ostatných staníc sa musí prispôbiť práci

najpomalšieho článku. Dennis (2016, s.35) dopĺňa význam *mura* o fluktuáciu práce, ktorá je zvyčajne spôsobená fluktuáciou v plánoch produkcie. Príkladom môže byť linka vyrábajúca zložité modely pol zmeny a tie jednoduchšie druhú polovicu zmeny. Tak sa musia pracovníci namáhať prvú polku zmeny a práca nie je rovnomerne rozložená.

Muri znamená namáhavé podmienky pre zamestnancov a stroje, rovnako ako aj pre celý pracovný proces. Príkladom môže byť novo prijatý zamestnanec, ktorý nie je dostatočne zaškolený a práca je pre neho namáhaná, pracovník bude pomalý a môže sa dopúšťať chýb.

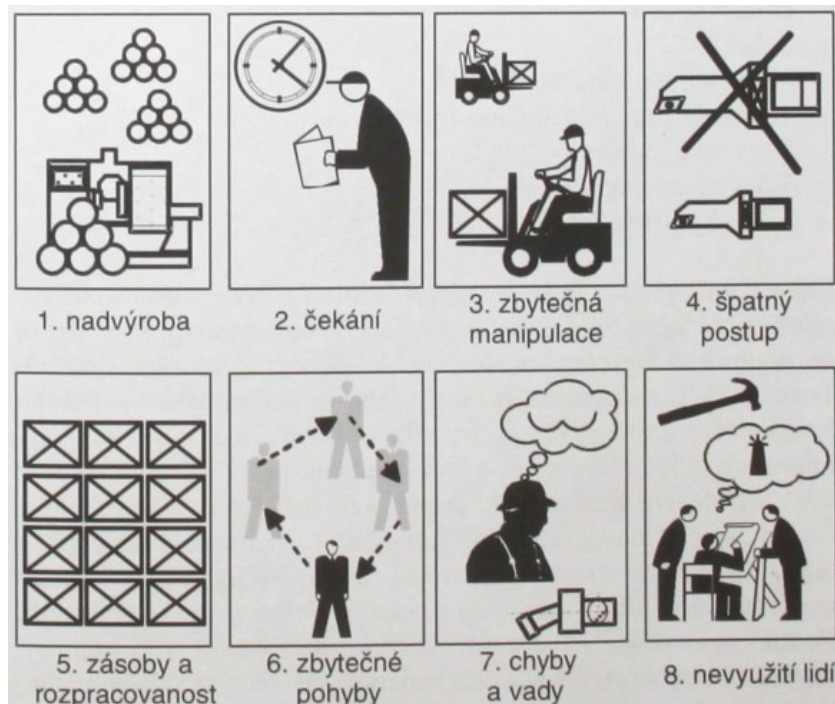
Všetky abnormality na pracovisku a ich kontrola je prevádzaná kombináciou *muda*, *mura*, *muri*.

1.7 Plytvanie

Žiaden výrobný podnik sa nezaobíde bez aktivít, ktoré v skutočnosti nie sú pre tvorbu produktu potrebné a tak vzniká plytvanie, ktoré môže mať niekoľko podôb. Mašín a Vytlačil (2000, s. 44-48) využívajú pri definícii plytvania manuálne aj duševné činnosti a podľa nich je plytvanie „všetko, čo nepridáva produktu hodnotu alebo ho nepribližuje k zákazníkovi“. Opakom plytvania je podľa nich práca s nárastom hodnoty, alebo práca približujúca produkt zákazníkovi, teda tá činnosť, za ktorú je zákazník ochotný zaplatiť. Druhy plytvania znázorňujú v *Obrázku 2*.

Ako bolo už v predchádzajúcej kapitole spomenuté, Masaaki Imai (2005, s 79 -88) označuje plytvanie japonským slovom **MUDA**, ktoré má konkrétnejší význam a označuje tie aktivity vykonávané zdrojmi v každom procese, ktoré hodnotu nepridávajú. Taiichi Ohno klasifikoval *muda* na pracovisku do siedmych kategórií ďalej rozoberaných v ďalších podkapitolách a zobrazených na *Obrázku č.2*.

Pokiaľ sa podniku podarí objaviť *muda*, objaví potenciálnu možnosť zisku. Dôsledkom eliminácie *muda* z výrobného procesu je vždy zníženie nákladov na výrobu. Čím podrobnejšie je proces pozorovaný a dokumentovaný, tým viac je znateľnejšie, o koľko je produktívny čas kratší a neproduktívny čas dlhší (Bauer a kol. 2012, s. 25-30).



Obrázok 2 – 7+1 druhov plytvania (Mašín, Vytlačil, 2000, s.45)

1.7.1 Nadprodukcia

Jedným z najviac rozpoznateľných druhov plytvania je nadprodukcia. Tá vzniká ako výsledok neprispôsobenia výroby požiadavkám. Nadprodukcia je jedným z najhorších druhov plytvania, pretože vyžaduje dodatočné náklady. Nadvýroba dodáva pracovníkom falošný pocit bezpečia, pomáha zakryť rôzne problémy a zahmlieva informácie pre aktivity neustáleho zlepšovania na pracovisku.

1.7.2 Zásoby

Zásoby obvykle skrývajú za sebou neschopnosť firmy plynule vyrábať aj v prípade zmeny prípravkov, zariadení a pod. namiesto toho, aby boli tieto problémy odstránené. Zásoby sú výsledkom nadprodukcie. Udržujú v sebe aj náklady na skladovanie, dodatočnú manipuláciu, administratívu a využitie ďalších ľudských síl. Riešením prebytočných zásob pracovísk je výroba *Just in Time* (JIT).

1.7.3 Zásoby rozpracovanej výroby

Tomek (2014, s.162-163) tvrdí, že zásoby rozpracovanej výroby na jednej strane určujú potrebné množstvo vyrábaných častí nutných pre plynulý, nerušený chod, na druhej strane sú

výsledkom použitia noratív operatívneho riadenia výroby. Možno pod tým rozumieť rozpracovanú výrobu, ktorá sa nachádza na jednotlivých pracoviskách, manipulačných prostriedkoch, teda vo vlastnom materiálovom toku.

1.7.4 Chyby vo výrobe

Zmetky prerušujú výrobu, vyžadujú nákladné opravy, často sa musia vyhodiť a preto plytvajú ďalej zdrojmi a prácou. Dodatočne tiež predstavujú náklady na opravy, vybavenie opravárenských pracovísk (rework), zdržanie výroby, viacnásobný transport, manipulácia, opakovanie operácie a iné.

1.7.5 Zbytočné pohyby

Akýkoľvek pohyb zamestnancov, ktorý nie je priamo spojený s pridávaním hodnoty, je neproduktívny. Zbytočné pohyby, ktoré vyžadujú čas a sú namáhavé, tiež spôsobujú únavu, ktorá môže viesť k riziku vzniku úrazu alebo zmetkovosti. Pri identifikácii plytvania pohybom je potrebné analyzovať, ako zamestnanci používajú ruky a nohy a na základe pozorovaní zmeniť usporiadanie pracoviska a polohu jeho častí a vytvoriť tak vhodné nástroje a pomôcky.

1.7.6 Chyby v spracovaní (metódach)

Často je nevhodná technológia alebo prevedenia zdrojom *muda* v samotnom procese spracovania produktu. Nesprávny pracovný postup môže tiež vyvolať potrebu dodatočnej práce. Odstránenie plytvania v spracovaní možno často dosiahnuť pomocou techník postavených na zdravom rozume a nízkych nákladoch, ktoré sú základom štíhlej výroby.

1.7.7 Nadbytočná manipulácia

Hoci je doprava nevyhnutnou súčasťou výrobného procesu, pohyb materiálu a produktov nepridáva žiadnu hodnotu. Transport vo výrobe vyžaduje čas, ktorý je nutné zaplatiť. Navyšuje náklady na prepravnú techniku a tým sa zvyšuje riziko poškodenia prepravovaného produktu. Spoločne s nadmernými zásobami a zbytočným čakaním je *muda* dopravy vysoko viditeľnou formou plytvania. Na základe transportu a presunu je možné spozorovať neplynulosť procesu a často s tým spojenú tvorbu zásob.

1.7.8 Čakanie a preстоje

Čakanie je vo väčšine prípadov zjavným a ľahko odhaliteľným plytváním. Patrí do neho čakanie na materiál, opravu stroja alebo pozorovanie bežiaceho stroja operátorom. Prestoje sú zas spôsobené napríklad chybami nekvalitných technológií alebo častým neefektívnym pretypovaním výroby. Štíhle podniky sa snažia drahocenné minúty ale aj sekundy využívať čo najefektívnejšie a tak si udržať plynulosť procesov

1.7.9 Nevyužitie potenciálu zamestnancov

Dodatočným druhom plytvania sa v posledných rokoch často uvádza nevyužitie potenciálu alebo myšlienok, schopnosťami, znalosťami a talentom zamestnancov, na ktorého odstránení je založených mnoho programov zvyšovania produktivity.

(Bauer a kolektív, 2012, s.25-29; Imai, 2005, s.79-86; Mašín a Vytlačil, 2000, s.44-48)

1.8 Štíhly layout

Podľa Greena (2013, s.189 - 195) je layout, alebo aj fyzická organizácia ľudí, materiálu a zariadení na pracovisku srdcom produktivity a priemyselného inžinierstva. Košturiak a Frolík (2006, s. 23 - 38) dopĺňajú definíciu štíhleho layoutu, resp. pracoviska o jeho dôležitosť a teda na tom, ako je pracovisko navrhnuté, závisia pohyby, ktoré musia v rámci neho pracovníci denne vykonávať. Od pohybu na pracovisku potom závisí spotreba času, výkonnové normy, výrobné kapacity a iné parametre výroby. K štíhlemu pracovisku patrí okrem iného aj tímová práca, ktorá je základom pre správne fungovanie prvkov štíhleho podniku a výroby. Je to hlavne nedostatočná komunikácia a spolupráca medzi ľuďmi, ktorá spôsobuje väčšinu plytvania v podniku.

1.8.1 Usporiadanie pracoviska

Green tiež tvrdí, že pre tvorbu layoutu neexistuje žiadny univerzálny vzor, pretože naň vplýva mnoho faktorov. Preto jedine skúsenosti a zručnosti môžu vyprodukovať rapídne a efektívne výsledky. K dispozícii dáva za príklad niekoľko nástrojov a techník pre vytvorenie efektívneho layoutu, ktoré však nie sú univerzálne pre všetky situácie:

- Zmena usporiadania zariadení a nástrojov pre vytvorenie kratších vzdialeností
- Umiestnenie pracovných staníc a zásob s cieľom optimalizácie interakcií materiálu a informačného toku s pracovnými stanicami
- Priradenie nevyužitej plochy procesov k budúcej expanzii

- Zviditeľnenie toku produktu a zásob v priebehu procesu
- Zníženie aktivít nepridávajúcich hodnotu (manipulácia)
- Zlepšenie využívania plochy vhodne veľkými uličkami a umiestnením zariadení

Dennis (2015, s 82-85) dopĺňa niektoré základné a primárne pokyny k usporiadaniu pracoviska:

- Identifikovať základné pozície pre nástroje a materiál
- Zapracovanie flexibility do layoutu pre prispôsobenie sa dopytu a výške operátorov
- Posun častí linky horizontálne
- Používanie gravitácie k presunu častí a ich výhodné polozenie
- Zabezpečenie adekvátneho svetla a použitie farieb

Zmena layoutu a prípadné vytvorenie výrobných buniek výrazne zjednodušuje a skracuje materiálové toky, ale zároveň vytvára základné podmienky pre efektívnu tímovú prácu:

- Vlastné teritórium tímu a zodpovednosť za daný proces
- Viacobsluha a striedanie práce
- Rozširovanie a obohacovanie práce
- „Tok jedného kusu“ (one piece flow) namiesto výrobných dávok
- Nízko nákladová automatizácia (low cost automation)

1.8.2 Bunková výroba

Inak nazývaná aj *Cellular Manufacturing*, bunková výroba je moderné usporiadanie strojov do skupiniek (buniek), ktoré sú schopné produktívne vyrobiť položky s príbuznými výrobnými požiadavkami. Bunky sú vlastne akousi autonómnou, miniaturizovanou a flexibilnou obdoba predmetného usporiadania. Základným princípom je, že „stroje sú v bunke usporiadané s minimálnymi požiadavkami na prepravu“ (Kavan, 2002, s. 186-190). Bunková výroba sa zároveň usiluje o prepojenie výhod technologického a predmetného usporiadania.

Dostál (2015) vidí predpoklady výrobných buniek v skupinách výrobkov, ktoré zdieľajú alebo môžu zdieľať rovnaké výrobné procesy alebo zariadenia. Tiež v opakovanom výrobnom procese, keďže vytváranie výrobných buniek je náročné na čas, energiu a finančné prostriedky, je nutné, aby produkovali väčšie série súčiastok, ktoré zákazník opakovane objednáva. Dôležité sú aj malé pohyblivé zariadenia zahŕňajúce napríklad zasúvateľné kolieska, rýchlo spojky pre pripojenie energie.

Tuček, Bobák (2006, s.244-248) vidia prínosy v prechode z technologického usporiadania pracovísk na procesné (tímové) usporiadanie v nasledujúcich bodoch:

- Vytváranie predpokladov pre zavedenie a využitie výrobných tímov, teda väčšiu nadväznosť bunky na kvalitu
- Prispievanie k úspore miesta a skracovanie logistických reťazcov
- Skracovanie priebežnej doby výroby a znižovanie zásob
- Odstraňovanie plytvania a zlepšovanie procesov
- Spojovanie výkonov a obchodných cieľov podniku

Charron (2015, s.264-267) konkretizuje kroky k vytvoreniu výrobných buniek v nasledujúcich krokoch:

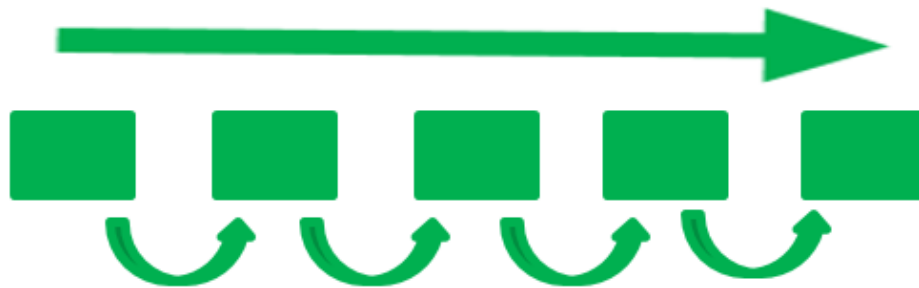
1. **Zoskupenie produktov** – dôležité je porozumieť produktom a procesom ich výroby
2. **Meranie dopytu (kalkulácia taktu)** – vypočítanie úrovne požiadaviek na produkt. Úroveň dopytu je zvyčajne počítaná ako množstvo jednotiek za hodinu alebo deň
3. **Zobrazenie aktuálneho postupu práce** – je zásadné pre každý produkt a rozloženie aktivít potrebných na jeho výrobu
4. **Kombinácia práce a procesu balansovania** – zahŕňa kombináciu jednotiek práce a balansovanie procesov pre dosiahnutie požadovaného taktu
5. **Vytvorenie novej pracovnej sekvencie bunkovej výroby** – kompletizácia nového layoutu toku, ktorý zahŕňa všetok materiál, zariadenia, a pracovnú silu

1.8.3 Typy výrobných buniek

Pri návrhoch layoutu výrobných buniek je možné podľa Dostála (2015) uvažovať o rôznych usporiadaniach výrobných zariadení.

1.8.3.1 Priamy tok

Tento typ výrobnej bunky je jednoduchý na pochopenie, plánovanie a riadenie. Zahŕňa tiež nenákladnú manipuláciu a prístup z oboch strán a nehrozí tu nahromadenie v bode vstupu a výstupu.



Obrázok 3 – Priamy tok (vlastné spracovanie)

1.8.3.2 Typ výrobnjej bunky v tvare písmena písmena „L“

Toto usporiadanie umožňuje dlhšie série operácií na limitovanom priestore a tiež podávanie materiálu priamo z komunikácie a ukončenie procesu v mieste spotreby. Nebezpečné a problematicky premiestniteľné zariadenia sú v tomto prípade umiestnené za roh.



Obrázok 4 – Bunka v tvare písmena „L“ (vlastné spracovanie)

1.8.3.3 Spine typ

Inak nazývaný aj typ „rybia kosť“, spine typ výrobnjej bunky vyhovuje bunkám s veľkou variabilitou výrobného postupu. Umožňuje tiež dobré oddelenie špeciálneho zariadenia a vyhovuje aj funkčným (technologickým) bunkám

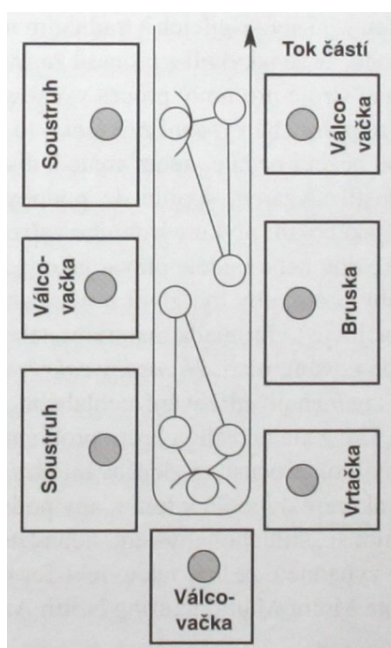


Obrázok 5 – Spine typ výrobnjej bunky (vlastné spracovanie)

1.8.3.4 Typ výrobnjej bunky v tvare písmena „U“

Často používané sú bunky v tvare písmena „U“. To umožňuje pracovníkom pracovať v tesnej blízkosti a ľahko manipulovať s materiálom či polotovarmi od jedného stroja k druhému. Disponuje spoločným vstupným a výstupným bodom. Pracovníci v strede si môžu navzájom jednoduchšie pomáhať. Jednému pracovníkovi je tiež priradených viacero operácií a linka je lepšie vybalansovaná.

Svetproduktivity.cz uvádza prínosy v zavedení U buniek v skrátenej dobe výroby, čase dodávky, zlepšení presnosti dodávky, znížení rozpracovanej výroby, zvýšení produktivity práce, znížení nákladov na zabezpečenie kvality a tiež v redukcii potreby plochy.

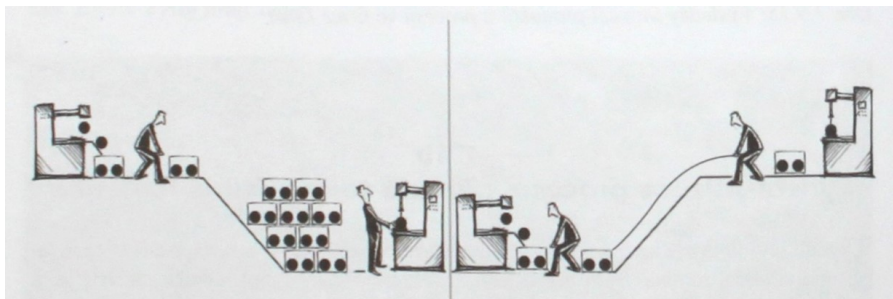


Obrázok 6 – Bunka pre jednokusový tok v tvare písmena U (Liker, 2007, s.133)

1.9 Princíp ťahu

Podľa Likera (2007, s.122-137) je pre ktorúkoľvek firmu, ktorá chce vykročiť na cestu k štíhlosti, vytvorenie nepretržitého toku všade tam, kde je to v rámci jej výrobných procesov či obslužných procesov vhodné. Tok je podstatou myšlienky štíhlosti, že skracovanie času, ktorý trvá premena surovín v hotové výrobky, povedie k tej najlepšej kvalite, najnižším nákladom a najkratším dodacím lehotám. Hoci sa môže zdať, že zvyšovanie rýchlosti procesov znamená ohrozovanie kvality, tok dosahuje pravého opaku. Vo fungujúcom tržnom prostredí, kde sa výroba prispôsobuje zákazníkovi, sa začal uplatňovať logistický princíp ťahu, tzv. „**pull systém**.“ Synchronizácia procesov znamená, že výroba je schopná vyrábať pružné sekvencie produktov podľa požiadavky zákazníka pri minimálnych zásobách a veľmi krátkych priebežných časoch.

