

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství
Studijní specializace: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Optimalizace prostorového uspořádání

Autor: Petr Městka
Vedoucí práce: Ing. Pavel Vránek

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Petr MĚSTKA**
Osobní číslo: **S20B0408P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Specializace: **Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Optimalizace prostorového uspořádání**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Prostorové uspořádání a možnosti jeho tvorby
2. Logistické analýzy hmotných toků
3. Analýza současného stavu
4. Návrh na změnu prostorového uspořádání
5. Závěr a vyhodnocení

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. GROS, Ivan a kol. *Velká kniha logistiky*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 stran. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. 254 stran. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
3. JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013. 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
4. MILLER, Antonín a kol. *Projektování výrobní základny – teoretická část (CD-ROM)*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9.
5. ŠIMON, Michal a TRNKOVÁ, Lucie. *Logistika – teoretická část (CD-ROM)*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4.
6. STEVENSON, William J. *Operations Management*. McGraw-hill, 2018. ISBN 978-1259921810.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Vránek**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Filip Rybníkář**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **20. září 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu Ing. Pavlu Vránkovi za odborné vedení a věnovaný čas při řešení této bakalářské práce. Zároveň děkuji společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň za seznámení s výrobním procesem, provedením společností a veškerá poskytnutá data nutná pro řešení zadaného úkolu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|
| AUTOR | Příjmení Měštka | Jméno Petr | |
| STUDIJNÍ PROGRAM | B0715A270013 Strojní inženýrství | | |
| VEDOUcí PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Ing. Vránek | Jméno Pavel | |
| PRACOVISŤE | ZČU – FST – KPV | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte |
| NÁZEV PRÁCE | Optimalizace prostorového uspořádání | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KPV | ROK ODEVZD. | 2022 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|--|
| CELKEM | 63 | TEXTOVÁ ČÁST | 63 | GRAFICKÁ ČÁST | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|--|

| | |
|--|---|
| STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | Práce se zabývá optimalizací prostorového uspořádání pracovišť ve strojní divizi společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň. Cílem této práce je sestavit návrh na změnu prostorového uspořádání pracovišť, které sníží materiálové toky a zvýší produktivitu výroby separačních komor Flotweg. Pro práci byla sepsána teorie, která seznamuje s řešenou problematikou. V praktické části byly již sestaveny celkem čtyři uspořádání na změnu prostorového uspořádání. |
| KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE | Prostorové uspořádání, layout, výroba |

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------|----------------------------|
| AUTHOR | Surname Městka | Name Petr | |
| STUDY PROGRAMME | B0715A270013 Mechanical Engineering | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Vránek | Name Pavel | |
| INSTITUTION | ZČU – FST – KPV | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Optimization of the spatial arrangement | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | KPV | SUBMITTED IN | 2022 |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|--|
| TOTALLY | 63 | TEXT PART | 63 | GRAPHICAL PART | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|--|

| | |
|---|--|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | <p>The thesis deals with the optimization of the spatial arrangement of workplaces in the mechanical division of STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň.</p> <p>The aim of this work is to make a proposal for changing the spatial arrangement of workplaces, which will reduce material flows and increase the productivity of the production of Flotweg separation chambers.</p> <p>A part of the written work is a theory, with introduces the problem to be solved.</p> <p>In the practical part, four layouts for the change of the spatial arrangement have been drawn up.</p> |
| KEY WORDS | Spatial arrangement, layout, production |