Výsledkom je potom plynulý tok vo výrobe, v ktorom „pretečie“ produkt k zákazníkovi rýchlejšie a bez zbytočných zdržaní. Nižšie zásoby znamenajú nie len menej čakania, ale aj menej plochy a manipulačnej činnosti. Procesy by mali na seba časovo nadväzovať a výstup z jedného procesu okamžite prechádzať do ďalšieho, čo je cestou k absolútne vyváženým výrobným kapacitám (Košturiak, Frolík, 2006)



Obrázok 7 – Rozdiel medzi systémom tlaku a ťahu (Košturiak, Frolík, 2006, s.170)

Dennis (2015,s.93-95) uvádza niekoľko výhod pull systému vo firmách:

- **Zníženie procesného času**
- **Zníženie operačných nákladov** – objednávanie menšieho množstva materiálu, menej rozpracovanej výroby a hotových výrobkov na sklade
- **Zlepšenie kvality** – zmetky sú ľahšie a rýchlejšie rozpoznateľné, nevytvárajú sa vo veľkom
- **Zlepšenie ergonómie** – boxy na hotové výrobky nie sú tak veľké, takže sa znižujú manipulácia s nimi

1.9.1 Tok jedného kusa

Jednokusový tok, známy v súčasnosti hlavne pod anglickým názvom *One Piece Flow*, sa od výroby vo veľkých dávkach líši najmä vyššou efektivitou práce a teda takmer nijakým oneskorením. Dôležitý pri zavádzaní jednokusového toku je *takt* – pracovný rytmus. Je to tempo dopytu zákazníka. Nepretržitý tok a takt sa najlepšie uplatňujú v opakujúcich sa výrobných či obslužných činnostiach. Túto myšlienku je možné preniesť na akýkoľvek opakovateľný proces, v ktorom môžu byť popísané jednotlivé kroky v ktorom je možné rozpoznať a odstraňovať straty s cieľom vytvoriť lepší tok. Tok jedného kusu má tiež mnoho prínosov, medzi ktoré patrí :

- **Zabezpečovanie kvality** – každý pracovník prevádza dohľad a snaží sa vyriešiť všetky prípadné problémy na svojom stanovisku skôr, ako sa prenesú ďalej
- **Vytváranie skutočnej flexibility** – v prípade krátkej priebežnej doby zhotovenia výrobku sa zvyšuje flexibilita
- **Zabezpečovanie vyššej produktivity** – vyskytuje sa tu málo činností, ktoré nepridávajú hodnotu
- **Šetrenie podlahovou plochou** – všetky zariadenia sú stesnené bližšie k sebe a len veľmi málo miesta zaberajú zásoby rozpracovanej výroby
- **Zvýšenie bezpečnosti** – dopravované sú menšie dávky materiálu
- **Zníženie nákladov viazaných v zásobách** – uvoľnený kapitál, ktorý nie je viazaný v zásobách je možno investovať do niečoho iného (Liker, 2007, s.130-133)

1.10 Just in time

Just in Time (JIT) je spôsobom, akým sa firmy pozerajú na systém výroby „práve včas“. Tento systém vznikol v spoločnosti Toyota a preto sa mu tak aj niekedy hovorí. Je súčasťou štíhleho riadenia podniku, ktorý sa snaží o plynulosť procesov a celkovej výroby. JIT je zároveň výrobnou filozofiou, pri ktorej uplatňovaní sú materiál, diely a výrobky vyrábané, dopravované a skladované vtedy, kedy ich výroba a zákazník vyžadujú. Vyrába sa teda správny výrobok, ktorý sa dodáva v správnom množstve, v správnom čase, na správne miesto a za správnu cenu (Bobák, 2011, s.83). Najväčšími úsporami, ktoré metóda JIT prináša sú úspora času, redukcia skladovacích plôch, zlepšenie kvality a väčšia prispôbivosť pri dodávkach. Žiaduce je udržať všetok materiál pre hotový výrobok v neustálom pohybe, na uskladňovanie je pozerané ako na plytvanie. (Bobák, 2001, s.76)

2 ANALÝZA PRACOVISKA

Neustále pozorovanie, skúmanie a analyzovanie pracoviska vedie k neustálemu zlepšovaniu podnikových procesov a v neposlednom rade k znižovaniu plytvania. Táto kapitola sa bude zaoberať analýzami využívanými pri snahe zlepšovať produktivitu pracoviska, ktoré budú prakticky aplikované v projektovej časti diplomovej práce.

Pri analýze práce a pracoviska je dôležitý postup. Ten zahŕňa prvotné zostavenie tímu a výber pracoviska. Ďalej je tím povinný definovať ciele a rozsah projektu štíhlych pracovísk. Nasleduje analýza práce, ktorá sa skladá taktiež z viacerých krokov:

- **Výber práce**, ktorá má byť študovaná
- **Zaznamenanie relevantných faktov**, ktoré definujú plytvanie
- **Preskúmanie spôsobu**, akým je práca vykonávaná
- **Návrh** efektívnejšej metódy
- **Hodnotenie rôznych alternatív** pre vývoj metód
- **Definovanie** novej metódy
- **Implementácia** novej metódy a tréning pracovníkov
- **Udržiavanie** novej metódy a zavedenie kontrolnej procedúry

Postup analýzy práce je tiež doplnený o meranie práce, šandardizáciu práce, vizualizáciu pracoviska a napokon zvyšovanie autonómnosti a chybu vzdornosti pracoviska (Košturiak, 2010, s.197-198).

2.1 Spaghetti diagram







Jednou z najjednoduchších metód analýz materiálového toku, ktorá sa používa pri mapovaní interného materiálového toku a hľadania najvhodnejšej prepravnej cesty či návrhu layoutu pracoviska, je Spaghetti diagram.

Metóda je založená na princípe presného zakreslenia každého pohybu pracovníka na určitom pracovisku a v časovom úseku. Pre zaznačenie každého presunu či pohybu sú využívané odlišné farby. Pokiaľ pracovník absolvuje zbytočnú cestu, je zaznačená napríklad čiernou alebo červenou farbou. (Jurová a kol., 2016, s.219)

2.2 Procesná analýza

Procesná analýza, inak nazývaná aj postupový diagram, je univerzálnym nástrojom používaným nie len v logistike pre popis a analýzu vecnej, časovej a priestorovej stránky logistických a výrobných procesov. Hlavným cieľom je znázornenie postupnosti všetkých manipulačných, technologických a kontrolných operácií, ktoré sú prevádzané na určitom výrobku. Pri zostavovaní analýzy sú využívané jednoduché symboly, ako v nasledujúcej tabuľke, ktoré môžu byť v závislosti na zložitosti procesu rozšírené o doplnkové symboly. (Jurová a kol., 2016, s.219 - 221)

Tabuľka 1 – Symboly procesnej analýzy (API, 2017)

	Operácia	Zmena tvaru alebo charakteristík materiálu, polotovaru, produktu
	Transport	Zmena umiestnenia materiálu, polotovaru, produktu
	Skladovanie	Plánované zhromažďovanie materiálu, polotovaru, produktu
	Čakanie	Neplánované zhromažďovanie materiálu, polotovaru, produktu
	Kontrola množstva	
	Kontrola kvality	

2.3 Meranie práce

Tuček a Bobák (2006, s.111) uvádzajú, že meranie práce patrí medzi racionalizačné metódy a vychádza z predpokladu, že rozhodujúcim činiteľom vo výrobe je pracovná sila. Organizáciu práce je potom možné chápať ako racionalizáciu spotreby času a optimalizáciu podmienok výkonnosti. Základným predpokladom organizácie práce je znalosť spotreby času potrebného k splneniu pracovných úkonov. Meranie práce je potom možné definovať ako aplikáciu techník vytvorených pre určenie času pracovníkom na definovanej úrovni výkonu. Podstatou analýzy je hlavne zjednodušenie práce, eliminácia nadbytočných a človeka zbytočne zaťažujúcich pohybov, minimalizácia presúvania sa pracovníka v rámci pracovného

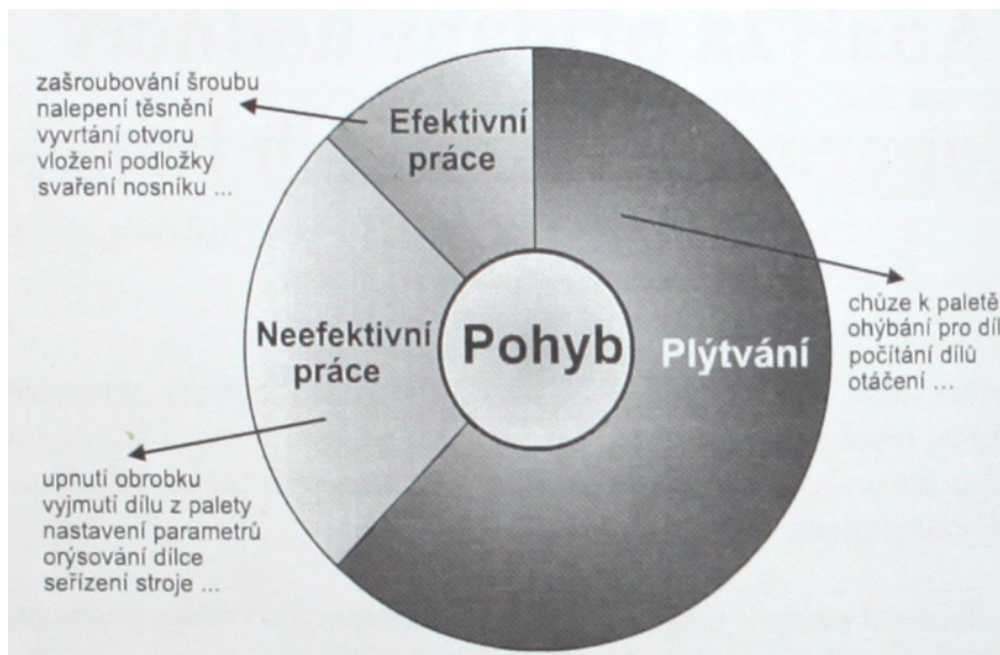
úkonu či inovácie používaných technických prostriedkov a zariadení tak, aby poskytovali určitú formu pracovného komfortu (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s.78-80).

Základ pre analýzu a normovanie práce tiež Chromjaková a Rajnoha popisujú ako správne popísanie pracovného systému, v rámci ktorého nemôže mať práca ľubovoľný charakter, ale musí byť vytváraná systematicky, aby bolo možné dosiahnuť čo najlepšie pracovné výsledky.

Analýza času, pri ktorom je vo výrobných operáciách pridávaná hodnota, úzko súvisí s analýzou ľudských pohybov. Tie sa v tejto súvislosti delia na:

- **Efektívnu prácu** – pohyb, pri ktorom je výrobku je pridávaná hodnota
- **Neefektívna práca** – pohyb, ktorý je nutný pre vykonávanie skutočnej práce, ale nepridáva hodnotu
- **Plytvanie** – pohyby, ktoré nevytvárajú hodnotu, ani nie sú bezpodmienečne nutné pre vykonanie efektívnej práce (Mašín, 2003, s.29)

Všetky tri analyzované ľudské pohyby sú tiež znázornené na nasledujúcom obrázku:



Obrázok 8 - Pohyby, práca a plytvanie (Mašín, 2003, s.30)

2.3.1 Metódy priameho merania

Kontinuálne časové štúdie vychádzajú z údajov, ktoré sú zaistené plynulým neprerušovaným meraním, resp. snímkovaním práce. Jedným z najpoužívanejších snímok operácie je chronometráž, ktorá a je vhodná pre cyklické práce, ktoré sa pravidelne opakujú. Existujú tri druhy:

- **Plynulá chronometráž** – je metódou nepretržitého pozorovanie spotreby času pre všetky úkony skúmanej operácie. Používa sa najmä v podmienkach sériovej a hromadnej výroby, kde je väčšinou predom známy sled a počet pravidelne sa opakujúcich úkonov skúmanej operácie. Úlohou je zistiť skutočnú spotrebu času na jednotlivé úkony a na celú operáciu.
- **Výberová chronometráž** – predmetom skúmania nie je celá operácia, ale niektoré pravidelne alebo nepravidelne sa opakujúce predom známe úkony. Pozorovateľ zaznamenáva len časy začiatku a konca vybraných úkonov. Používa sa k určeniu skutočnej spotreby času na vybrané pravidelne aj nepravidelne sa opakujúce úkony.
- **Obkročná chronometráž** – ide o pozorovanie a meranie spotreby času veľmi krátkych, pravidelne sa opakujúcich častí operácie. Niekoľko krátkych pracovných prvkov sa zoskupí do jedného merateľného komplexu. Používa sa skôr pri núdzových meraniach

(Krišťák, 2007; Vavruška, 2011)

3 PROJEKTOVÉ RIADENIE

Projektové riadenie môže byť definované ako umenie a veda koordinácií ľudí, materiálu, peňazí a časových plánov tak, aby bol daný projekt ukončený v stanovenom čase a pri plánovaných nákladoch. Pri procese riadenia a koordinácií všetkých zdrojov počas životnosti projektu sa používajú tiež moderné techniky riadenia zamerané na dosiahnutie vopred stanovených cieľov v danom rozsahu, nákladoch, čase, kvalite a spokojnosti účastníkov projektu. Stanovený cieľ musí byť dosiahnutý pri rešpektovaní definovanej stratégie a pri využití špecifických postupov, nástrojov a techník na plánovanie a riadenie procesov jednotlivých projektov (IPA Slovakia, 2017)

3.1 Inovácie

Podľa IPA Slovakia (2017) je inovácia riadený proces generovania, prenosu a implementácie nápadov do praktickej aplikácie, ktorá vyvolá skokovú kvalitatívnu zmenu a zákazník ju ocení ako novú pridanú hodnotu. Za ktorú je ochotný zaplatiť. Dnes už totižto nestačí iba redukovať náklady a zoštiehľovať podnikové procesy, ale firmy musia vytvoriť kontinuálny a efektívny tok inovácií v oblasti obchodu, marketingu, výrobkov, procesov a myslenia.

Procesné inovácie sú základom praxe každého priemyselného inžiniera. Sú „*spojené s aktivitami orientovanými na komplexnú identifikáciu výrobných a administratívnych systémov organizácie, práce a ľudí s následným zlepšením kreatívnych a sofistikovaných námetov a používaných nástrojov v priemyselnej praxi*“ Hoci nie sú inovácie výsledkom jedinca alebo izolovaného oddelenia, iniciatíva môže vychádzať od jedinca, alebo je vyprovokovaná určitou situáciou, ktorá je dlhodobo neuspokojivá na strane tvorby pridanej hodnoty (Chromjaková, 2013, s. 16 – 18)

3.2 Nástroje projektového riadenia

Ako už bolo spomenuté, projektové riadenie predstavuje aplikáciu vedomostí, zručností, činností, nástrojov a techník na projekte tak, aby splnil kladené požiadavky a dosiahol stanovené ciele. Nasledujúce podkapitoly priblížia teoretické východiská niektorých z týchto nástrojov, ktoré budú ďalej využité v projektovej časti práce.

3.2.1 Logický rámec

Logický rámec slúži ako pomôcka pri stanovovaní základných parametrov projektu. Je súčasťou metodiky návrhu a riadenia projektu, ktorá ucelene rieši prípravu, návrh, realizáciu

a vyhodnotenie projektu. Základným princípom je rozlišovanie požadovaných výsledkov v troch základných úrovniach a to ako **výstupy, ciele a prínosy projektu** (Doležal a kol., 2016, s. 83-84)

Dvořák (2008, s.30) doplňuje podstatu logického rámca o poskytovaní uceleného prehľadu o tom, čo je zmyslom, teda pridanou hodnotou projektu z pohľadu zadávateľa. V logickom rámci podľa neho nesmie chýbať popis projektu, merateľné kritéria, zdroje dát či predpoklady a riziká.

Podľa Doležala a kol. (2016, s.79) by sa mal logický rámec približovať k plneniu cieľa stavu projektu. Jednou z pomôcok pre dobré definovanie cieľa je technika SMART. Ciele by mali byť podľa tejto techniky:

- **S – špecifické** – konkrétne, pretože projekt potrebuje vedieť, čo rieši
- **M – merateľné** – aby bolo možné určiť, či bolo niečoho dosiahnuté
- **A – akceptované** – vedomosť zainteresovaných o čo ide
- **R – realistické** – aby bolo zrejmé, že tím stojí nohami na zemi
- **T – termínované** – bez určenia termínov projektu chýba zmysel

3.2.2 Metóda RIPRAN

Metóda pre analýzu projektových rizík (Risk Project Analysis) predstavuje podľa webovej stránky ripran.cz empirickú metódu pre analýzu rizík projektu a zvlášť je vhodná pre stredné a veľké projekty. Vychádza dôsledne z procesného poňatia analýzy rizík. Chápe ju ako postupnosť procesov, z ktorých každý proces má definované určité vstupy, výstupy, činnosti a určitý cieľ

Podľa Doležala a kol. (2016, s.216-228) sa metóda RIPRAN skladá z piatich základných krokov:

- Príprava analýzy rizika
- Identifikácia rizika
- Kvantifikácia rizika
- Znižovanie rizika

K tomu odporúčajú na záver analýzy rizík skompletovať dokumentáciu celého postupu analýzy do záverečnej správy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť Varroc Lighting Systems je medzinárodná spoločnosť zaoberajúca sa výrobou a vývojom na mieru vytvorenej svetelnej techniky pre automobilový priemysel. Je súčasťou Varroc Group, ktorá bola založená v roku 1990. Spoločnosť sídli v Plymouth v štáte Michigan v USA. Táto skupina je podľa svojich webových stránok okrem globálneho výrobcu automobilových komponentov a dodávateľom vonkajších osvetľovacích systémov taktiež dodávateľom pohonných hmôt, elektroniky, dielov pre karosérie a podvozky pre osobné automobily a motocykle po celom svete.

Osvetľovacie systémy sa vyrábajú v Číne, Českej republike, Indii a Mexiku v moderných závodoch. Týmto spôsobom sú lokality strategicky umiestnené v dosahu zákazníkov, teda výrobcov automobilov a dodávateľov.

4.1 História spoločnosti

História firmy v Českej republike sa začala písať pred takmer 140 rokmi, kedy Josef Rotter založil malú továreň pod menom Joro. Nasledujúci obrázok znázorňuje graficky priebeh spoločnosti počas rokov až po súčasnosť spoločnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o.



Obrázok 9 – História spoločnosti (interné materiály spoločnosti)

4.2 Zákazníci a výrobky

VLS dodáva riešenia vonkajšieho osvetlenia popredným výrobcom vozidiel po celom svete, od bežných vozidiel až po prémiové značky. Keďže v minulosti, kedy bola predchodcom spoločnosti VLS firma Autopal, ktorý bol kúpený spoločnosťou Ford Motor, mala svetelná technika pre túto automobilku vysoký podiel na produkcii. V súčasnosti sa medzi popredných zákazníkov neustále sa vracajúcich a odoberajúcich produkty od spoločnosti patrí Bugatti, Tesla, Lincoln, Dodge a pod. Medzi koncerny automobiliek sa radí napríklad Volkswagen (zahŕňajúci aj českého výrobcu automobilov Škoda Auto), Daimler, PSA alebo Jaguar Land Rover.

4.2.1 Predné svetlomety

Spoločnosť si uvedomuje, že svetlomety neplnia už len funkciu povinnej výbavy vozidiel, ale sú zároveň neoddeliteľnou súčasťou designu celku. Predné svetlomety zahŕňajú celú škálu dostupných technológií ako napríklad halogénové, xenónové, LED a laserové osvetlenie. Jednou z najvyužívanejších technológií v súčasnosti je LED osvetlenie, ktoré zaručuje svetlometom flexibilitu designu alebo tiež úsporu energie bez obmedzenia výkonu. Príkladom LED osvetlenia je svetlomet Škoda Karoq na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 10 – Svetlomet Škoda Karoq (interné materiály spoločnosti)

LED osvetlenie býva obohatené aj o pridanie dodatočnej funkcie pokročilého predného svietenia Advanced Frontlighting Systems (AFS), ktorý rozširuje režimy svetlometu v závislosti na senzoroch vozidla a rôznych podmienkach jazdy. Tieto funkcie zahŕňajú prisvecovanie, ktoré zlepšuje dosah viditeľnosti pri riadení v zákrutách, na diaľnici a pod.

4.2.2 Signálne osvetlenie

Podľa VLS je primárnou funkciou signálneho osvetlenia viditeľnosť vozidla vzhľadom k ostatným účastníkom cestnej premávky. Signálne osvetlenie má v sebe zakomponovaných nemenaj funkcií ako predný svetlomet, ako napríklad brzdové, cúvacie, smerové alebo aj denné svietenie. Rýchly pokrok technológií umožňuje používanie LED technológií v kombinácií s inými optickými systémami.

Jedným z novších trendov pri výrobe zadného osvetlenia je rozdelenie lampy na vnútornú (inner) a vonkajšiu (outer) časť. Príkladom je zadné osvetlenia automobilu Jaguar F-pace na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 11 – Jaguar F-pace zadné osvetlenie (interné materiály spoločnosti)

4.3 Hodnoty spoločnosti

Spoločnosť VLS sa pri svojej celkovej činnosti drží piatich základných hodnôt, ktoré sú známe aj pod skratkou SHIPS znázornenej na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 12 – Hodnoty spoločnosti VLS (interné materiály spoločnosti)

- **Sincerity** – úprimnosť – jednať a robiť veci od srdca
- **Humility** – pokora – s každým dobre vychádzať
- **Integrity** – integrita – robiť veci, ktoré sú správne
- **Passion** – vášeň - navzdory všetkým prekážkam sa nevzdávať
- **Self - Discipline** – seba kázeň – vedieť veci realizovať

4.4 Vízia spoločnosti

Varroc Lighting Systems sa snaží byť „*globálnym lídrom a preferovaným partnerom pre najvýznamnejších výrobcov automobilov v oblasti návrhu, výroby a systémovej integrácie vysoko kvalitných a inovatívnych systémov vonkajšieho osvetlenia*“, ktoré tiež zároveň zvyšujú bezpečnosť automobilov. Dôležitým aspektom je tiež fakt, že spoločnosť rešpektuje a odmeňuje svojich zákazníkov a akcionárov a zároveň vytvára prostredie, ktoré povzbudzuje zamestnancov v snahe o neustále zlepšovanie.

5 ANALÝZA MONTÁŽNEJ LINKY

Analyzovaná súčasná linka je montážnou linkou zadného osvetlenia **C346 5D** a v blízkej budúcnosti **C519 5D**. Podľa požiadaviek zákazníka sa prípravky v zariadeniach linky pretypujú na potrebný druh osvetlenia. Ide o typ, ktorý je vyrábaný v dvoch prevedeniach a to *high* a *base*, kde verzia *high* obsahuje LED osvetlenie a verzia *base* klasické žiarovky. Pri striedaní týchto prevedení nie je potrebné pretypovanie zariadení, menia sa iba diely vstupujúce do telesa a zariadenia používané na predmontáži. Montážna linka sa skladá zo 7 operácií, na ktorých pracuje 7 operátorov.

Linka predmontáže je rozdelená do dvoch častí na základe požadovaného prevedenia (*high/base*). Pracujú tu dvaja operátori na dvoch zariadeniach v prípade vyššej verzie a jeden pri základnej verzii. Finálne produkty predmontáže sú balené do medzioperačných balení a prevázané na linku montáže.

5.1 Súčasný layout montáže

Na súčasnej podobe linky pracujú 5 operátori obsluhujúci dokopy 6 zariadení a 2 auditori, ktorí kontrolujú a balia hotové výrobky pre zákazníka. Od ďalších liniek je oddelená uličkami pre zásobovanie a chodcov. V dolnej časti sa nachádza hlavná zásobovacia ulička/cesta na hale, ostatné predstavujú vedľajšie uličky pre zásobovanie. Aj preto je tam umiestnený audit s boxami hotových výrobkov, keďže potrebujú dostatočné miesto.

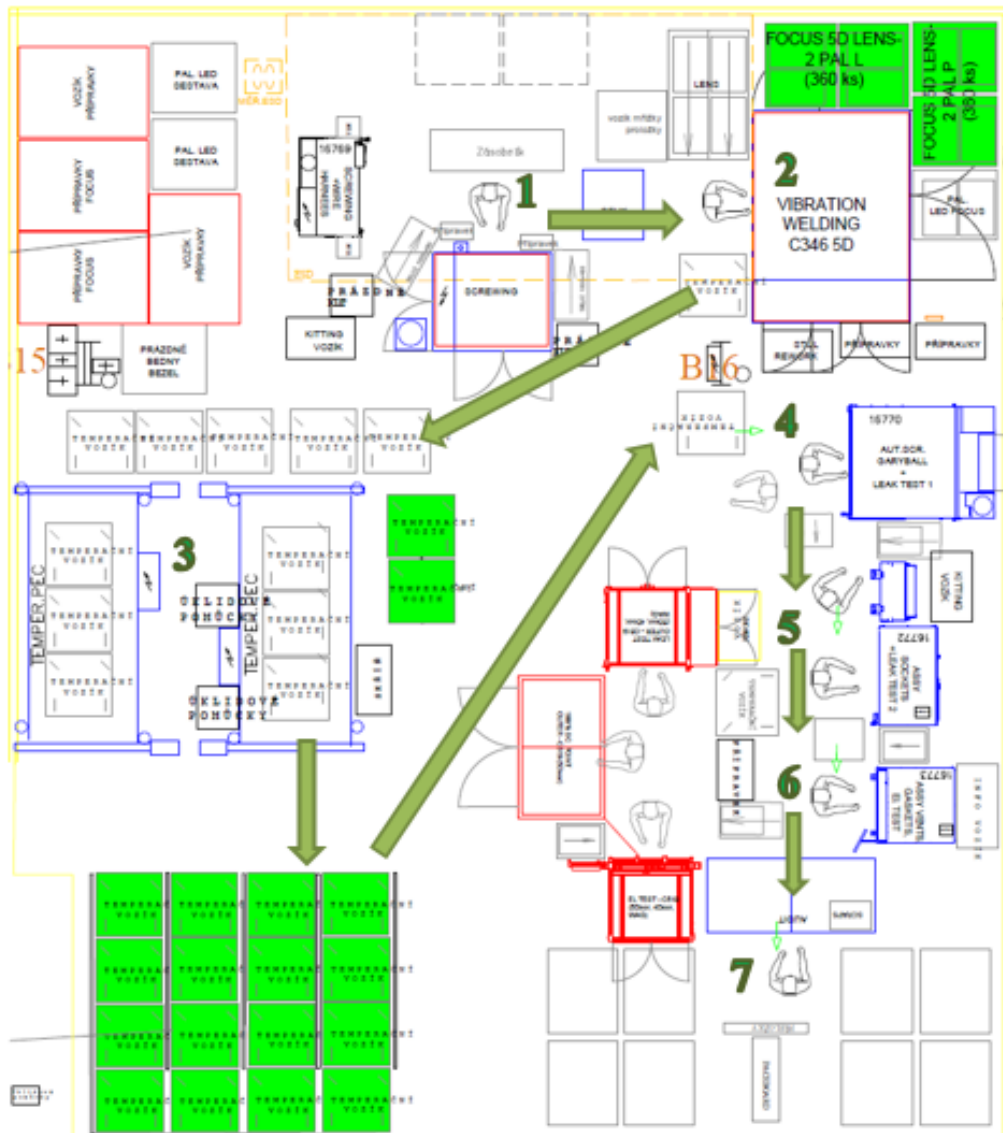
Zariadenia zobrazené modrou farbou, resp. modro-červenou, sa používajú v **súčasnosti**. Zariadenia s červenou farbou sa budú používať a striedať s ostatnými podľa požiadaviek na konkrétne typy výrobkov v blízkej budúcnosti na nový typ projektu, no umiestnené musia byť na linke už teraz.

Žltou prerušovanou čiarou je zobrazená tzv. zóna chránená pred elektrostatickým výbojom, teda EPA zóna. V tomto priestore je dôležitá ochrana elektronických súčiastok, ľudí ale aj strojov a tak je nutné ňom nosiť ESD obuv alebo odevy (plášť, tričko).

Na layoute je už na prvý pohľad vidno, že veľkú časť plochy zaberajú temperačné pece, ktoré sú potrebné dve kvôli väčším svetlám, ako v prípade iných zadných osvetlení (ktoré sú rozdelené na *inner* a *outer* časť). Tak sa na temperačné vozíky zmestí približne o 50% menej zadných osvetlení ako v prípade *inner* typu, ktorý je porovnateľne menší.

Ďalšou neefektívne využitou plochou sú stanoviská temperačných vozíkov, na ktorých musia svetlá po vybratí z temperačnej pece vychladnúť na požadovanú teplotu, aby mohli byť ďalej spracované.

Niekoľko vozíkov je naskladaných aj pred pecami, ktorých procesný čas je 60 min. Vozíky tam samozrejme nebývajú vždy, no podľa *plan for every part* je pre nich určené oficiálne miesto, ktoré musí byť k dispozícii.



Obrázok 13 – Layout súčasného stavu montážnej linky (interné materiály spoločnosti, vlastné spracovanie)

5.2 Procesná analýza

V **Prílohe I** je zobrazená podrobná analýza celkového procesu, ktorá znázorňuje sled operácií, transportu, kontrol či skladovania počas výroby zadného osvetlenia C346. Pomocou nej je možné vidieť konkrétnejšie tok práce, jednotlivé kroky či postupy. Na základe analýzy je viditeľné, ako často musí byť uskutočnená vizuálna kontrola operátorom, ktorá je pri výrobe svetiel veľmi dôležitá, keďže aj kvôli najmenej vizuálnej chybe musí byť kus označený ako chybný. Dôležité sú tiež vizuálne kontroly zvarov či temperovaných kusov, aby produkty prešli ďalšími kontrolami na zariadeniach.

V analýze sa často nachádza aj skladovanie kusov v temperačných vozíkoch na rôznych miestach linky, ktoré je ďalej vyčíslené zabranou plochou v m². Tá bude ďalej v projekte eliminovaná. V súčasnosti je výmer tejto plochy **34,23 m²** (kapitola využitia pracovnej plochy). Podľa procesnej analýzy je plocha skladovania, ktorá zahŕňa skladovanie pri zvaraní, pred pecou, za pecou a pri teste tesnosti, **21,375 m²**. Rozdiel teda tvoria temperačné pece, v ktorých sa nachádzajú vozíky.

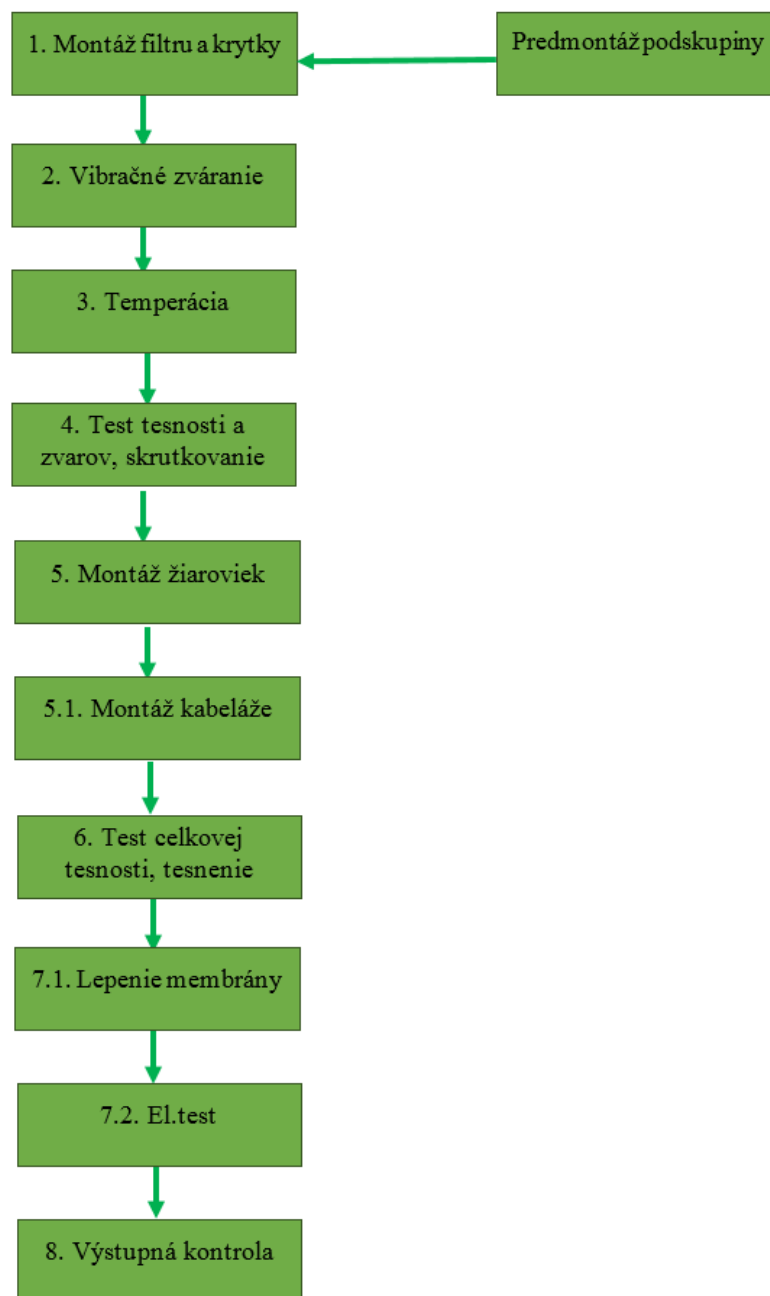
Nie všetky temperačné vozíky sú vždy plné a nie vždy sa nachádzajú na tom istom mieste a skladuje sa ich pár aj prázdnych. Množstvo rozpracovanej výroby v temperačných vozíkoch je rozobrané v ďalšej kapitole.

V práci tiež bude rozoberaná vzdialenosť, ktorú musia operátori prejsť pri transporte temperačných vozíkov medzi jednotlivými operáciami, a to pri presúvaní vozíkov k temperačnej peci, z pece na miesto uskladnenia a tiež k operátorovi pri teste tesnosti. Absolvovaním tejto trasy pri naplnení vozíka po každých 28 ks svetiel operátori zbytočne strácajú čas. Celková trasa transportu na montážnej linke je **23,3 m**.

5.3 Popis procesu

Proces a linka montáže sa skladá z 8 základných krokov, ktoré zahŕňajú viaceré podoperácie bližšie zobrazené v procesnej analýze a popísané v nasledujúcej kapitole. Už podľa grafického znázornenia procesu je viditeľné, že jednotlivé procesy montáže nasledujú postupne za sebou, nemusia sa opakovať a produkt vracat' a pod.

Základným vstupom do celkového procesu montáže je podskupina vzniknutá na stredisku predmontáže.



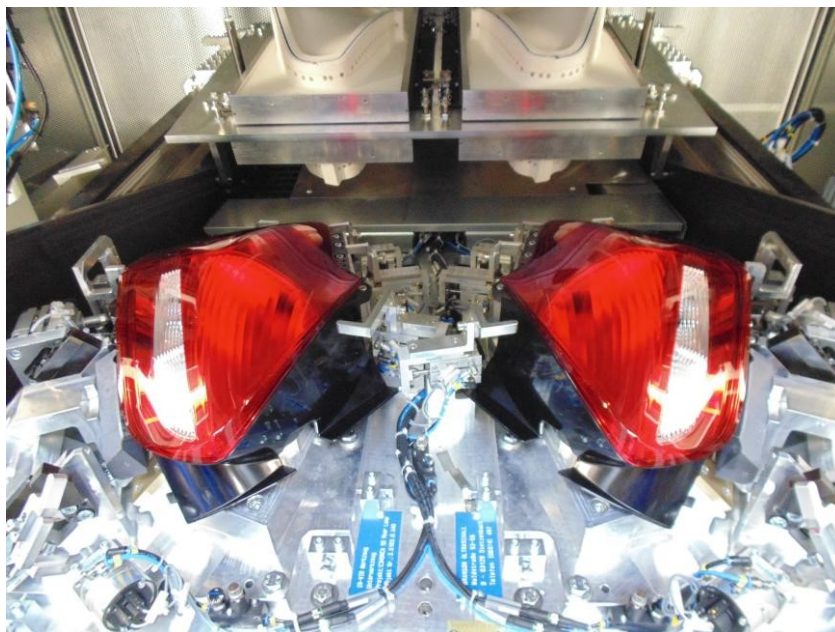
Obrázok 14 – Materiálový tok montáže (vlastné spracovanie)

Ako bolo už spomenuté, proces montáže sa skladá zo siedmych základných operácií, na ktorých pracuje dokopy 7 operátorov. Prvou operáciou je montáž filtra a krytky (inak nazvanej aj **bezel**) do telesa. V tomto prípade uchopí operátor teleso a popri tom prevedie vizuálnu kontrolu. Teleso musí byť bez škrabancov, čiernych bodiek, odtlačkov prstov, nesmie byť taktiež nedokované, prekované alebo bez čiarového kódu pre databázu.

Ďalej kus založí do prípravu v stroji, uchopí krytku, opäť prevedie vizuálnu kontrolu a založí ju do telesa v stroji, ktorý spustí zeleným tlačidlom. Vtedy dôjde k automatickému naskrutkovaniu 6 ks skrutiek a zataveniu. Po ubehnutí procesného času operátor opäť prevedie vizuálnu kontrolu a odloží teleso do boxu pre ďalšiu operáciu.

Pri vibračnom zváraní uchopí ďalší operátor obe telesá (pravé aj ľavé) naraz a založí ich do spodných prípravkov zváracieho zariadenia. Následne uchopí postupne pravé a ľavé sklo, ofúkne ich pomocou ionizovaného vzduchu, bez nečistôt položí do stroja a spustí cyklus zvárania.

Počas cyklu operátor buď kontroluje kvalitu predchádzajúcich zvarených kusov alebo vyberá a kontroluje ďalšie sklá. Zvarené kusy vloží do temperačného vozíka. Po zvarení dvoch temperačných vozíkov operátor očistí hornú časť zváracieho prípravku (pre sklo).



Obrázok 15 - Založené sklo na telesách v prípravku (vlastné spracovanie)

Po naplnení jedného temperačného vozíka, ktorý obsahuje 28 svetiel (14 párov), ho operátor premiestni do temperačnej pece. Program temperovania je spustený buď operátorom alebo zriaďovačom po naplnení temperačnej pece tromi plnými vozíkmi. Cyklus trvá 60 minút. Po

ukončení temperovania otvorí zriaďovač dvere z druhej strany pece a vyberie vozíky na určené miesto. Prítom každý vozík označí temperačnou kartou so zapísaným aktuálnym dátumom a časom ukončenia temperovania, čo je dôležité pri vyberaní na ďalšie opracovanie pomocou metódy FIFO. Po približne jednej hodine po vychladnutí môžu byť kusy spracované na ďalšom stanovišti.

Pre operáciu skúšky tesnosti, šrobovanie garrybolov a šrobov je potrebné previesť vozík z určeného miesta k ďalšiemu operátorovi. To má na starosti tiež zriaďovač, poprípade auditor, pokiaľ mu to čas dovoľí. Operátor do zakladacieho prípravku tesnosti uloží svietidlo, 4 kusy skrutiek nasadí do hláv skrutkovača a spustí proces kontroly tesnosti.

Pokiaľ je kus vyhovujúci, dôjde k automatickému naskrutkovaniu garrybolov a skrutiek a rozsvieti sa zelená kontrolka. Ak s rozsvieti červené kontrolka, kusy sa odložia na vozík pre opravy (rework). Operátor nakoniec vyjme svietidlá z prípravkov, skontroluje ich, nalepí tesnenie a odloží do zásobníka pre ďalšiu operáciu.

Pri montáži kabeláže a žiaroviek do telesa operátor uchopí žiarovky, skontroluje ich, vloží do objímok a zaistí do finálnej pozície. Takto pripravenú kabeláž namontuje do telesa a založí do ďalšieho stroja.

Na nasledujúcich dvoch operáciách pracuje jeden operátor. Keďže mu do stroja celkovej tesnosti zasadí teleso predchádzajúci operátor, môže vziať zo zásobníka tesnenia, nasadiť ich na skrutky a pustiť proces kontroly tesnosti. Po ukončení strojného času položí svietidlá na medzioperačný stolík. Vyhovujúce svietidlá odloží na spracovanie pre kontrolu.

V prekrytom čase prejde na operáciu celkovej tesnosti a nasadí tesnenia do prípravku svietidlá z medzioperačného stolíka, založí do prípravku pre elektronický test a spustí ho. Taktiež vypomáha predchádzajúcemu operátorovi s pred chystaním kabeláže so žiarovkami

Výstupnú kontrolu prevádzajú dvaja pracovníci, kde každý ma na starosti jedno svietidlo. Pracovník ho najprv skontroluje skenovaním, ďalej podľa potreby očistí leštiacou pomôckou (handričkou) alebo auto leštičkou. Taktiež označí pomocou bodiek aktuálne kontroly, nalepí na svietidlo fóliu, na bočnú stenu tesnenie a nakoniec oskenuje cez odčítací systém a kusy založí do boxu.

5.4 Využitie pracovnej plochy

Na základe zámerov projektu zefektívniť využitie pracovnej plochy je možné ju rozdeliť na niekoľko častí podľa funkcie, ktorú vykonáva. Celková plocha, ktorú zaberá táto montážna linka je **223,68 m²**.

Prvou časťou je plocha využívaná zariadeniami (dokopy 6) a auditom spolu s potrebnou plochou pre pohyb pracovníkov (dokopy 7). Tento priestor zahŕňa tiež boxy s nevyhnutnými prípravkami a súčiastkami montovanými do telies ako aj stoly pre medzioperačnú manipuláciu. Ich podrobný rozpis je v *Tab. 2*.

Tabuľka 2 – Plocha linky (v m²) pre zariadenia a ostatné (vlastné spracovanie)

Využitá plocha - pracoviská	Plocha (m ²)
Zariadenia - súčasný projekt	37,16
Zariadenia - nový projekt	11,52
Audit (+ 4x box s finálnymi produktami)	11,79
SUMA	60,47

Ďalšou časťou linky je plocha využívaná kvôli temperovaniu. Tá zahŕňa hlavne miesta určené pre temperačné vozíky ako aj samotné temperačné pece. V projektovej časti bude táto plocha zmenšená na základe stanovených cieľov. Jej súčasná výmera je na základe *Tab. 3* **34,23m²**.

Tabuľka 3 – Plocha linky (v m²) zabraná kvôli temperovaniu (vlastné spracovanie)

Využitá plocha - temperovanie	Plocha (m ²)
Pri vibračnom zváraní	0,855
Pred temperačnou pecou	4,275
Temperačné pece	12
Uskladnenie vytemperovaných vozíkov	13,68
Pred testom tesnosti - súčasný projekt	2,565
Pred testom tesnosti - nový projekt	0,855
SUMA	34,23

5.5 Rozpracovaná výroba

Pri súčasnom stave linky je dôležitým faktorom pre zlepšovanie rozpracovaná výroba. Tá pozostáva z vozíkov určených k temperovaniu alebo po temperovaní, kde každý vozík obsahuje 14 párov svetiel (teda 28 kusov). V nasledujúcej tabuľke je zobrazené množstvo rozpracovanej výroby podľa *Place for every part* (ďalej PFEP), teda podľa nákresov layoutu. Maximálny počet kusov, pre ktoré je vyhradených dokopy **34,23 m²** (výpočet v kapitole využitia pracovnej plochy) je **756**.