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod..... | 8 |
| 1 Logistika..... | 9 |
| 1.1 Dělení logistiky..... | 9 |
| 1.1.1 Z hlediska šířky zaměření | 9 |
| 1.1.2 Z hlediska funkce v podniku | 9 |
| 1.2 Skladování | 10 |
| 1.3 Manipulace s materiálem..... | 11 |
| 2 Výroba..... | 13 |
| 2.1 Dělení výroby | 13 |
| 2.2 Plýtvání ve výrobě | 14 |
| 2.3 Produktivita práce..... | 15 |
| 2.4 Měření práce | 15 |
| 2.4.1 Přímé měření | 15 |
| 2.4.2 Nepřímé měření..... | 16 |
| 3 Prostorové uspořádání | 17 |
| 3.1 Postup návrhu | 17 |
| 3.2 Parametry ovlivňující prostorové uspořádání..... | 17 |
| 3.3 Principy prostorového uspořádání | 18 |
| 3.3.1 Technologické uspořádání..... | 18 |
| 3.3.2 Předmětné uspořádání | 18 |
| 3.3.3 Buňkové uspořádání | 18 |
| 3.3.4 Modulární | 19 |
| 3.3.5 Volné uspořádání..... | 19 |
| 3.3.6 Pevné | 19 |
| 3.3.7 Kombinované | 19 |
| 3.4 Metody řešení a hodnocení prostorového uspořádání | 20 |
| 3.4.1 Šachovnicová metoda..... | 20 |
| 3.4.2 Trojúhelníková metoda | 20 |
| 3.4.3 CRAFT metoda | 20 |
| 3.4.4 S.L.P. metoda | 20 |
| 3.4.5 Metoda souřadnic | 21 |
| 3.5 Tok materiálu..... | 21 |
| 3.5.1 Materiál | 21 |
| 3.5.2 Trasy..... | 22 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5.3 | Analýza materiálového toku..... | 22 |
| 4 | Praktická část..... | 24 |
| 4.1 | Představení společnosti..... | 24 |
| 4.2 | Představení výrobku | 25 |
| 4.2.1 | Pracovní postup „Gehäuse Z6E“ | 26 |
| 4.2.2 | Průběh kontroly výrobku Z6 | 28 |
| 4.2.3 | Časová spotřeba činností výrobku Z6 | 28 |
| 4.3 | Seznámení s pracovištěm..... | 30 |
| 4.3.1 | Pracoviště zámečnictví – C1 | 30 |
| 4.3.2 | Pracoviště sváření – C2 | 31 |
| 4.3.3 | Pracoviště kontroly – B1 | 31 |
| 4.3.4 | Ostatní pracoviště výroby Flotweg | 32 |
| 4.4 | Měření spotřeby času pracovníků..... | 33 |
| 4.4.1 | Snímek pracovního dne – svářeč..... | 34 |
| 4.4.2 | Snímek pracovního dne – kontrolor | 35 |
| 4.4.3 | Snímek pracovního dne – zámečník č.1 | 36 |
| 4.4.4 | Pracovní snímek dne – zámečník č.2 | 37 |
| 4.5 | Prostorové uspořádání | 38 |
| 4.5.1 | Layout současného stavu..... | 38 |
| 4.5.2 | Materiálové toky | 39 |
| 4.5.3 | Area balance | 41 |
| 5 | Návrh na změnu prostorového uspořádání..... | 43 |
| 5.1 | Varianta 1 | 43 |
| 5.2 | Varianta 2 | 47 |
| 5.3 | Varianta 3 | 50 |
| 5.4 | Varianta 4 | 53 |
| 5.5 | Vyhodnocení variant..... | 57 |
| | Závěr..... | 59 |
| | Seznam použité literatury | 60 |
| | Seznam obrázků | 61 |
| | Seznam tabulek | 63 |

Úvod

V dnešní době je logistika důležitou součástí každého výrobního podniku a neustále se hledají způsoby, jak logistické procesy optimalizovat na takovou úroveň, aby byla výroba co nejefektivnější. Optimalizací logistických procesů lze totiž ušetřit nemalé finanční prostředky na výrobních nákladech bez zásahu do kvality hotového produktu. Tím se zvyšuje konkurenceschopnost podniku na trhu. Jednou z možností úspory nákladů je optimalizace prostorového uspořádání.

Teoretická část obsahuje tři hlavní kapitoly. Jsou jimi logistika, výroba a prostorové uspořádání. Nejobsáhlejší z těchto kapitol je kapitola o prostorovém uspořádání, která obsahuje informace o postupu při tvorbě návrhu, ovlivňujících parametrech či metod řešení prostorového uspořádání.