Tabuľka 4 – Množstvo rozpracovanej výroby podľa Place for every part v ks (vlastné spracovanie)

Rozpracovaná výroba (v ks) (Place for every part)			
Umiestnenie	Vozíky	Páry	Kusy
pri vibračnom zváraní	1	14	28
pred temp.pecou	3	42	84
v temp.peciach	6	84	168
uskladnenie	16	224	448
pri operácii testu tesnosti	1	14	28
Suma	27	378	756

Výsledky pozorovania skutočného stavu rozpracovanej výroby montážnej linky v hodinových intervaloch sú znázornené v *Tab. 5*. Pozorovanie množstva nedokončených kusov bolo uskutočnené počas 8 hodinovej dennej zmeny. Je možné spozorovať, že počet vozíkov na jednotlivých stanoviskách sa mení. Je to spôsobené procesom temperovania, kde nie vždy sú obidve pece plné vozíkov a tak prebieha proces iba v jednej a druhá čaká na svoje naplnenie.

Tabuľka 5 – Množstvo rozpracovanej výroby počas pozorovania v ks (vlastné spracovanie)

Rozpracovaná výroba (v ks) (Pozorovanie)											
Umiestnenie	1hod	2hod	3hod	4hod	5hod	6hod	7hod	8hod	Priemer	Páry	Kusy
pri vibračnom zváraní	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	28
pred temp.pecou	3	0	2	2	3	3	0	1	1,75	24,5	49
v temp.peciach	6	4	4	6	4	6	5	6	5,13	71,8	144
uskladnenie	15	15	11	11	11	13	15	14	13,1	184	368
pri operácii testu tesnosti	1	3	3	1	2	3	2	3	2,25	31,5	63
Suma	26	23	21	21	21	26	23	25	23,3	326	651

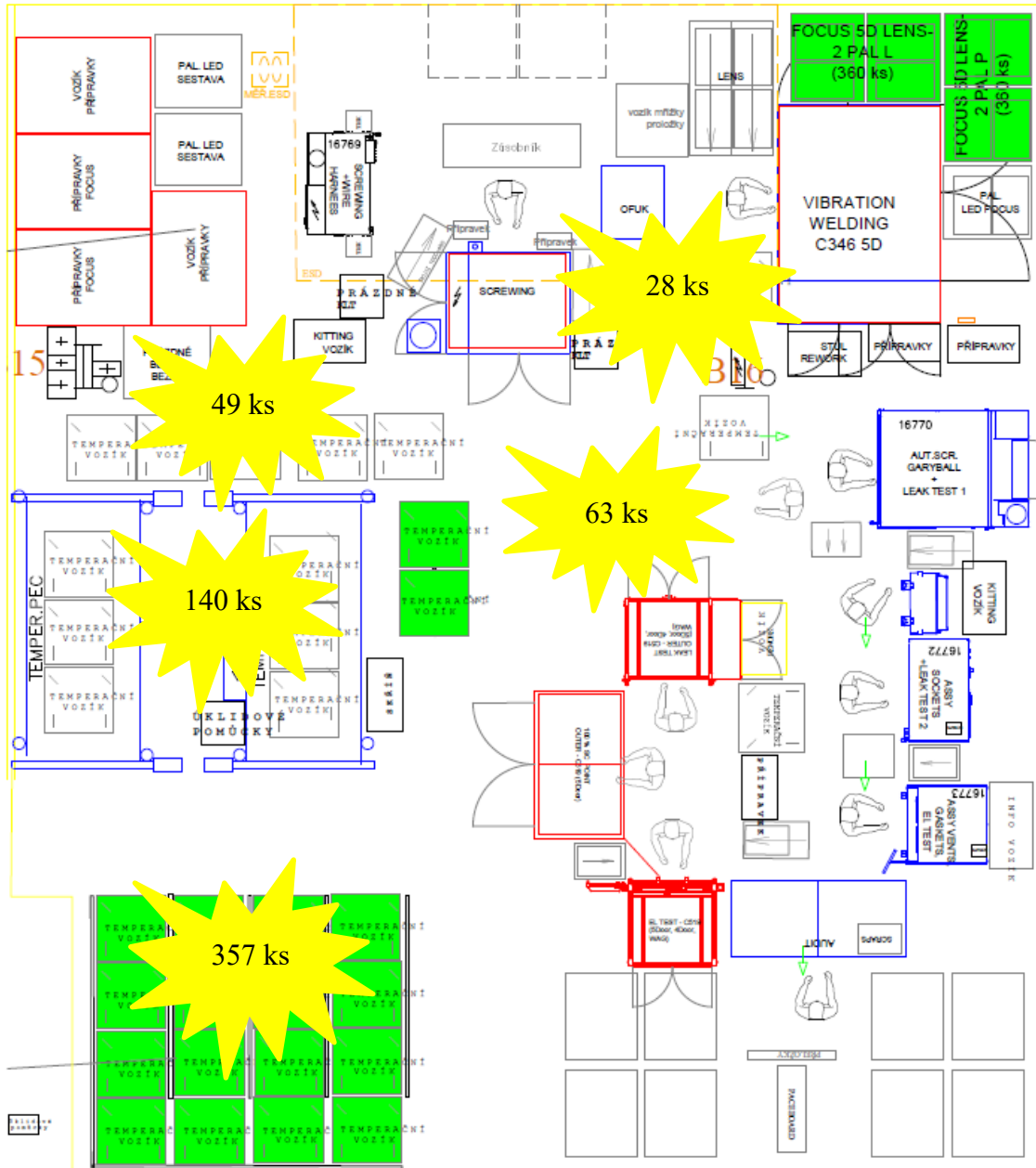
Priemerný počet kusov na základe pozorovania je **651 ks**, teda **23,3 vozíkov**. Popísať sa dajú nasledovne:

- Oproti oficiálnemu miestu pre rozpracovanú výrobu je to o **105 ks menej** (756 ks – 651 ks)
- Porovnaním je to o **16,13% kusov menej** ($756/651 - 1$)
- To predstavuje **3,75** (105/28 ks) vozíkov
- Plocha rozdielu týchto vozíkov je **3,21 m²** ($0,855 \cdot 3,75$)

Podľa taktu, ktorý je **60 s na pár**, sa temperačný vozík naplní za **14 min** (14 párov * 60 s). Tým pádom sa za jednu hodinu naplnia približne **4 vozíky**, ktoré buď doplnia chýbajúce miesto k naplneniu temperačnej pece, alebo čakajú pred pecami, pokiaľ sú plné a spustené. To isté platí aj pri uvoľňovaní miesta v priestore uskladnenia, keďže sa za hodinu (bez predpokladu veľkých prestojov) spracujú ďalej približne 4 vozíky + ďalšie uskladnené navyše pri operácii testu tesnosti, pokiaľ má operátor čas si ich tam priviesť.

Ako príklad je možné si vziať prvú hodinu výroby, kedy je po nočnej zmene v uskladnení 15 vozíkov a v peciach 6. To znamená, že obe pece sú spustené a do ďalšej hodiny vytemperujú všetky vozíky. Tak by pribudlo ďalších 6 vozíkov k uskladneniu. Operátor pri teste tesnosti však za hodinu zvládne 4 z 15 temperačných vozíkov spracovať a tiež si ďalšie dva presunie bližšie k pracovisku. Tak zostane na uskladnení 9 ďalších prázdnych miest, ku ktorým sa pridá 6 nových vytemperovaných vozíkov a znova je 15 miest obsadených.

Priemerné množstvo rozpracovanej výroby za deň je ďalej zobrazené na podobe súčasného layoutu, kde je jednoduchšie predstaviť si, kde všade sa nachádzajú zbytočne čakajúce kusy na svoje ďalšie opracovanie a aký priestor zaberajú.



Obrázok 16 - Priemerné množstvo rozpracovanej výroby v kusoch pri pozorovaní (vlastné spracovanie)

5.5.1 Spracovanie nedokončenej výroby

Pokiaľ by sa prepočítaval počet kusov uskladnených vo vozíkoch podľa taktu linky, ktorý je 30 sek/ks (60 sek/pár), teda $651 \cdot 30 = 19\,530$ sek, čo je 5,425 hodiny.

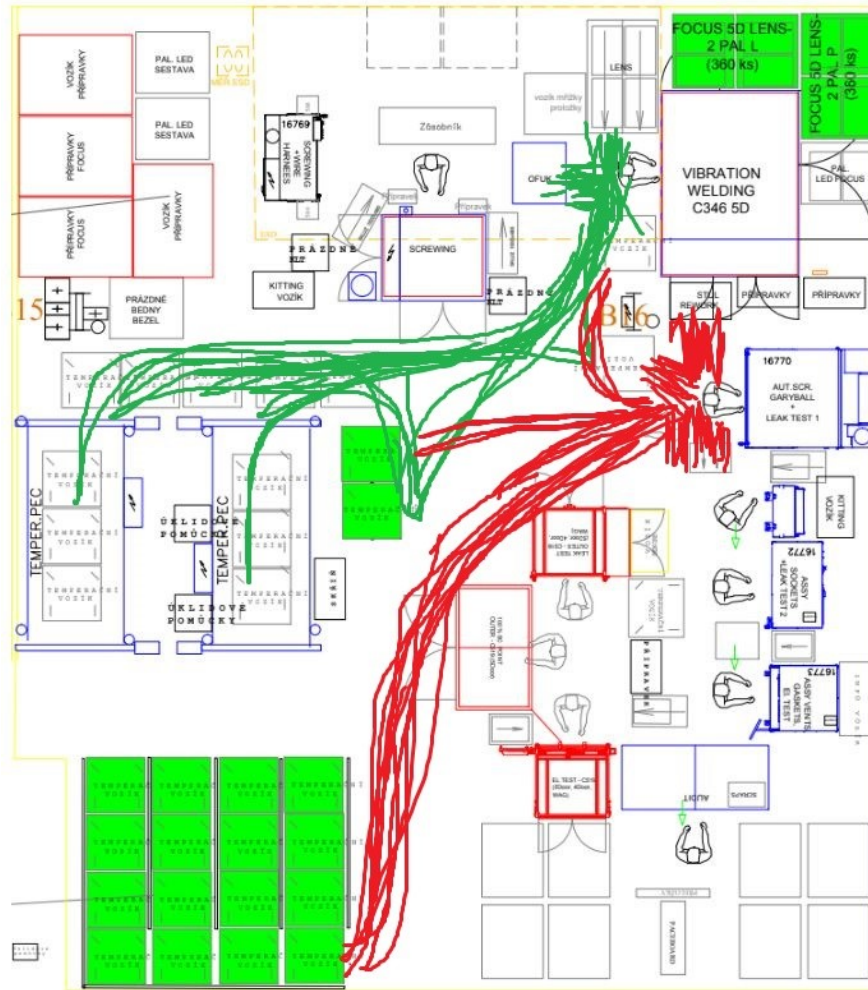
Toto číslo možno interpretovať ako čas, za ktorý by boli všetky kusy ďalej spracované a na ich mieste by sa nenachádzala už žiadna rozpracovaná výroba a tak by mohla montážna linka fungovať na princípe pull, kde neexistujú žiadne medzioperačné zásoby. V súčasnom stave to však nie je možné s kusy sa tak musia skladovať.

Aj pre tento fakt, kedy je veľké množstvo kapitálu držané v rozpracovaných kusoch, sa spoločnosť rozhodla inovovať a tak implementovať novú technológiu do montážnej linky. Tá by mala zabrániť ďalšiemu držaniu zásob nedokončenej výroby a tak vyrábať systémom one piece flow.

5.6 Spaghetti diagram

Pre zmapovanie pohybu bol využitý Spaghetti diagram (*Obr. 17*). Zaznamenávané boli pohyby dvoch operátorov, ktorých úloha okrem montovania produktu a používania zariadení je aj presun temperačných vozíkov do a z temperačnej pece, resp. z miesta ich skladovania.

Pohyb prvého pracovníka obsluhujúceho vibračnú zväračku je zobrazená **zelenou farbou**. Pracovník sa najčastejšie pohybuje vo svojom úseku ohraničenom podskupinami a dielcami. Po naplnení vozíka však musí presunúť plný vozík do pece a ak tam nie je voľné miesto tak pred ňu. Zároveň musí vziať prázdny vozík z boku pece, alebo vyprázdnený vozík od ďalšieho operátora. Druhý operátor musí prázdny vozík odniesť k temperačnej peci a pre plné si musí zájsť na miesto uskladnenia. Z miesta uskladnenia si môže tiež vziať niekoľko vozíkov naraz a naukladať si ich bližšie k pracovisku.



Obrázok 17 – Spaghetti diagram súčasného stavu (vlastné spracovanie)

Z diagramu je možné dedukovať neplynulosť procesu, ktorý je prerušovaný zbytočnými pohybmi pracovníkov. Zbytočnú manipuláciu s vozíkmi a pohyb pracovníkov, ktoré sú zdrojom plytvania, je možné eliminovať alebo minimalizovať zmenou rozloženia montážnej linky.

Aj pri zapracovaní novej technológie je taktiež dôležité, aby pracovníci nevykonávali zbytočné pohyby aj pokiaľ nebudú musieť používať vozíky.

5.7 Proces temperovania

Hlavnou úlohou temperovania automobilových svetiel je odstránenie vnútorného pnutia po zváraní, vstrekaní telesa a krytu svetidla. Maximálna teplota v peci je 85°C a jej výška je vizuálne kontrolovaná na veľkoplošnom displeji. Temperačná pec obsahuje dvojce dvere manuálne sa otvárajúce do strán, kde z jednej strany sa zvarené svetlá na vozíkoch nakladajú a z druhej strany sa vytemperované kusy vo vozíkoch vyberajú.

Počas procesného času, ktorý trvá 60 minút dochádza k viacerým procesom ako samotné temperovanie a následné chladenie. Kusy vybrané z temperačnej pece však nemajú požadovanú teplotu, s ktorou je možné ďalej pracovať, preto musia byť uložené na skladovacom priestore v linke, kde sú vozíky označené štítkom s časom temperovania a postupne brané systémom FIFO. Kusy sa tak vychladia prirodzeným spôsobom, ktorý však trvá aj niekoľko hodín a najmä v letných mesiacoch musia byť kusy chladené ventilátormi.

5.8 Chronometráž pracovníkov

Pre lepšie posúdenie vhodnosti novej technológie a zmeny layoutu bolo prevedené priame meranie práce pomocou chronometráže, ktorá je v spoločnosti široko využívaná. Bolo prevedených 60 meraní počas približne jednej hodiny na dennej zmene. Čas chôdze bol meraný 10 krát. V **Prilohe P II** sú zobrazené zozbierané údaje. Podčiarknuté sú námery, kedy pracovník musel manipulovať s vozíkom po jeho naplnení/vyprázdnení.

Boli vybraní dvaja pracovníci – pracovník vibračného zvárania a pracovník testu tesnosti. Dôvodom bola ich pravidelná chôdza pri manipulácii s temperačným vozíkom, ktorú sa projekt snaží eliminovať. *Tab. 6* sumarizuje získané hodnoty z meraní, kde poukazuje na priemer hodnôt s a bez chôdze a tiež priemer času chôdze, ktorý musí pracovník absolvovať každých 14 spracovaných párov svetiel.

Tabuľka 6 – Namerané hodnoty chronometráže (vlastné spracovanie)

Údaje z priameho merania (s)		
	vibračné zváranie	test tesnosti
Celkový priemer meraní	56,75	55,74
Celkový priemer bez chôdze	55,58	54,08
Rozdiel	1,18	1,66
Priemer času chôdze	16,88	22,48

Keďže sa normy pre výrobu neustále zvyšujú a spoločnosť každých niekoľko mesiacov skracuje takt výroby na základe zákaznických požiadaviek, rozdiel, ktorý je **1,18 s** a **1,66 s**, by mohol byť novým rozložením linky odstránený a tak by sa výroba mohla priblížiť k požadovanému budúcemu zákaznickému taktu, ktorý činí **55** sekúnd.

5.8.1 Plytvanie

Čas chôdze, ktorý je v prípade vibračného zvarovania v priemere **16,88** sekúnd po každom naplnení vozíka, je spolu s transportom podobou plytvania, kedy sa výrobku nepridáva žiadna hodnota. Tab. 7 vyčísluje plytvanie časom v minútach počas jednej zmeny.

Tabuľka 7 – Vyčíslenie plytvania časom a chôdzou (vlastné spracovanie)

Vyčíslenie plytvania časom za zmenu		
	vibračné zváranie	test tesnosti
Počet sekúnd v 1 zmene	27000	27000
Kapacita na zmenu (v pároch) na základe priemeru meraní chronometráže	475,74	484,42
Kapacita / počet párov vo vozíku (množstvo chôdze)	34,0	34,6
Počet vozíkov x priemer chôdze (s)	573,71	777,73
Vyčíslenie v minútach	9,56	12,96

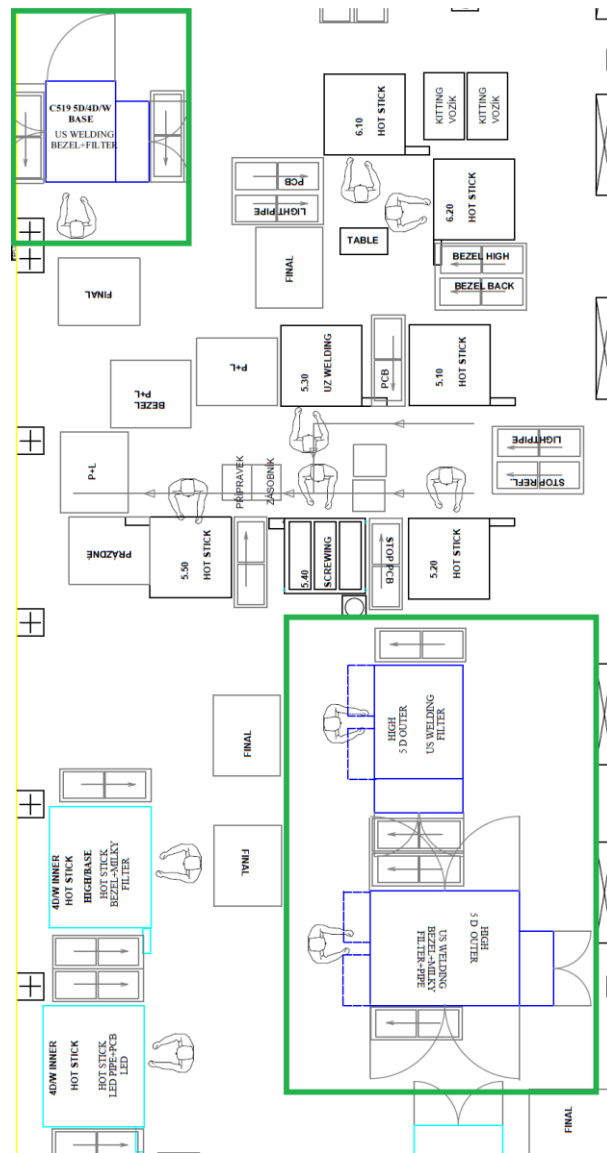
Údaje boli vypočítané ako počet sekúnd v jednej zmene vydelený priemerom taktu na základe predchádzajúcich údajov chronometráže. Kapacita bola následne vydelená číslom 14, čo je počet párov vo vozíku.

Čísla **34** a **34,6** teda označujú počet manipulácií s vozíkom počas zmeny. Tento počet bol následne vynásobený priemerom času chôdze taktiež z meraní chronometráže.

Z tabuľky teda vychádza, že pracovník zvarovania viac ako 9 minút vo svojej zmene vykonáva činnosť, teda pohyb, ktorý je plytvaním. To isté platí o pracovníkovi testu tesnosti, u ktorého to je takmer 13 minút.

6 ANALÝZA PREDMONTÁŽNEJ LINKY

Proces montáže by sa nezaobišiel bez predmontáže, ktorá sa nachádza v inej časti haly. Tu sa premontujú určité komponenty ďalej opísané v pracovných postupoch, ktoré sú balené do medzioperačných balení (boxov) a prevážané pomocou VZV priamo k linke montáže. Layout predmontáže je zobrazený na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 18 – Layout predmontáže (interné materiály spoločnosti, vlastné spracovanie)

Keďže skúmaná linka montáže rozlišuje medzi výrobou typu BASE a HIGH, predmontáž je tiež rozdelená na dve zariadenia pre high verziu a jedno pre base verziu. Výrobky z týchto zariadení sú balené do tzv. chepov – teda boxov pre proces montáže.




6.1 Procesná analýza predmontáže

Tabuľka procesnej analýzy v **Prílohe III** znázorňuje sled operácií predmontáže. Tá sa od montáže líši absenciou rozpracovanej výroby na pracovisku, keďže sa na nej nenachádzajú žiadne zariadenia podobné temperačným peciam, ktoré sa používajú až pri montáži finálneho výrobku. Výrobnú plochu tu tiež nezaberajú žiadne vozíky s telesami čakajúce na ďalšie opracovanie. Veľkou nevýhodou tohto pracoviska a jeho procesov je vzdialenosť medzi poslednými operáciami a prvými operáciami procesu montáže. Táto vzdialenosť musí byť prekonaná po naplnení každého boxu a predstavuje **113,19 m** v prípade *high* verzie a **120,55 m** pre *base* verziu.

6.2 Popis procesu predmontáže

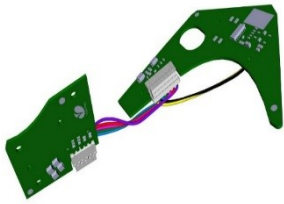

Ako bolo spomenuté, proces predmontáže pre verziu *high* zahŕňa dve zariadenia, kde každé obsluhuje jeden operátor. Pri prvom zariadení prebieha ultrazvukové zváranie masky a filtra. Do operácie vstupuje maska, svetlovod a milky filter. Operátor vezme masku, vizuálne ju skontroluje a založí do zakladacieho prípravku v zariadení. Ďalej skontrolovaný svetlovod založí do masky a spustí cyklus zariadenia. Nakoniec vezme milky filter a opäť založí do masky a spustí cyklus. Hotový kus je vyňatý zo zariadenia, vizuálne skontrolovaný a vložený do prepravníka pre ďalšiu operáciu.

Tabuľka 8 – Kusy pre prvú operáciu predmontáže (vlastné spracovanie)

Kusy vstupujúce do prvej operácie	
Maska	
Svetlovod	
Milky filter	

Druhá operácia zahŕňa ultrazvukové zváranie filtra, tavenie LED a LDM a montáž kabeláže. Operátor po vizuálnej kontrole podskupiny a jej založení do prípravku vezme filter (ktorý tiež skontroluje) a založí ho do podskupiny. Ďalej vezme elektroniku, vzájomne ju prepojí s kabelážou a nasadí na podskupinu v prípravku. Konektor elektroniky musí tiež prevliecť dierou v LDM. Pomocou úpiniek zafixuje elektroniku a kabeláž zapojí do kontaktovanej hlavy v zariadení. Nakoniec spustí cyklus pomocou spínača. Hotový kus potom vyberie zo zariadenia, vizuálne skontroluje a vloží do interného balenia.

Tabuľka 9 – Kusy pre druhú operáciu predmontáže (vlastné spracovanie)

Kusy vstupujúce do druhej operácie	
LED + Kabeláž + LDM	
Filter	

Zariadenie pre verziu *base* prevádza ultrazvukové zváranie masky a filtra. V tomto prípade nevstupuje do operácie žiadne LED osvetlenie, keďže to je súčasťou *high* verzie. Postup pri tomto zariadení sa skladá zo založenia skontrolovanej masky do prípravku v zariadení, vziať skontrolovaného filtra a založenia do masky. Operátor potom spúšťa cyklus zariadenia. Hotový kus je vybraný zo zariadenia, vizuálne skontrolovaný a vložený do interného balenia pre proces montáže.

Tabuľka 10 – Kusy pre zariadenie predmontáže base verzie (vlastné spracovanie)

Kusy vstupujúce do zariadenia pre base verziu	
Maska	
Filter	

6.3 Využitie pracovnej plochy predmontáže

Súčasťou projektovej časti práce je tiež odstránenie predmontáže a jej presun priamo k linke montáže, čím sa ušetrí výrobná plocha na mieste terajšej linky. Využitá plocha predmontáže je vyčíslená v nasledujúcej tabuľke. Pomocou presunu linky predmontáže sa odstránia tak tiež medzioperačné balenia.

Tabuľka 11 – Využitá plocha predmontáže (vlastné spracovanie)

Využitá plocha predmontáže (m²)			
Verzia	Zariadenia	Chep	Suma
High	28,2	1,2	29,4
Base	12,27	1,2	13,47
Suma	40,47	2,4	42,87

6.4 Medzioperačné zásoby a balenia

Jedným z cieľov práce je okrem zníženia rozpracovanej výroby na pracovisku aj eliminácia medzioperačných balení. Tie sa týkajú balení predmontovaných prvkov na linke predmontáže, ktorá sa nachádza v inej časti haly a tak sa jej výrobky musia v súčasnosti baliť do boxov a prevážať na linku montáže. Tak vzniká okrem zbytočného transportu aj *plytvanie* v podobe zásob a rozpracovanosti.

Box hotových predmontovaných výrobkov obsahuje **5 vrstiev**, kde sa v každej nachádza **18 kusov**, čo dokopy dáva **90 kusov v jednom boxe**. V oboch prípadoch, teda pri *base* aj *high* verzii je počet kusov v boxe rovnaký. Kusy sa líšia iba pridaním menších komponentov (svetlovod, milky filter) do masky v prípade *high* verzie. To však celkovú veľkosť kusu nemení.

Nasledujúca tabuľka rozoberá množstvo rozpracovanej výroby na predmontáži. Tá je na základe taktu 450 kusov na 7,5 hodinovú zmenu, keďže v podstate všetky kusy sa musia najprv uskladniť a žiaden nejde hneď na ďalšie opracovanie. Box sa naplní za **60 sek x 90 ks**, teda za **5400 sekúnd**, čo predstavuje **90 minút**, resp. **1,5 hodiny**.

Počas jednej zmeny, ktorá trvá 7,5 hodiny, by sa box zaplnil 5 krát. To znamená, že 5 krát za zmenu musí VZV prenášať box na linku montáže. To predstavuje 5 zbytočných medzioperačných balení počas jednej zmeny.

Tabuľka 12 – Vyčíslenie medzioperačných balení a rozpracovanej výroby na predmontáži (vlastné spracovanie)

Charakteristika	Hodnota	Jednotka
Takt/pár	60	sekúnd
Obsah 1 boxu	90	kusov
Zaplnenie boxu za	5400	sekúnd
Zaplnenie boxu/zmena	5,0	krát
Prejdená vzdialenosť/zmena	1131,9	metrov (high)
	1205,5	metrov (base)
Rozpracovaná výroba/zmena	450	kusov

Plytvanie tu predstavuje aj vzdialenosť ktorú musí VZV absolvovať v smere na montážnu linku a späť, pokiaľ sa box naplní 5 krát za zmenu. V oboch prípadoch presahuje táto vzdialenosť 1 kilometer.

7 PROJEKTOVÁ ČASŤ

Predchádzajúca analytická časť odhalila rôzne príležitosti pre zlepšenie a odstránenie neefektívneho využitia výrobných plochy spojeného so zvýšením efektivity celkových procesov. Projektová časť diplomovej práce sa bude zaoberať viacerými návrhmi efektívnejšieho usporiadania pracoviska a jeho dopadov

7.1 Definovanie projektu

Tabuľka 13 – Definovanie projektu (vlastné spracovanie)

Názov projektu	Projekt efektívneho využitia výrobných plochy ve spoločnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o.
Cieľ projektu	Úspora výrobných plochy
Dielčie ciele projektu	zníženie rozpracovanej výroby zvýšenie efektivity pracoviska
Členovia tímu	Bc. Gabriela Damašková Ing. Marek Děcký Věra Weissová
Čo nie je cieľom projektu	Implementácia nových technológií Finančné ohodnotenie úspor z plochy a rozpracovanej výroby
Časový plán projektu	začiatok: 1.11.2017 koniec: 31.6.2018
Rozpočet projektu	nie je uvedený

7.1.1 Podmienky projektu

Projekt tejto diplomovej práce je postavený na cieľi úspory výrobných plochy spolu so znížením rozpracovanej výroby, medzioperačných balení a celkového zefektívnenia pracoviska. Pri jednotlivých návrhoch zlepšenia súčasného stavu, ktoré budú súčasťou projektovej časti, bude implementovaný nový druh technológie.

Je však dôležité podotknúť, že rozhodnutie o použití novej technológie a ich implementácia do liniek nie sú predmetom tohto projektu. Ich zavádzanie je dlhodobým cieľom spoločnosti k zvýšeniu efektivity procesov a celej spoločnosti a táto diplomová práca spracováva jeden z mnohých krokov, ktoré vedú k postupnej modernizácii pracoviska. Preto je použitie novej

technológie zapracované do práce ako rozhodnutie, ktoré už bolo spravené a nezávisí na výsledku tejto práce.

Zámerom tejto práce je teda návrh efektívnych riešení, ktoré budú predchádzať implementácií nových zariadení a uskutočnení nových projektov, ktoré už do layoutu sú zapracované v súčasnosti.

Hoci úlohou projektu nie je rozhodnutie o implementácii zariadenia, bude vyčísl'ovať prínosy, ktoré sa týkajú hlavne rozpracovanej výroby a neboli dovtedy nijak vyčísl'ené a konkretizované a taktiež posudzovať, či sú rozdiely oproti súčasnému stavu a požadovanému stavu.

7.1.2 SWOT analýza projektu

Analýza silných stránok (Strengths), slabých stránok (Weaknesses), príležitostí (Opportunities) a hrozieb (Threats) v **Prílohe P IV** rozoberá kombináciu rôznych aspektov projektu a ich váh a hodnôt dopadov na projekt. Na ich základe je možné ľahko využiť získané poznatky k efektívnejšiemu rozvoju projektu a tak dosiahnuť požadované ciele.

Zo silných stránok projektu patrí medzi najzásadnejšie použitie novej technológie (spojené s rozhodnutím firmy inovovať svoje procesy), ktorá uľahčí priebeh projektu efektívnejšieho usporiadania pracovnej plochy tým, že sa pomocou nej odstráni časť rozpracovanej výroby. Pozitívom projektu sú aj kvalitné výrobky, vďaka ktorým sa oplatí manažmentu podniku zavádzať určité zmeny na pracovisku, keďže výrobky analyzovanej linky sú stále žiadané. V neposlednom rade je tiež dôležité využívanie metód priemyselného inžinierstva, ktoré vedú k neustálemu zlepšovaniu a zdokonaľovaniu procesov.

Podľa celkového hodnotenia je najslabšou stránkou projektu interná logistika spoločnosti, ktorá sa riadi systémom *go and see* a nie sú tu zavedené žiadne kanban karty alebo čítačky. Kapacita výrobných plochy je limitujúcim faktorom, ktorý sa tak ľahko nedá zmeniť. Časťou slabých stránok je taktiež interná komunikácia spojená so zdieľaním informácií, ktoré sú mnoho krát zbytočne zdĺhavé a zložité.

Najväčšou príležitosťou, ktorá sa ponúka projektu je úspora výrobných plochy, ktorá bude hrať dôležitú úlohu pri chystajúcich sa budúcich projektoch. Odstránenie starej technológie taktiež spôsobí zlepšenie toku jedného kusu, zníženie medzioperačných balení a rozpracovanej výroby, ktoré sú taktiež dôležitými aspektami projektu.

Hrozby projektu sú hlavne spájané s použitím novej technológie, ktorá môže byť chybová a nebude schopná sa prispôbiť taktu zákazníka, resp. jej rozmery sa môžu meniť počas procesu výroby dodávateľa. Takt je ďalšou hrozbou, pokiaľ by zákazník požadoval jeho zásadné navýšenie. Nemalým ohrozením projektu je aj výskyt úzkych miest, ktoré sa môžu neočakávane objaviť po preorganizovaní pracoviska a zavedení technológií.

Na základe celkových hodnôt všetkých aspektov projektu, ktoré boli diskutované v tíme, je zjavné, že silné stránky v kombinácii s príležitosťami projektu prevažujú nad slabými stránkami a hrozbami projektu. Tento fakt by sa však nemal podceňovať a počas projektu by sa silné stránky projektu mali zdokonaľovať a tým by sa mohlo predísť hrozbám, ktoré projekt ohrozujú.

7.1.3 Logický rámec projektu

Logický rámec slúži k zrovnoprávnenej a prehľadnejšiemu zápisu projektu, jeho návrhov a cieľov. Jeho použitie je dôležitou súčasťou prípravy projektu, kde je potrebné uvedomiť si konkrétne očakávania výstupov projektu, možných všeobecných obmedzení a rizík a tiež aktuálnych podmienok predchádzajúcich samotnému projektu.

Metóda logického rámcu projektu je používaná jednak v prípravnej fáze projektu ako aj pri jeho zavádzaní. Je možné ho používať aj počas projektu, aby si projektový tím uvedomil, či sa uberá správnu cestou a postupne plní očakávania a vytýčené ciele.

Logický rámec projektu diplomovej práce je uvedený v **Prílohe P V**.

7.1.4 RIPRAN analýza

Analýza rizík RIPRAN, teda **Risk Project Analysis**, je zásadná pri určení konkrétnych rizík, ktoré môžu projekt v ktorejkoľvek fáze ohroziť. Táto metóda však zahŕňa aj opatrenia, ktoré po celkovom vyčíslení a posúdení dopadu možno previesť.

Tabuľka rizikovej analýzy projektu je uvedená v **Prílohe P VI**. Pri určovaní výsledných pravdepodobností, ich dopadu a hodnôt rizík sa používajú nasledujúce tabuľky.

Tabuľka 14 - Výpočet celkovej pravdepodobnosti rizík (vlastné spracovanie)

Dopad	
MD	dopady vyžadujúce určitý zásah do projektu
SD	ohrozenie termínov, nákladov, mimoriadne zásahy do plánu projektu
VD	ohrozenie cieľov projektu, konečného termínu projektu. prekročenie celkového rozpočtu

Tabuľka 15 – Možné dopady rizík (vlastné spracovanie)

Výsledná pravdepodobnosť		
MP	malá pravdepodobnosť	0-20%
SP	stredná pravdepodobnosť	21- 66%
VP	vysoká pravdepodobnosť	67-100%

Tabuľka 16 – Možné celkové hodnoty rizík (vlastné spracovanie)

Hodnota rizika			
MHR	malá hodnota rizika		
SHR	stredná hodnota rizika		
VHR	vysoká hodnota rizika		
	MP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

Na základe rizikovej analýzy projektu by malo najvyšší dopad nenaplnenie hlavného cieľa DP a to efektívne využitie výrobných ploch a zníženie rozpracovanej výroby. Prevenciou pri týchto rizikách ako aj pri niektorých ďalších spojených hlavne s analýzou dát a súčasného stavu je pravidelná, zvýšená kontrola a konzultácia údajov. Dôležitá je tiež pravidelná komunikácia o pokrokoch práce a priebehu projektu.

8 NÁVRHY ZMIEN LAYOUTU

Hlavným zámerom projektovej časti je vypracovanie viacerých návrhov layoutov. Nasledujúca kapitola sa bude venovať jednotlivým variantom, vyčísleniu úspor a tiež ich celkovému porovnaniu.

Všetky tri varianty sa budú snažiť o presun linky predmontáže k linke montáže, ktorý je jedným z cieľov projektu. Uvoľnené miesto v predmontáži je zobrazené v **Prílohe PVII**. Návrhy budú nasledovať zámer plynulosti toku výrobku a s tým spojené teoretické podklady usporiadania výrobných buniek. Vo všetkých variantoch je použitý rovnaký počet zariadení a pracovníkov, ktorí sú potrební k montáži produktu. Po niekoľkých konzultáciách by sa projekt podľa spoločnosti nemal snažiť o znižovanie počtu operátorov, ale o efektívnejšie využitie plochy.

8.1 Variant 1

Prvotnou myšlienkou pri celkových zmenách rozloženia montážnej linky bolo jej spojenie s linkou predmontáže. Je to hlavne z dôvodu úspory medzioperačných balení. Var. 1 je usporiadaná do tvaru písmena U. Pri takomto rozložení linky je jednoduchšie pre VZV naväzať prázdne boxy pre finálne výrobky (ako aj pre odpad a Zmetky) a zároveň vstupný materiál pre operácie predmontáže. Podrobný layout je znázornený v **Prílohe PVIII**.

Dôležité pre všetky stanovišťa je ich pravidelné zásobovanie materiálom v gravitačných vozíkoch, keďže návrh sa snaží odstrániť zbytočné zásoby materiálu na linke, ktorý je možno vidieť v súčasnom layoute. Po odstránení všetkých temperačných vozíkov a pôvodnej temperačnej pece z linky vznikol určitý priestor na posuny a tým pre zlepšenie toku jedného kusu (páru) na pracovisku.

8.1.1 Vyčíslenie zmien Var 1.

Nasleduje vyčíslenie zmien v prípade prvej varianty, kde sú v celkovej súčasne využitej ploche zahrnuté aj zariadenia predmontáže (predtým v inej časti haly), ktorých výmera s boxami pre prepravu rozpracovaných výrobkov je **42,87 m²**. Vďaka tomuto presunu sa samozrejme ušetrený priestor rozširuje a navyšuje o pracovnú plochu predmontáže.

Tabuľka 18 - Využitie plochy vo Var. 1 (vlastné spracovanie)

Využitá plocha Var. 1 (m ²)	
Celková ohraničená plocha (súčasná využitá plocha)	266,55
Využitá plocha pre výrobu	220,27
Voľná plocha	46,28
Podiel voči celkovej ploche	
Voľná plocha	17,36%
Využitá plocha	82,64%
Rozdiel oproti súčasnému stavu	
Súčasná využitá plocha - využitá plocha vo Var. 1	46,28
Podiel rozdielu voči súčasnému stavu	17,36%

Celková súčasná a aj budúca výmera novej plochy je vo všetkých prípadoch **266,55 m²**. V prvej variante je na základe výpočtov plochy v programe AutoCAD voľná plocha o výmere **46,28 m²**. To predstavuje približne **17%** ušetreného miesta, ktoré môže byť využité v budúcnosti k iným účelom.

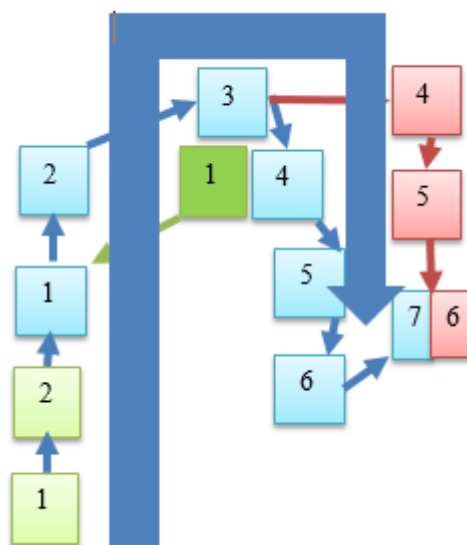
8.1.2 Tok výrobku Var. 1

Na nasledujúcej schéme ako aj na návrhu nového layoutu je možné vidieť ako postupuje výrobok montážnymi aj predmontážnymi zariadeniami. Ide o **tok jedného kusu**, kde medzi stanovišťami nevznikajú žiadne zásobníky s medzioperačnými zásobami. Slabo zelené ikony zobrazujú predmontáž typu *High*, silno zelená ikona typ *Base* (Obr. 20). Na výstup týchto stanovísk priamo nadväzuje prvá operácia montáže. Druhý operátor pri vibračnom zváraní priamo vkladá kusy do temperačnej pece, ktorá je v návrhu otočená oproti pôvodnému stavu o 90° a tiež má väčšie rozmery (viac v kapitole špecifikujúcej proces temperovania).

Viditeľnosť toku jedného kusu je vo Var. 1 značná, keďže sa operátori a ich zariadenia nachádzajú vedľa seba a tak sa nemusia otáčať pri podávaní jednotlivých kusov na medzioperačné stolíky. To činí tok jedného kusu **plynulejším**. Tok je tak zároveň orientovaný skôr na dĺžku danej pracovnej plochy a tak vzniká voľné miesto (Obr. 19) v strede plochy.



Obrázok 19 - Návrh layoutu Var. 1 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie)



Obrázok 20 – Tok výrobku Var. 1 (vlastné spracovanie)

8.1.3 Výhody Var. 1

Najväčšou výhodou v prvom variante je určite usporiadanie zariadení do tvaru písmena U, ktoré je v súčasnosti jedným z najvyužívanejších spôsobov. Hoci tento variant nepredstavuje typický príklad umiestnenia vstupu aj výstupu na rovnakej strane, je tok výrobku viditeľne plynulý.

Spojenie zariadení predmontáže s montážnymi je v jednej rovine, čo predstavuje rýchle presúvanie výrobku na medzioperačné stolíky. Operátori sa tak nemusia otáčať a kráčať s kusmi na ďalšie opracovanie.

Zásobovanie väčšiny linky je efektívne a v prípade napríklad kanban vláčiku je možné linku obchádzať s ním dookola.

8.1.4 Nevýhody Var. 1

Ako najzávažnejšiu nevýhodu varianty by sa malo považovať nesplnenie cieľa práce, ktorý sa snaží o zníženie využitej plochy aspoň o 20%. Pre spoločnosť je v rámci modernizácie pracovísk dôležité využitie novej technológie, ktoré je nákladnou záležitosťou, a preto sa musia brať do úvahy všetky faktory úspor, ktoré sú cieľmi tejto práce. Patrí medzi nich hlavne úspora plochy a tá bola stanovená na minimum 20%. Samozrejme, že sa do úvahy berie aj plynulosť výroby, zníženie balení a pod., no úspora plochy je pre túto prácu najdôležitejšia aj po braní do úvahy ostatné faktory.

Ďalšou nevýhodou je, pravdepodobne pre všetky budúce varianty, prítomnosť dvoch variant výrobkov na pracovisku, takže treba tieto dve kategórie zariadení skombinovať plynule vedľa seba a zároveň za temperačnou pecou, keďže vedú k spoločnému auditu. Tým pádom nie je možné pre jednu zo skupín zariadení nachádzať sa bezprostredne pri zásobovacej uličke a tak bude jej zásobovanie obťažnejšie a pracovníci zásobovania tak budú musieť vždy naväzať chýbajúci materiál ručne.

Výstup vo Var. 1 bol oproti súčasnému stavu premiestnený na vedľajšiu zásobovaniu uličku. S týmto riešením sa pôvodne malo počítať ako s krajným a malo by byť akceptované len v prípade veľkých výhod celkového rozloženia a úspor. Tým pádom sa vstup a výstup nenachádzajú na rovnakej strane a nedochádza k efektívnemu vykladaniu prázdnych boxov a nakladaniu plných.

8.2 Variant 2

Po podrobnejšej konzultácii prvotného návrhu novej linky došiel projekt k rozhodnutiu o snahe priblíženiu sa k vyššej efektívite pri navážaní prázdnych a odvážaní plných boxov a umiestnení auditu pri hlavnej zásobovacej trati. Aj v tomto prípade ide o klasické usporiadanie do tvaru písmena U, kde sa vstup aj výstup linky nachádza na jednej strane. Podrobný layout je zobrazený v **Prílohe PIX**.

Táto verzia sa však na rozdiel od prvej snaží o odstránenie čo najväčšieho počtu **nepotrebných zariadení**, ktoré nie sú priamo spojené s montážnym procesom. Ide o prípravky pre pretypovanie linky v prípade zmeny varianty výrobku nie len na projektovej linke ale aj na susediacich.

8.2.1 Vyčíslenie zmien Var. 2

Vstupné údaje vo Var. 2 sú rovnaké ako vo všetkých troch verziách.

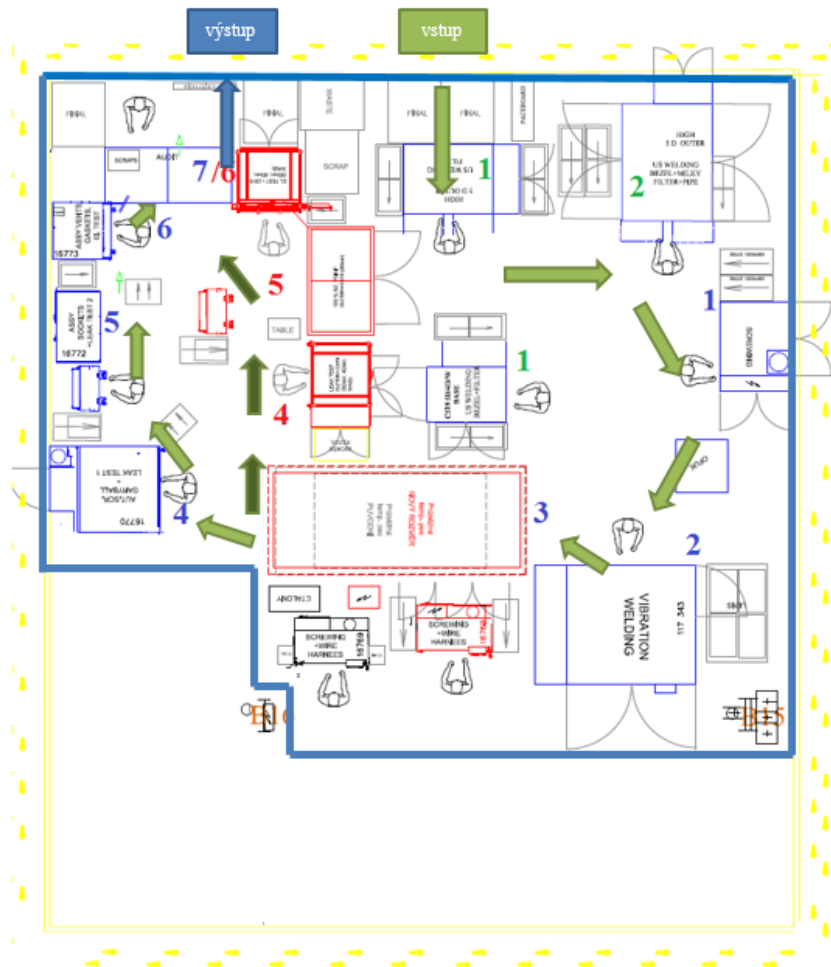
Tabuľka 19 - Využitie pracovnej plochy Var. 2 (vlastné spracovanie)

Využitá plocha (m ²)	
Celková ohraničená plocha (súčasná využitá plocha)	266,55
Využitá plocha pre výrobu	166,43
Voľná plocha	100,12
Podiel voči celkovej ploche	
Voľná plocha	37,56%
Využitá plocha	62,44%
Rozdiel oproti súčasnému stavu	
Súčasná využitá plocha - využitá plocha vo Var. 2	100,12
Podiel rozdielu voči súčasnému stavu	37,56%

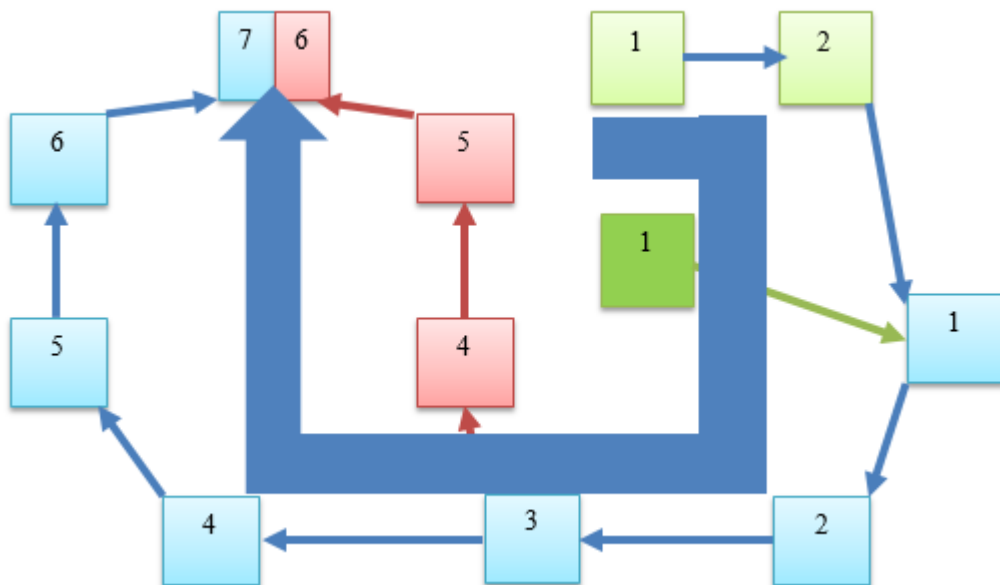
Oproti súčasnému stavu sa z plochy, ktorá je dostupná a ohraničená chodníkmi pre zásobovanie, využije o približne **37%** menej ako v súčasnosti. Toto číslo predstavuje až **100,12m²** voľného priestoru.

8.2.2 Tok výrobku Var. 2

Tieto kusy sú po prejdení celým cyklom temperovania vybrané operátorom na stanovišti č.4, čím zaniká potreba akéhokoľvek priestoru na úschovu a skladovanie temperačných vozíkov, keďže vykladané kusy už majú požadovanú teplotu a špecifikácie. Takto pokračuje montáž až po finálnu kontrolu.



Obrázok 21 - Návrh layoutu Var. 2 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie)



Obrázok 22 – Tok výroby Var. 2 (vlastné spracovanie)

8.2.3 Výhody Var. 2

Operátori v prípade tejto varianty pracujú v bezprostrednej blízkosti, čo im umožňuje lepšiu interakciu na pracovisku ako aj spoluprácu a vzájomnú pomoc medzi hlavne po vybratí kusov z temperačnej pece. Niektorí pracovníci tiež môžu takto pracovať na viacerých zariadeniach, pokiaľ im to vybalansovanie dovolí. Je tak v prípade čísla 5 a 6 v prípade modrej varianty a čísla 5 v červenej variante.

Spoločný vstup aj výstup linky sa nachádza na jednej strane, čo by umožňovalo efektívne zásobovanie. Kanban vláčik alebo iný druh zásobovania by jednoduchšie vykladali prázdne boxy pre hotové výrobky na mieste auditu a vstupný materiál pre celú predmontáž, keďže obe stanice sa nachádzajú na hlavnej zásobovacej trase, čo je aj jedna zo žiadostí spoločnosti. Nie len vstup a výstup celej linky sa nachádza v bezprostrednej blízkosti zásobovacích uličiek, ale aj väčšina ostatných zariadení je umiestnená hneď pri vedľajších zásobovacích uličkách.

Layout varianty 2 spĺňa základný cieľ projektu a to ušetrenie aspoň 20% pôvodnej plochy. Túto požiadavku spĺňa takmer dvojnásobne, a to o viac ako 37%.

Odstránenie prípravkov, ktoré uvoľnilo časť priestoru, vedie k budúcemu efektívnejšiemu využitiu voľného priestoru.

8.2.4 Nevýhody Var. 2

Hoci je výstup a vstup linky na jednej strane, v prípade kanban vláčiku by mohlo dochádzať k zápcham pri zásobovaní. Keďže na hlavnej zásobovacej trati by sa pohybovali frekventovane, mohli by vláčiky zásobujúce predmontáž brzdiť vláčiky, ktoré by sa chceli pohnúť ďalej a nakladať plné boxy (po vyložení prázdnych). Tento aspekt však nie je rozobratý do hĺbky, keďže projekt sa nezaoberá podrobne logistickou stránkou spoločnosti.

Nevýhodou môže byť tiež obťažnejšie zásobovanie zariadení zobrazených červenou farbou a zariadenia predmontáže pri base verzii, ktoré sú zo všetkých strán obklopené inými zariadeniami a tak by tam diely museli ručne dokladať zásobovači. To isté platí o týchto zariadeniach aj v prípade ich údržby, kedy bude pravdepodobne potrebné hýbať s ostatnými zariadeniami.

Nevýhodou odstránenia prípravkov je potreba nájsť miesto v inej časti haly a ich presun pri pretypovaní môže zabráť značnú časť potrebného času. Preto je potrebné ich do layoutu buď znova zahrnúť, alebo nájsť dostatočne efektívnejší spôsob využitia.

8.3 Variant 3

Tretím spôsobom je usporiadanie bunky do tvaru písmena L. Zložitejšie zariadenie, ktorým je vibračná zvaračka, je umiestnené „za rohom“, hoci je jedno z prvých, ktoré vstupujú do operácie. Priebežná temperačná pec je otočená vertikálne, nie horizontálne ako v predchádzajúcej variante. Podrobnejší layout sa nachádza v **Prílohe PX**.

V poslednom návrhu sa opäť berú do úvahy aj prípravky, ktoré sú umiestnené popri jednej zo zásobovacích ciest. Audit a tým pádom aj finálne balenia sú umiestnené na pôvodnom mieste.

8.3.1 Vyčíslenie zmien Var.3

Rozdiel využitia plochy v tomto layoute predstavuje o viac ako **32%**, resp. o **86,1 m²** menej priestoru ako v súčasnosti. Toto číslo je o približne 5% menšie ako v predchádzajúcej variante, stále však spĺňa požiadavky projektu.

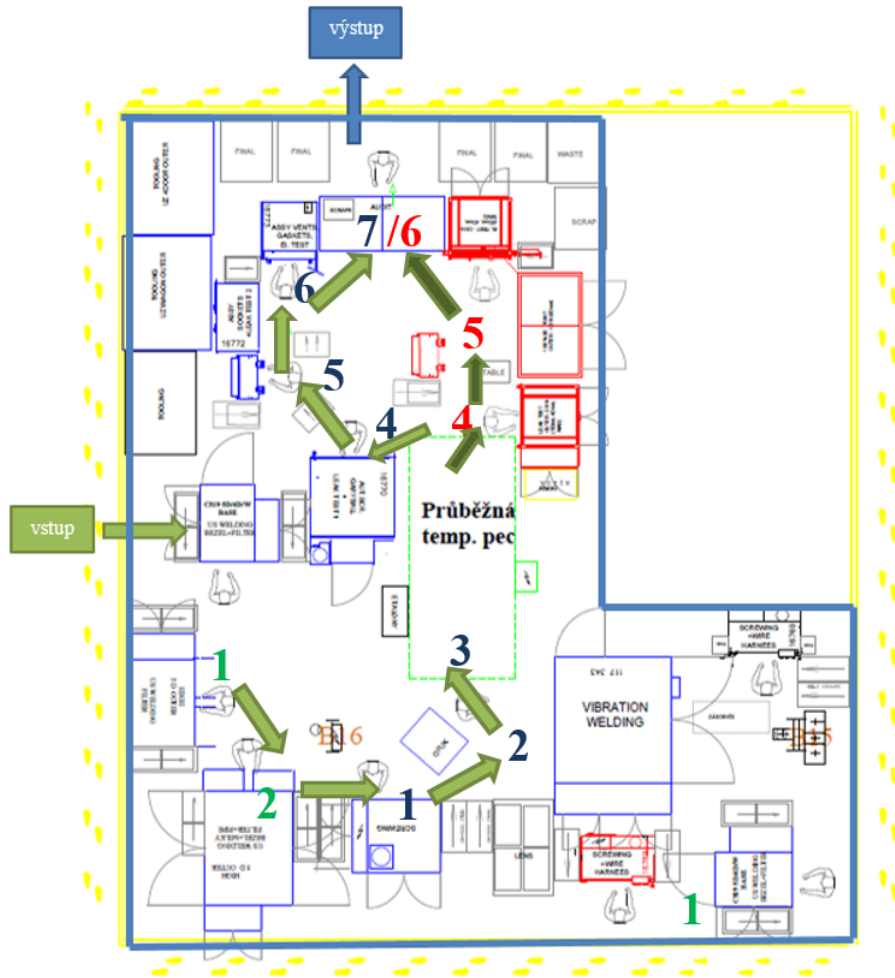
Tabuľka 20 – Využitie pracovnej plochy Var. 3 (vlastné spracovanie)

Využitá plocha (m ²)	
Celková ohraničená plocha (súčasná využitá plocha)	266,55
Využitá plocha pre výrobu	180,45
Voľná plocha	86,1
Podiel voči celkovej ploche	
Voľná plocha	32,30%
Využitá plocha	67,70%
Rozdiel oproti súčasnému stavu	
Súčasná využitá plocha - využitá plocha vo Var. 3	86,1
Podiel rozdielu voči súčasnému stavu	32,30%

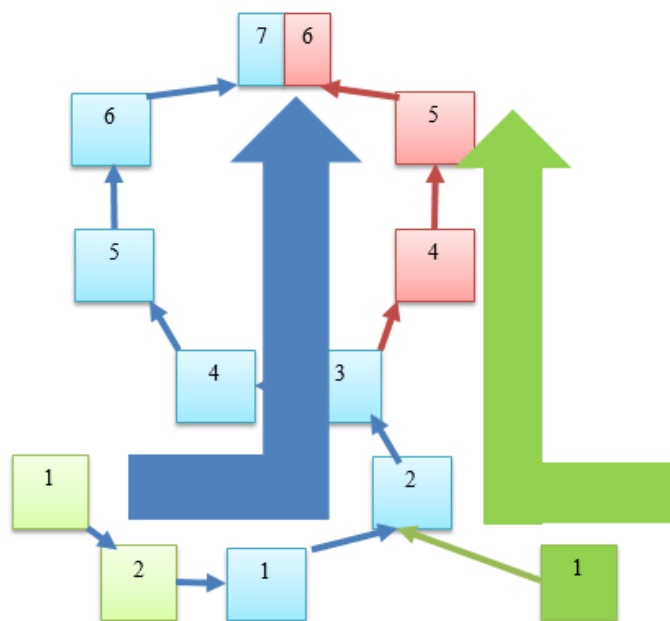
8.3.2 Tok výrobku Var. 3.

Ako bolo už spomenuté, usporiadanie bunky vo Var.2 je v tvare písmena L. Je tak v oboch prípadoch verzie produktu, kde sú jednotlivé toky zrkadlovito otočené. Výstup z predmontáže putuje k vibračnému zváraniu a temperačnej peci v strede bunky, odkiaľ sa systémom pull pohybuje až k finálnemu auditu a baleniu.

Layout sa snaží využiť celú dĺžku plochy a aj preto je temperačná pec umiestnená vertikálne.



Obrázok 23 - Návrh layoutu Var. 3 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie)



Obrázok 24 – Tok výrobku Var. 3 (vlastné spracovanie)

8.3.3 Výhody Var. 3

V prípade zásobovania kanban vláčikom, ktorý by privádzal prázdne boxy pre hotové výrobky a odvážal finálnu produkciu, by sa netvorili kolóny, keďže za priestorom auditu sa nenachádza žiadne miesto, ktoré potrebuje zásobovanie.

Na prvý pohľad je taktiež jasné, že pracovníci majú dostatok približne rovnakého priestoru pre manipuláciu a pohyb a nie sú stiesnení medzi zariadeniami. Môžu si tak vypomáhať, ako zatiaľ v každej variante a systémom pull riadiť výrobu a tok jedného kusu.

Čo sa údržby týka, väčšina zariadení sa otvára smerom von do uličky, preto aj ich údržba nebude veľký problém a bude pre ňu dostatok miesta. Nebude potrebné hýbať veľkým počtom okolitých zariadení a boxov.

Aj posledná varianta, ako aj tá druhá, spĺňa podmienky minimálne 20%-ného ušetrenia priestoru o viac ako polovicu.

Uvoľnený priestor linky je umiestnený vo vhodnej pozícii, kedy sa jedna jeho časť nachádza pri hlavnej zásobovacej uličke a druhá pri vedľajšej. To by mohlo byť v budúcich projektoch a menších výrobných bunkách výhodou pri zásobovaní nových zariadení.

8.3.4 Nevýhody Var. 3

Zariadenia označené červenou farbou, ktoré sa budú využívať pre nový projekt sa pri zásobovacej uličke nenachádzajú. Takže platí to isté, čo aj v prvej variante, teda že v prípade využitia prázdnej plochy pre nové zariadenia alebo iný účel bude obťažnejšie dostávať sa k nim.

Zariadenie vibračnej zväračky sa nachádza blízko stĺpa. To by nemusel byť problém, keďže aj jeho pomyselné otváranie dverí nedosahuje až k stĺpu. Nachádza sa na ňom však tzv. energomost, ktorý vedie energiu ďalej do haly ponad zariadenie zväračky a tak by mohlo byť obťažnejšie dostať sa k nemu cez vibračnú zväračku.

Poslednou nevýhodou tohto usporiadania je zariadenie predmontáže pre verziu base (zelené číslo 1), ktorá sa nachádza za zväračkou a tak by s každým párom svetiel musel tento operátor prechádzať niekoľko krokov k procesu montáže LED modulu do telesa a tam ich položiť na medzioperačný stolík.

8.4 Vyhodnotenie návrhov

Nasledujúca tabuľka porovnáva jednotlivé varianty layoutu vypracované v predchádzajúcich kapitolách po vyčíslení zmien a vyjadrení všetkých skonzultovaných výhod a nevýhod jednotlivých variantov.

Tabuľka 21 – Porovnanie návrhov layoutu (vlastné spracovanie)

Parametre	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Využitá plocha	220,27	166,43	180,45
Podiel uvoľnenej plochy	17,36%	37,56%	32,30%
Najväčšie výhody	Spojenie zariadení v jednej rovine	Najviac ušetrenej plochy	Splnenie cieľa ušetrenej plochy
	Efektívne zásobovanie časti linky	Bezprostredná blízkosť operátorov	Netvorenie kolón pri zásobovaní
	Plynulá viditeľnosť toku jedného kusu	Dodržanie umiestnenia výstupu	Dodržanie umiestnenia výstupu
Najväčšie nevýhody	Nesplnenie cieľa ušetrenej plochy	Odstránenie prípravkov - spomalenie pretypovania	Vzdialenejšie zariadenie predmontáže base
	Výstup pri vedľajšej zásobovacej uličke	Možnosť výskytu zápch pri zásobovaní	Sťažený prístup k energomostu

Keby sa mal projekt rozhodovať iba na základe vyčíslenia nového využitia plochy, najvyššie percento úspor v layoute dosahuje **Var. 2** (37,56%). Je však dôležité zamyslieť sa nad všetkými plusmi a mínusmi, ktoré každá varianta so sebou nesie.

Hoci sa prvý návrh môže zdať ako najnevhodnejší, jeho obrovskou výhodou je najviac priestoru pre plynulosť toku, hoci nespĺňa stanovený cieľ 20% úšetrenia plochy,

Tretí návrh je tzv. strednou cestou, ktorá spĺňa cieľ práce a zároveň neodstraňuje z pracoviska pôvodné prípravky spolu s umiestnením výstupu na stanovenom mieste.

Pre projekt je v momentálnej situácii nevhodné rozhodnúť na isto, ktorý návrh by mal byť finálnou formou layoutu v procese modernizácie. Projekt diplomovej práce je totižto časťou celkových zmien výroby a tak môže dôjsť napríklad k zmene parametrov novej technológie zo strany dodávateľov, presunu celej linky na úplne iné miesto v hale alebo výmene ostatných zariadení a tak zmene ich parametrov.

8.5 Využitie ušetrenej plochy

Snahou projektu je efektívne využitie plochy spojené s ušetrením časti jej súčasného stavu. Dôvodov pre samotné vypracovanie projektu je niekoľko. Portfólio spoločnosti VLS postupne rastie, to znamená, že sa neustále pracuje na zaistení plochy pre nové projekty svetlometov a svietidiel, teda pre zariadenia a pracovníkov na ich výrobu. Problémom spoločnosti je zložité hľadanie nových pracovných plôch v okolí závodu a tak sa snaží zefektívniť využitie tých súčasných. V ušetrenom mieste všetkých variant by sa tak mohlo z krátkodobého hľadiska nachádzať miesto predmontáže nového projektu, keďže zariadení predmontáže nie je tak moc.

Z dlhodobého hľadiska sa súčasné rozloženie liniek môže spojiť s inými zariadeniami montáže tej istej značky produktu, ktoré by spolu na základe požiadaviek zákazníka využívali priebežnú temperačnú pec a audit. Tak by výstup temperačnej pece mohol viesť k trom druhom zariadení (v súčasnom projekte vedie k dvom) a využitie pece by bolo ešte vyššie. Výroba rôznych druhov produktov by však neprebíhala simultánne, ale podľa požiadaviek sa vždy vyrába len jeden druh.

Iným využitím plochy je tzv. Kardex, teda prostriedok efektívneho uloženia prípravkov, ktoré slúžia k pretypovaniu výroby na iný druh výrobku. Kardex uskladňuje tieto prípravky nie len v rámci plochy ale aj do výšky. Výhodou oproti súčasnému uskladňovaniu prípravkov priamo popri zariadeniach je oveľa menšie využitie plochy, prehľadnosť a nemenej dôležité je aj skrátenie pretypovania výroby. V prípade využitia plochy pre Kardex by bol najvhodnejší Var. 2, ktorý už vo svojom layoute prípravky odstraňuje a tak vzniká pre Kardex dostatok miesta.

9 PROCESNÁ ANALÝZA PRE VŠETKY VARIANTY

Hoci návrhy projektovej časti práce obsahujú viacero variant usporiadania pracoviska, procesy zostávajú takmer nemenné. K pôvodným procesom sú však pridané procesy predmontáže pre obe verzie. V Prílohe P XI a XII sú zobrazené procesné analýzy po zásadných zmenách, ktoré v projektovej časti nastávajú, a to:

- Zrušenie predmontáže na pôvodnom mieste a jej presun na linku montáže, čo vedie k zrušeniu transportu predmontovaných prvkov na montáž a k zrušeniu medzioperačných balení
- Zrušenie transportu temperačných vozíkov do a z temperačnej pece
- Zrušenie skladovacieho miesta pre temperačné vozíky - dokopy na 4 miestach linky
- Zrušenie času čakania na temperovanie kusov

9.1 Vyčíslenie nových parametrov linky

Nasledujúca tabuľka tak bližšie numericky popisuje zmeny v parametroch linky, ktoré sú rovnaké pre všetky varianty layoutu.

Tabuľka 22 – Porovnanie súčasnej a projektovej procesnej analýzy (vlastné spracovanie)

Porovnanie súčasnej a projektovej procesnej analýzy			
High verzia			
	Plocha skladovania (m ²)	Vzdialenosť (m)	Čakanie (min)
Súčasnosť	21,375	136,49	60
Projekt	0	3	0
Rozdiel	21,375	133,49	60
Pomer	100%	97,80%	100%
Base verzia			
Súčasnosť	21,375	143,85	60
Projekt	0	3	0
Rozdiel	21,375	140,85	60
Pomer	100%	97,91%	100%

Medzi najväčšie pozitívne zmeny patrí **zrušenie plochy skladovania** temperačných vozíkov, ktorá tým ušetrí 21,375 m². Po implementácii temperačnej pece sa tiež o 100% zníži **čakacia doba** potrebná na temperovanie kusov, keďže nová technológia bude pracovať na princípe priebežnej pece a tak sa tiež nebudú tvoriť **žiadne medzioperačné zásoby**.

O viac ako **97%** sa zníži vzdialenosť, ktorú musia určití operátori (alebo zásobovači) prejsť nad rámec svojej práce, pri ktorej pridávajú výrobkom hodnotu. Tým pádom sa zníži plytvanie v podobe nadmerného pohybu o približne **133 m** v prípade high verzie a **140 m** v prípade base verzie. Tieto pohyby zahŕňajú prevoz kusov z predmontáže na linku montáže a presun temperačných vozíkov z a do pece.

V oboch verziách ostane transport, ktorý zahŕňa iba presun telesa na a z medzioperačného stola, ktorý je nevyhnutný pre lepenie gore membrány na teleso. Keďže pre túto činnosť neexistuje žiadne zariadenie ani miesto v súčasných zariadeniach, medzioperačný stolík na prevedenie operácie ostane na linke a súčet vzdialeností transportu činí stále **3 metre**, čo je v projektovej časti jediná vzdialenosť väčšia ako tá bezprostredne pri zariadení, ktorú musí operátor (obsluhujúci dve zariadenia) prejsť.

V prípade **počtu jednotlivých operácií** na linke sa oproti súčasnému stavu ich počet v prípade high verzie **zvýši o 7**, v prípade base **o 3**. Jednotlivé stanoviská a ich operácie samozrejme medzi sebou zahŕňajú **aj kontrolu**, ktorá je prevádzaná pomerne často, a tak sa kontrola jednotlivými pracovníkmi z dôvodu pridania procesov predmontáže **zvýši o 3** pri high verzii a **o 2** pri base. Pri kontrole každým pracovníkom sa znižuje pravdepodobnosť zmetkovosti, čo podporuje aj systém neustáleho zlepšovania, kedy je kontrola prevádzaná priamo sa pracovisku. Pri zvýšení počtu operácií na linke je zas **využitelnosť plochy vyššia a efektívnejšia**.

9.2 Plytvanie časom a transportom

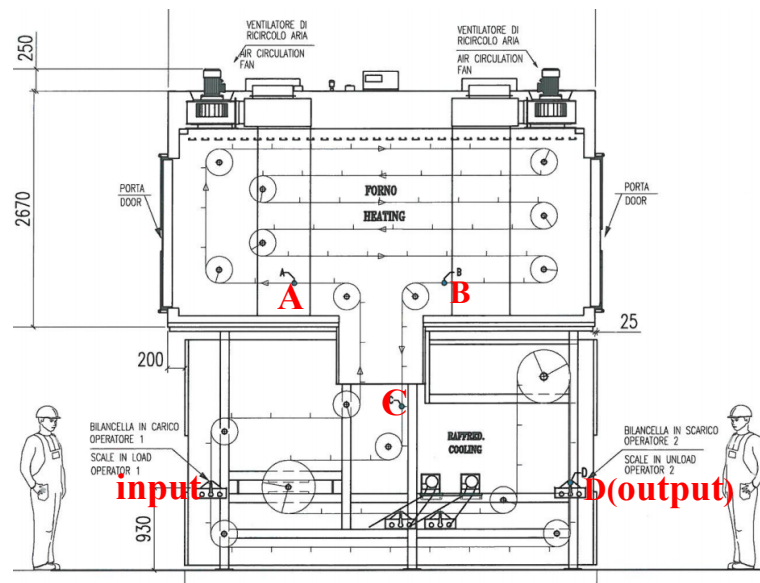
Na základe priameho merania pomocou chronometráže a grafického znázornenia chôdze pomocou Spaghetti diagramu bolo v analytickej časti rozobrané množstvo času, ktorým sa plytvá v súčasnom stave kvôli transportu temperačných vozíkov. Pri implementácii ktorejkoľvek varianty nového layoutu spolu s novou technológiou temperovania sa čas chôdze eliminuje a tak dôjde k odstráneniu plytvania. Pracovníci sa budú pohybovať iba vo svojom vymedzenom priestore a nebudú musieť každých 14 párov svetiel strácať čas chôdzou.

10 ROZPRACOVANÁ VÝROBA

Jedným z prínosov implementácie novej technológie by malo byť zníženie množstva rozpracovanej výroby. Nasledujúca kapitola priblíži zjednodušený princíp novej technológie a bude posudzovať efektivitu jej využitia z pohľadu rozpracovanej výroby.

10.1 Nová technológia

Základným rozdielom medzi aktuálnou a plánovanou pecou je priebežné temperovanie a chladenie v prípade novej technológie. Obr. 25 znázorňuje nový model pece, kde na ľavej strane operátor nakladá pár svetiel, pričom nový požadovaný takt zo strany zákazníka je 55 sekúnd. Každý pár svetiel je nakušaný v tzv. košoch, ktoré sa postupne posúvajú vnútri zariadenia. Medzi bodmi A a B dochádza k procesu temperovania a medzi bodmi C a D k procesu chladenia, aby mali produkty požadovanú teplotu 45° pri vyňatí z pece pri operátorovi na pravej strane (bod D).



Obrázok 25 – Nová technológia temperovania (interné materiály spoločnosti)

10.2 Množstvo rozpracovanej výroby

Na základe dostupných údajov spoločnosti a dodávateľa zariadenia bola najprv spracovaná Tab. 23, ktorá zobrazuje množstvo rozpracovanej výroby počas skráteného taktu 55 sekúnd, kedy je kapacita 96 košov (192 svetiel) rozdelená do rôznych častí zariadenia. Posledných 11 košov, ktoré sú presune z bodu D k inputu zariadenia, neobsahuje žiadne kusy.

Tabuľka 23 – Rozpracovaná výroba – nová technológia (vlastné spracovanie)

Rozpracovaná výroba			
Umiestnenie	Počet košov	Počet kusov	Funkcia
Input - A	11	22	Presun
A - B	50	100	Temperovanie, presun
B - C	4	8	Presun
C - D (Output)	20	40	Chladienie, presun
D - Input	11	0	Presun prázdnych košov
Dokopy	96	170	

Konkrétny proces temperovania a chladienia, ktorý je nevyhnutný pre celkový proces výroby dokopy obsahuje **140** kusov svetiel (A - B + C - D). Tieto produkty v jeden moment prechádzajú danou rýchlosťou na základe taktu buď jedným alebo druhým procesom.

Tabuľka 24 – Rozbor kusov v zariadení (vlastné spracovanie)

Rozbor kusov v zariadení	
Počet ks spolu	170
Počet ks v temperovaní a chladiení	140
Pomer	82,35%
Počet ks v presune	30
Pomer	17,65%

Ďalších **30** svetiel je v pohybe k jednej alebo druhej operácii (Input – A + B - C), takže na týchto produktoch nie je v tom čase vykonávaný žiadny proces prídávajúci hodnotu. To môže značiť menšiu nevýhodu zariadenia, kde **17,65%** rozpracovaných kusov v zariadení práve *nevykonáva hodnotvorný proces* a tak predstavuje ďalšiu formu plytvania.

Na základe dostupných údajov o procesnom čase temperovania a chladenia a taktu výroby boli tiež vypočítané časy potrebných presunov. Celkový **procesný čas**, teda čas, *odkedy je jeden pár svetiel založený do zariadenia, až pokiaľ je vybraný na druhej strane* ďalším operátorom je **77,85 minút**. Ďalších 10,1 minúty je čas presunu prázdnych košov k nakladaniu. Celkový čas prejdenia jedného cyklu je teda **87,95 minúty**.

V súčasnosti je procesný čas temperačnej pece **60 minút**, no je dôležité pripomenúť, že väčšina kusov, ktoré sú do pece vkladané, neprechádzajú procesom okamžite, no musia čakať na naplnenie pece doplna, čo môže v prípade prvého vozíka byť ďalších približne **2x 14 minút**, čo dáva v súčte s procesným časom pece dokopy **takmer 90 minút**. Vytemperované kusy tiež po vybratí nemôžu ísť hneď na ďalšie spracovanie a musia čakať na vychladenie.

Tabuľka 25 – Procesné časy temperovania (vlastné spracovanie, interné údaje)

Procesné časy temperovania	Čas (sek)	Čas (min)
Takt / pár	55	0,92
Procesný čas temperovania	2750	45,8
Procesný čas chladenia	1100	18,3
Čas presunu (ostatné)	825	13,75
Procesný čas dokopy	4675	77,85
Čas presunu (prázdne koše)	605	10,1
Celkový čas cyklu koša	5280	87,95

Je dôležité podotknúť, že procesný čas 77,85 min nie je časom, za ktorý ja vyprázdnený celý obsah zariadenia, teda 170 ks. Je to čas procesu pre jeden pár, no počet kusov, rýchlosť procesu a posunu by mali byť dodávateľom navrhnuté tak, aby spĺňali tak 55 sekúnd (0,92 min) a tak aby každých 55 sekúnd bolo možné zo zariadenia vybrať hotové kusy na ďalšie spracovanie.

10.3 Porovnanie so súčasným stavom

Porovnanie rozpracovanej výroby je znázornené Tab. 26, kde voči oficiálnemu PFEP by bolo množstvo nedokončenej výroby menšie o **586** kusov a v prípade priemeru z pozorovania o **481 ks**. Počet kusov pri použití novej technológie by predstavoval iba 22,49% (PFEP) a 26,11% (pozorovanie) z pôvodných rozpracovaných kusov, čo je o **77,51% a 73,89% menej**.

Tabuľka 26 – Porovnanie projektovej technológie so súčasným stavom
(vlastné spracovanie)

Porovnanie so súčasným stavom	
Množstvo rozpracovanej výroby	ks
PFEP	756
Priemer (pozorovanie)	651
Nová technológia	170
Rozdiel voči PFEP	-586
Rozdiel voči priemeru	-481
Pomer k	%
PFEP	22,49%
Priemeru	26,11%

Všetky tieto porovnané údaje poskytujú pozitívny pohľad na využitie novej technológie, keďže oproti súčasnému stavu sa množstvo rozpracovanej výroby zníži o približne tri štvrtiny, čo predstavuje veľké finančné úspory peňazí, ktoré sú viazané v nedokončených výrobkoch.

Finančné ohodnotenie úspor v návrhovej časti nebolo možné z dôvodu nedostupnosti údajov pre projekt. Taktiež to nebol jeden z cieľov projektu.

ZÁVER

Diplomová práca sa venovala projektu zvýšenia efektivity využitia výrobných plochy v spoločnosti Varroc Lighting Systems, s.r.o. K cieľu projektu patrila zároveň úspora výrobných plochy spojená so znížením medzioperačných balení. Dôležitým aspektom bolo posúdenie využitia novej technológie ako dopad na zníženie rozpracovanej výroby na pracovisku.

V úvode práce bola vypracovaná literárna rešerš, ktorá slúži ako podklad pre pochopenie problematiky priemyselného inžinierstva. Tá bola zameraná najmä na druhy plynutia a s ním spojený pojem štíhlej výroby a štíhleho layoutu, ktorý bližšie špecifikuje usporiadanie pracoviska vo výrobných bunkách. Teoretická časť práce je tiež doplnená o podklady pre tvorbu analýz súčasného stavu a uzatvorená nástrojmi projektového riadenia.

Analytická časť práce bola uvedená predstavením spoločnosti. Najprv bola popísaná linka montáže pomocou procesnej analýzy a vyčíslenia plochy ku konkrétnym účelom. Pre lepšie zviditeľnenie plynutia bol využitý Spaghetti diagram, ktorý poukazoval na zbytočné pohyby vybraných pracovníkov, ktoré vedú k neplynulosti procesu. Pomocou chronometráže týchto pracovníkov bolo plynutie chôdzou počas zmeny vyčíslené na takmer 10 a 13 minút. Ďalej bola analyzovaná linka predmontáže tiež pomocou procesnej analýzy a vyčíslenia plochy, ktorá zaberá skoro 43 m² a nachádza sa v inej časti výrobných haly. Z analytickej časti vyplýva niekoľko problémov a nedostatkov linky a jej procesu najmä v podobe plynutia.

Na základe zistených skutočností bol definovaný projekt a jeho zamerania. SWOT analýza, logický rámec a RIPRAN analýza slúžia v úvode projektovej časti k upresneniu úloh projektu, jeho možných rizík, dopadov a smerov. Ďalej sú postupne spracované jednotlivé návrhy nového layoutu linky, ktoré sú dokopy tri. Tie obsahujú bližšie vyčíslenie úspor oproti súčasnému stavu ako aj svoje výhody a nevýhody. Nasleduje ich porovnanie a vyhodnotenie. Žiaden z návrhov však nebol vybraný ako najvhodnejší keďže existuje viacero aspektov, s ktorými treba v budúcnosti počítať, hoci na základe úšetrnosti 37,56% pôvodnej plochy by to bol Var. 2. V projektovej časti je taktiež vypracovaná nová procesná analýza, ktorá je rovnaká pre všetky tri varianty layoutu a sú v nej viditeľne zobrazené zlepšenia, ktoré projekt môže priniesť. V závere práce je posúdená vhodnosť využitia novej technológie spolu s vyčíslením rozpracovanosti výroby.

Z vypracovaných analýz a z nich plynúcich návrhov a prínosov boli splnené ciele projektu a tak zostáva na spoločnosti, či im v budúcnosti poslúžia k modernizácii procesov a celkovej výroby.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

BOBÁK, Roman. Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2011, 159 s. ISBN 978-80-02-02354-8.

BOBÁK, Roman. Výrobní systémy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2001, 170 s. ISBN 8073180154.

DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, vii, 212 s. ISBN 80-7043-416-3.

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.

DOLEŽAL, Jan. Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů. Praha: Grada Publishing, 2016, 418 s. Expert. ISBN 978-80-247-5620-2.

DVOŘÁK, Drahošlav. Řízení projektů: nejlepší praktiky s ukázkami v Microsoft Office. Brno: Computer Press, 2008, 244 s. ISBN 978-80-251-1885-6.

GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.

CHARRON, Rich. The lean management systems handbook. Boca Raton, FL: CRC Press, c2015, xxv, 523 s. ISBN 978-1-4665-6435-0.

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

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

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. Brno: Computer Press, 2005, viii, 314 s. Business books. ISBN 80-251-0850-3.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002, 424 s. Expert. ISBN 80-247-0199-5.

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

KOŠTURIAK, Ján. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

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.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov. Žilina: Georg, 2013, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 3 sv. ISBN 978-0-470-24182-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

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

Internetové zdroje:

Buňky. [online]. 2017 [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Bunky.htm>

DOSTÁL, Dušan, 2015. *Projektování výrobních buněk*. [online]. 2015 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/5542731-Projektovani-vyrobnich-bunek.html>

Charakteristika metody RIPRANTM. [online]. 2015 [cit. 2017-03-012]. Dostupné z: <http://ripran.cz/>

Jednotlivé metody a nástroje (I-P). [online]. 2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>

KOŠTURIAK, Ján, 2017. *Inovácie*. In: *Ipaslovakia* [online]. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/inovacie>

KRIŠŤAK, Jozef, 2007. *Časové studie*. In: *Ipaslovakia* [online]. [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/casove-studie>

VAVRUŠKA, Jan, 2011. *Analýza a měření práce* [online]. 2011 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/32376357-Analyza-a-mereni-prace-systemy-predem-urceny-ch-casu.html>

Projektové riadenie. [online]. 2017 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/projektove-riadenie>

Riadenie projektov. [online]. 2013 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://managementmania.com/sk/riadenie-projektov>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

Atd.	A tak ďalej
FIFO	First In First Out
JIT	Just In Time
ks	Kus
Obr.	Obrázok
OPT	Optimized Production Technology
PFEP	Place for every part
PI	Priemyselné inžinierstvo
Resp.	respektíve
Tab.	Tabuľka
VLS	Varroc Lighting Systems
VZV	Vysoko zdvižný vozík

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obrázok 1 - Trojdimenzionálny rozmer priemyselného inžinierstva (Chromjaková, 2013, s.6)</i>	13
<i>Obrázok 2 – 7+1 druhov plytvania (Mašín, Vytlačil, 2000, s.45)</i>	19
<i>Obrázok 3 – Priamy tok (vlastné spracovanie)</i>	24
<i>Obrázok 4 – Bunka v tvare písmena „L“ (vlastné spracovanie)</i>	24
<i>Obrázok 5 – Spine typ výrobnjej bunky (vlastné spracovanie)</i>	25
<i>Obrázok 6 – Bunka pre jednokusový tok v tvare písmena U (Liker, 2007, s.133).....</i>	25
<i>Obrázok 7 – Rozdiel medzi systémom tlaku a ťahu (Košturiak, Frolík, 2006, s.170) 26</i>	
<i>Obrázok 8 - Pohyby, práca a plytvanie (Mašín, 2003, s.30)</i>	30
<i>Obrázok 9 – História spoločnosti (interné materiály spoločnosti).....</i>	35
<i>Obrázok 10 – Svetlomet Škoda Karoq (interné materiály spoločnosti).....</i>	36
<i>Obrázok 11 – Jaguar F-pace zadné osvetlenie (interné materiály spoločnosti)</i>	37
<i>Obrázok 12 – Hodnoty spoločnosti VLS (interné materiály spoločnosti)</i>	37
<i>Obrázok 13 – Layout súčasného stavu montážnej linky (interné materiály spoločnosti, vlastné spracovanie)</i>	40
<i>Obrázok 14 – Materiálový tok montáže (vlastné spracovanie)</i>	42
<i>Obrázok 15 - Založené sklo na telesách v prípravku (vlastné spracovanie)</i>	43
<i>Obrázok 16 - Priemerné množstvo rozpracovanej výroby v kusoch pri pozorovaní (vlastné spracovanie)</i>	48
<i>Obrázok 17 – Spaghetti diagram súčasného stavu (vlastné spracovanie)</i>	50
<i>Obrázok 18 – Layout predmontáže (interné materiály spoločnosti, vlastné spracovanie)</i>	53
<i>Obrázok 19 - Návrh layoutu Var. 1 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie).....</i>	65
<i>Obrázok 20 – Tok výrobku Var. 1 (vlastné spracovanie)</i>	65
<i>Obrázok 21 - Návrh layoutu Var. 2 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie).....</i>	68
<i>Obrázok 22 – Tok výrobku Var. 2 (vlastné spracovanie)</i>	68
<i>Obrázok 23 - Návrh layoutu Var. 3 s ušetrenou plochou (vlastné spracovanie).....</i>	71
<i>Obrázok 24 – Tok výrobku Var. 3 (vlastné spracovanie)</i>	71
<i>Obrázok 25 – Nová technológia temperovania (interné materiály spoločnosti)</i>	77

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tabuľka 1 – Symboly procesnej analýzy (API, 2017)</i>	29
<i>Tabuľka 2 – Plocha linky (v m²) pre zariadenia a ostatné (vlastné spracovanie)</i>	45
<i>Tabuľka 3 – Plocha linky (v m²) zabraná kvôli temperovaniu (vlastné spracovanie)</i>	45
<i>Tabuľka 4 – Množstvo rozpracovanej výroby podľa Place for every part v ks (vlastné spracovanie)</i>	46
<i>Tabuľka 5 – Množstvo rozpracovanej výroby počas pozorovania v ks (vlastné spracovanie)</i>	47
<i>Tabuľka 6 – Namerané hodnoty chronometráže (vlastné spracovanie)</i>	51
<i>Tabuľka 7 – Vyčíslenie plytvania časom a chôdzou (vlastné spracovanie)</i>	52
<i>Tabuľka 8 – Kusy pre prvú operáciu predmontáže (vlastné spracovanie)</i>	54
<i>Tabuľka 9 – Kusy pre druhú operáciu predmontáže (vlastné spracovanie)</i>	55
<i>Tabuľka 10 – Kusy pre zariadenie predmontáže base verzie (vlastné spracovanie)</i> ..	56
<i>Tabuľka 11 – Využitá plocha predmontáže (vlastné spracovanie)</i>	56
<i>Tabuľka 12 – Vyčíslenie medzioperačných balení a rozpracovanej výroby na predmontáži (vlastné spracovanie)</i>	57
<i>Tabuľka 13 – Definovanie projektu (vlastné spracovanie)</i>	58
<i>Tabuľka 14 - Výpočet celkovej pravdepodobnosti rizík (vlastné spracovanie)</i>	61
<i>Tabuľka 15 – Možné dopady rizík (vlastné spracovanie)</i>	61
<i>Tabuľka 16 – Možné celkové hodnoty rizík (vlastné spracovanie)</i>	61
<i>Tabuľka 17 – Harmonogram projektu (vlastné spracovanie)</i>	62
<i>Tabuľka 18 - Využitie plochy vo Var. 1 (vlastné spracovanie)</i>	64
<i>Tabuľka 19 - Využitie pracovnej plochy Var. 2 (vlastné spracovanie)</i>	67
<i>Tabuľka 20 – Využitie pracovnej plochy Var. 3 (vlastné spracovanie)</i>	70
<i>Tabuľka 21 – Porovnanie návrhov layoutu (vlastné spracovanie)</i>	73
<i>Tabuľka 22 – Porovnanie súčasnej a projektovej procesnej analýzy (vlastné spracovanie)</i>	75
<i>Tabuľka 23 – Rozpracovaná výroba – nová technológia (vlastné spracovanie)</i>	78
<i>Tabuľka 24 – Rozbor kusov v zariadení (vlastné spracovanie)</i>	78
<i>Tabuľka 25 – Procesné časy temperovania (vlastné spracovanie, interné údaje)</i>	79
<i>Tabuľka 26 – Porovnanie projektovej technológie so súčasným stavom (vlastné spracovanie)</i>	80

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I:	Procesná analýza montáže
Príloha P II:	Chronometráž pracovníkov
Príloha P III:	Procesná analýza predmontáže
Príloha P IV:	SWOT Analýza projektu
Príloha P V:	Logický rámec projektu
Príloha P VI:	RIPRAN Analýza projektu
Príloha P VII:	Miesto zrušenia predmontáže
Príloha P VIII:	Variant 1.
Príloha P IX:	Variant 2.
Príloha P X:	Variant 3.
Príloha P XI:	Procesná analýza – High verzia
Príloha P XII:	Procesná analýza – Base verzia

PRÍLOHA P II: CHRONOMETRÁŽ PRACOVNÍKOV

Pracovník vibračného zvarania									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
58,83	56,85	54,94	56,48	59,39	52,94	51,96	53,39	56,93	54,8
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
51,06	55,95	53,09	56,53	<u>70,97</u>	53,68	54,12	55,07	56,75	53,6
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
52,36	57,24	55,26	57,36	58,42	53,16	52,21	53,05	<u>71,33</u>	54,26
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
54,23	53,75	55,39	56,12	58,64	58,15	56,59	58,84	57,67	53,81
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
55,75	<u>74,52</u>	54,22	57,29	56,86	57,59	53,96	57,65	54,95	56,26
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
59,34	56,64	52,19	56,69	<u>76,14</u>	53,64	57,68	56,45	56,93	55,31
Pracovník testu tesnosti									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53,05	53,7	50,28	52,11	54,12	57,22	59,72	50,51	52,39	58,84
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
53,12	52,65	53,27	54,96	<u>80,64</u>	52,32	53,64	54,68	53,59	56,67
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
53,23	53,64	55,74	54,21	51,29	57,62	53,34	52,69	<u>77,16</u>	54,81
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
53,66	54,25	54,74	53,29	56,11	54,31	53,58	56,82	55,48	53,62
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
52,64	<u>77,65</u>	54,64	53,22	53,84	52,18	54,51	53,38	54,21	55,19
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
53,54	52,17	56,32	54,27	<u>80,21</u>	52,67	53,68	53,96	53,7	55,17

PRÍLOHA P III: PROCESNÁ ANALÝZA PREDMONTÁŽE

Por.č.	PROCES (high verzia)	Operácia	Transport	Kontrola	Skladovanie	Čakanie	Čas (min)	Vzdialenosť (m)	Plocha (m2)	Počet pracovníkov
1.1	Vizuálna kontrola masky			☒						1
1.2	Montáž svetlovodu do masky	○								
1.3	Montáž milky filtra do masky	○								
2.1	Vizuálna kontrola podskupiny			☒						1
2.2	Ultrazvukové zvarovanie filtra	○								
2.3	Montáž kabeláže	○								
2.4	Tavenie LED a LDM	○								
2.5	Kontrola hotových kusov			☒						
2.6	Balenie	○								
2.7	Transport		⇓					113,19		1
	Celkom	6	1	3	0	0	0	113,19	0	3
Por.č.	PROCES (base verzia)	Operácia	Transport	Kontrola	Skladovanie	Čakanie	Čas (min)	Vzdialenosť (m)	Plocha (m2)	Počet pracovníkov
1.1	Vizuálna kontrola masky			☒						1
1.2	Ultrazvukové zvarovanie masky a filtra	○								
1.3	Kontrola hotových kusov			☒						
1.4	Balenie	○								1
1.5	Transport		⇓					120,55		
	Typy procesov celkom	2	1	2	0	0	0	120,55	0	2

PRÍLOHA P IV: SWOT ANALÝZA PROJEKTU

Silné stránky	<i>Váha</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Celkom</i>	Slabé stránky	<i>Váha</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Celkom</i>
použitie novej technológie	0,3	4	1,2	kapacita výrobnjej plochy	0,3	3	0,9
rozhodnutie inovovať	0,35	3	1,05	interná logistika	0,25	3	0,75
kvalita výrobkov	0,2	3	0,6	interná komunikácia	0,25	2	0,5
využívanie metód PI	0,15	3	0,45	zdieľanie informácií	0,2	2	0,4
<i>Celkom</i>	1		3,3	<i>Celkom</i>	1		1,65
Príležitosti	<i>Váha</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Celkom</i>	Hrozby	<i>Váha</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Celkom</i>
zníženie rozpracovanej výroby	0,25	3	0,75	neprispôsobenie nových technológií	0,25	4	1
zníženie medzioperačných balení	0,2	3	0,6	výskyt úzkych miest	0,2	3	0,6
tok jedného kusu	0,2	4	0,8	zrýchlenie zákaznickeho taktu	0,25	2	0,5
úspora výrobnjej plochy	0,35	4	1,4	zmena rozmerov zariadení	0,3	3	0,9
<i>Celkom</i>	1		3,55	<i>Celkom</i>	1		3

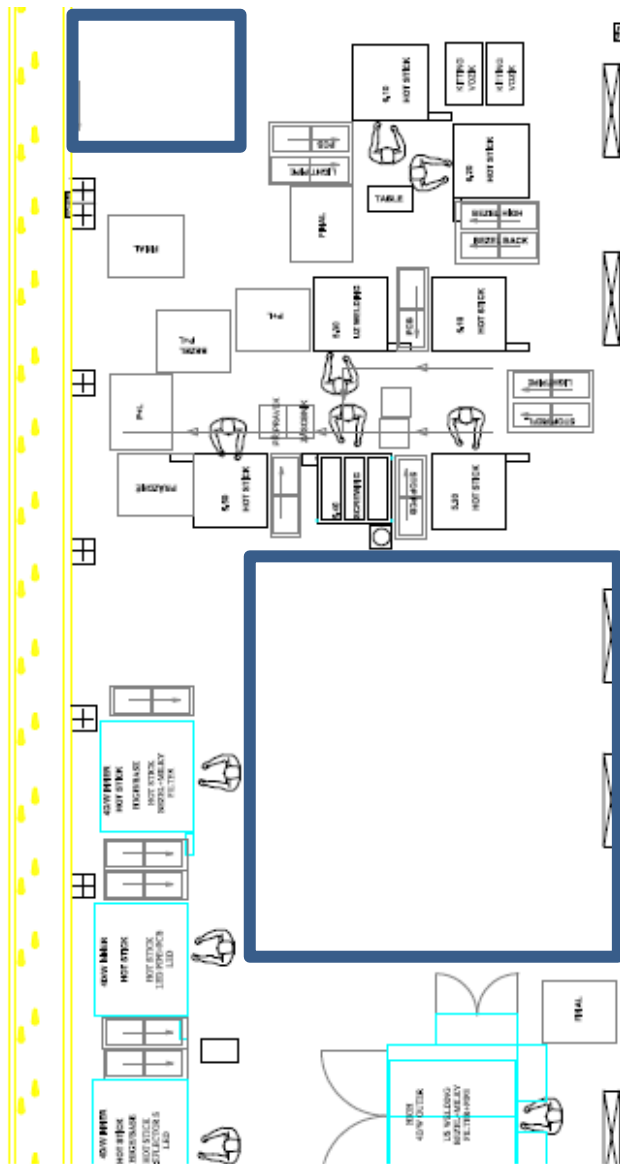
PRÍLOHA P V: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Popis projektu	Strom cieľov	Objektívne overiteľné ukazovatele	Zdroje overenia ukazovateľov	Predpoklady a Riziká
Hlavný cieľ	Efektívne využitie výrobných plochy	Posudok DP	IS/STAG	Chyby v zbere dát, chybné výpočty a analýzy, zrušenie presunu predmontáže
Cieľ projektu	Úspora výrobných plochy	Úspora plochy o 20%	AutoCAD	
	Zníženie medzioperačných balení	Zníženie balení o 90%	Výpočty v projektovej časti DP	
	Zníženie rozpracovanej výroby	Menšie množstvo rozpracovanej výroby o 30%		Neochota spolupráce na projekte zo strany spoločnosti
Výstupy	Vyhodnotenie zberu dát	Analýza súčasného stavu	Analytická časť DP	Nedostatočná komunikácia s vedením, podcenenie náročnosti projektu a jeho súvislostí
	Zmena layoutu	Návrh nového layoutu	Projektová časť DP, AutoCAD	
	Voľná pracovná plocha		Nová procesná analýza	Projektová časť DP
	Zrušený medzioperačný transport			
Aktivity	Aktivity	Prostriedky	Harmonogram projektu	
	Zoznámenie sa s výrobou	Mentor, kolegovia	November 2017	Neefektívna zmena layoutu, nepresné výpočty
	Zber dát	AutoCAD, interné materiály spoločnosti, pracovné postupy, pozorovanie	November 2017 - Január 2017	Predbežné podmienky
	Analýza súčasného stavu	Zamestnanci, AutoCAD,	Január 2017 - Február 2017	Podpora zo strany spoločnosti, mentora
	Spaghetti diagram, procesná analýza	Pozorovanie, pracovné postupy		
	Optimalizácia materiálového toku	VSM		
	Analýza plytvania na linke	AutoCAD, Excel, Spaghetti diagram		Zaučanie zo strany kolegov
	Definovanie úzkych miest linky	Zamestnanci, Procesná analýza	Február 2017 - Apríl 2017	Záujem zo strany spoločnosti o vypracovanie projektu
	Návrh nového layoutu	AutoCAD		
	Vyhodnotenie úspor zo zmeny layoutu	AutoCAD, Excel		

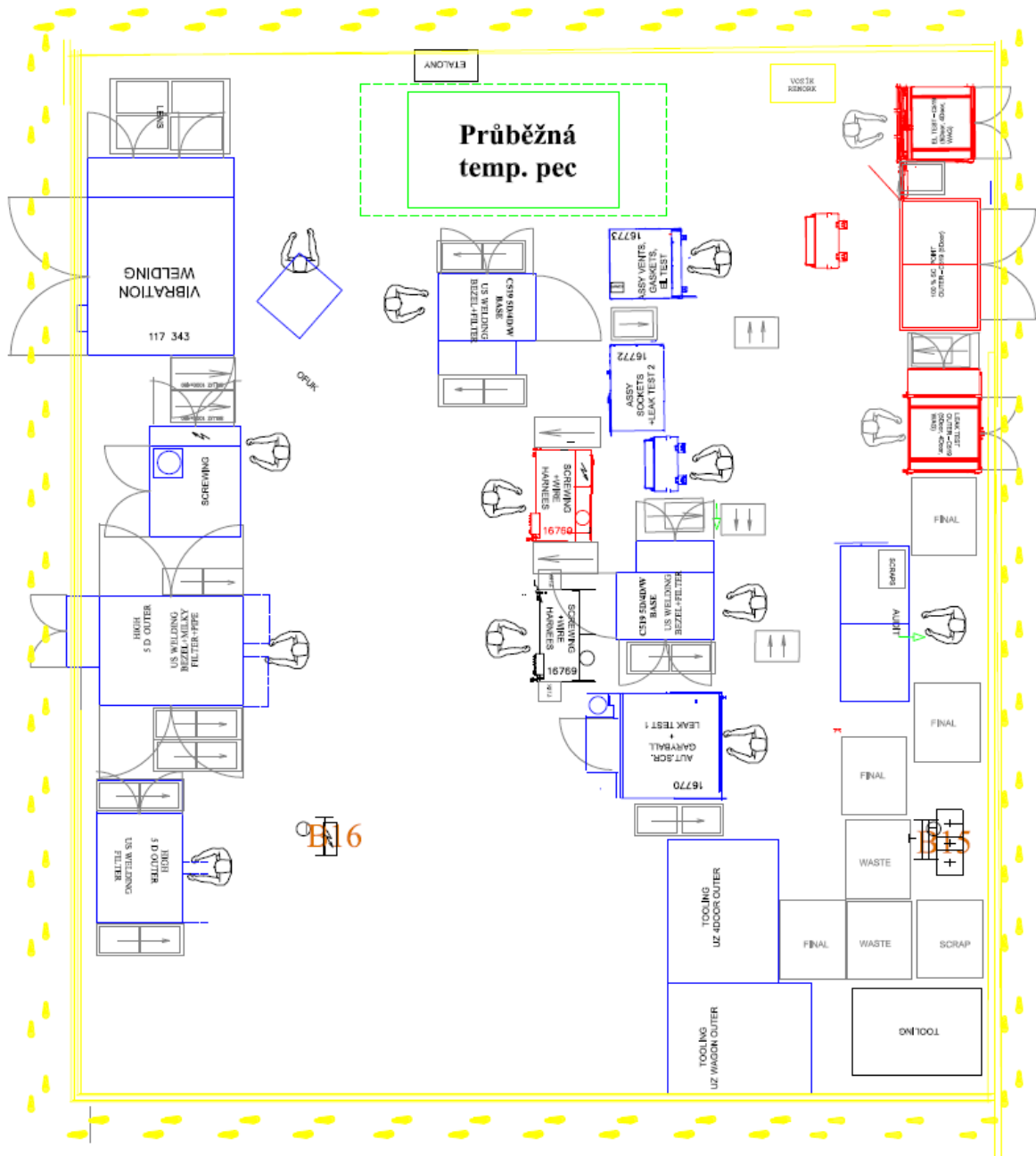
PRÍLOHA P VI: RIPRAN ANALÝZA PROJEKTU

Hrozba	P-st' hrozby	Scenár	P-st' scenára	Celková P-st'	Výsledná P-st'	Dopad	Hodnota rizika	Opatrenie
Neochota spolupráce	20%	St'azenie analýzy a zberu dát	80%	16%	MP	SD	MHR	Prevenia: Priebežne informovať vedenie o pokroku v práci
Neakceptovanie návrhov	10%	Návrhy nebudú aplikované	90%	9%	MP	VD	SHR	Akceptácia
Chyby v spracovaní dát	40%	Výsledky s nízkou validitou	85%	34%	SP	MD	MHR	Prevenia: Priebežná kontrola spracovaných dát
Chyby v analýzach súčasného stavu	20%	Projekt postavený na chybných informáciách	85%	17%	MP	SD	MHR	Prevenia: Zvýšená a pravidelná kontrola analýz
Nenaplnenie hlavného cieľa DP	35%	Nedôjde k úspore výrobných plochy	90%	32%	SP	VD	VHR	Prevenia: pravidelná konzultácia s vedúcou DP, mentorom
		Nedôjde k zníženiu rozpracovanej výroby	50%	18%	MP		SHR	Prevenia: pravidelná kontrola údajov a výpočtov
Nedodržanie časového harmonogramu	40%	Nátlak na urýchlenie ukončenia	70%	28%	SP	MD	VHR	Prevenia: pravidelné schôdzky s mentorom a hodnotenie postupu projektu
Podcenenie zložitosti a súvislostí projektu	30%	Nedostatočne kvalitná práca	60%	18%	MP	SD	MHR	Prevenia: Komunikácia s vedením o priebehu projektu
Chybné výpočty nových návrhov layoutu	35%	Návrhy nebudú môcť byť aplikované	90%	32%	SP	SD	SHR	Akceptácia

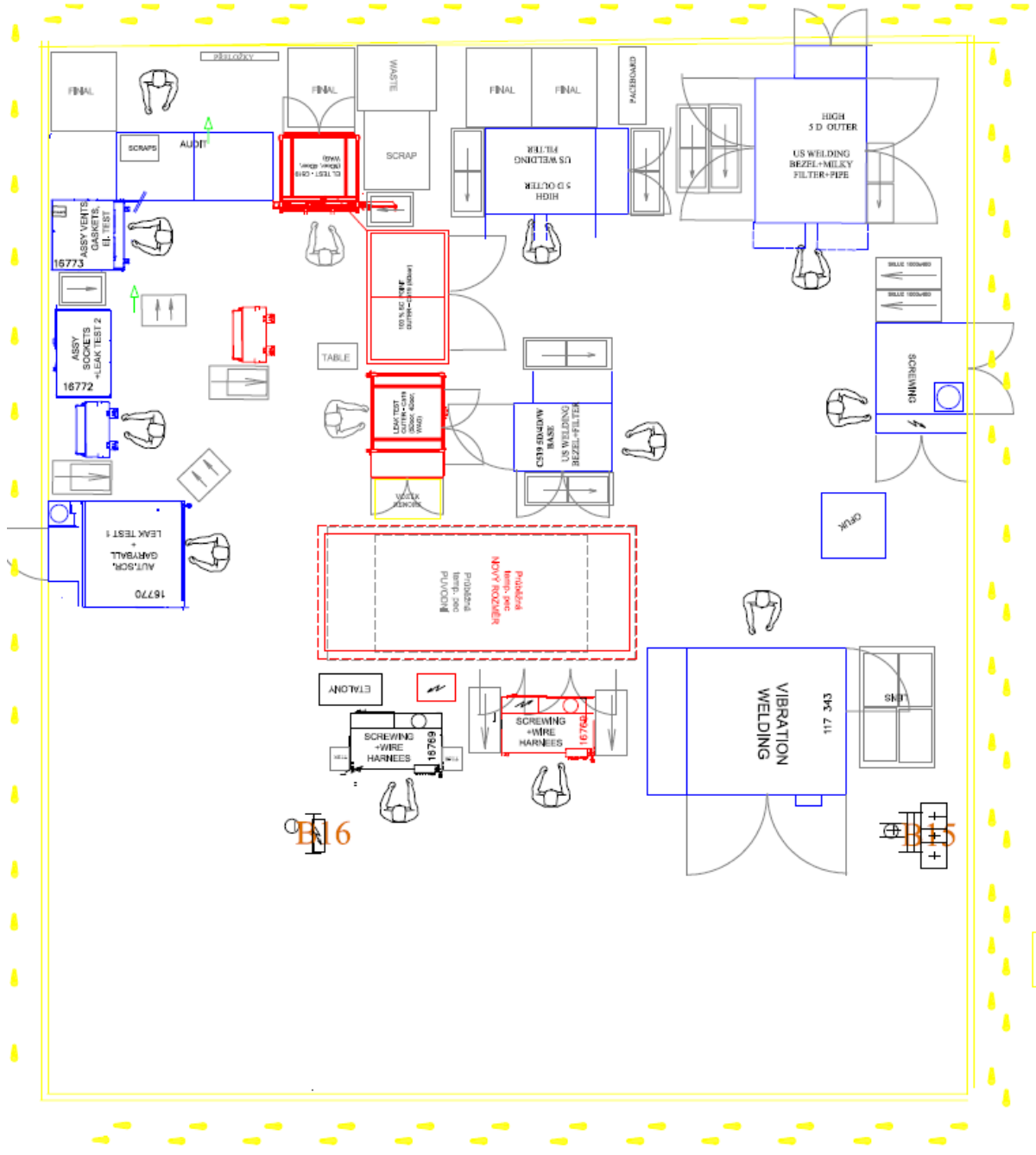
PRÍLOHA P VII : MIESTO ZRUŠENIA PREDMONTÁŽE



PRÍLOHA P VIII: VARIANT 1.



PRÍLOHA P IX: VARIANT 2.



PRÍLOHA P X: VARIANT 3.