Praktická část probíhá již ve strojírenské divizi společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň. Zde jsem byl seznámen s pracovištěm a chodem celé výroby separačních komor Flotweg. Následně byla provedena analýza současného stavu pracovišť výroby a sesbírána potřebná data ke zpracování jednotlivých návrhů nového prostorového uspořádání. Na základě získaných informací a nasbíraných dat poté vznikly celkem čtyři varianty na změnu. Úkolem této práce je navrhnout takové prostorové uspořádání pracovišť, které sníží materiálové toky a zvýší produktivitu výroby.

1 Logistika

Pod pojmem logistika si můžeme představit veškeré činnosti spojené s pohybem a zabezpečováním materiálu napříč výrobou podniku. Jedná se hlavně o zásobování výroby materiálem v požadovaném množství a kvalitě ve správný čas a na správném místě, skladování hotových výrobků, jejich balení a expedice, ale také skladování surového materiálu nebo polotovarů. [5]

1.1 Dělení logistiky

1.1.1 Z hlediska šířky zaměření

- Makrologistika – národohospodářská logistika
 - Mikrologistika – vnitropodniková logistika
 - Metalogistika – logistika spolupracujících podniků (odběratel – dodavatel)
- [5]

1.1.2 Z hlediska funkce v podniku

- Zásobovací logistika

Zabezpečuje pořizování a skladování materiálu v návaznosti na potřebu podniku a jeho výdej do výroby.

- Výrobní logistika

Zabývá se veškerými pohyby materiálu výrobním podnikem. Zabezpečuje výrobu potřebným materiálem a stará se o přenos a uskladnění finálního produktu.

- Distribuční logistika

Zajišťuje skladování a dopravu hotových výrobků k zákazníkovi. Součástí distribuční logistiky je také balení produktů, kompletace a vychystávání objednávek k expedici.

- Reverzní logistika

Reverzní logistika se zabývá tokem použitých výrobků, které jsou vráceny spotřebitelem. Tyto produkty bývají již spotřebované, ale může se jednat také o vrácené zánovní zboží nebo reklamace.

[5]

1.2 Skladování

Skladování se nevyhnutelně týká každého výrobního podniku. Rozeznáváme určité typy zásob a 3 základní funkce skladování.

Dle zdroje [5] se rozeznávají následující typy zásob.

- Materiál

Materiálem se rozumí veškeré materiálové vstupy, ze kterých se výrobním procesem tvoří výstup. Může se jednat například o surový materiál, ale také produkt vyrobený na zakázku vlastní nebo externí výrobou.

- Nedokončená výroba a polotovary

Jedná se o materiál, který již prošel některou částí výrobního procesu a nedá se již požadovat za surový materiál nebo hotový výrobek. Takový druh zásob se většinou zaváží zpět na pracoviště a pokračuje výrobním procesem. Může se skladovat přímo na pracovišti, ale je zapotřebí aby byl zajištěn proti jeho poškození, znečištění nebo záměně s jinými produkty.

- Výrobky

Takový typ materiálu, který prošel celým výrobním procesem a je požadován za výstup. Výrobky jsou skladovány do té doby, než dojde k jejich expedici zákazníkovi nebo dalšímu využití uvnitř podniku.

- Zvířata

Zvěř, která slouží jednorázově či opakovaně k zisku produktu. Příkladem mohou být chovná zvířata, zvířata ve výkrmu, kožešinová zvířata, včely, ryby, atd...

- Zboží

Zbožím se zamýšlí takové produkty, které byly zakoupeny a nejsou potřeba pro využití uvnitř podniku. Bez zásahu do jejich stavu se prodávají dále za vyšší než pořizovací cenu.

Tři základní funkce, které se týkají skladování.

- 1) Přesun produktu

- Příjem zboží

V této fázi dochází k dodání materiálu dodavatelem. Následuje jeho vykládání a vybalování. Při příjmu je důležité zkontrolovat stav dodaného zboží a průvodní dokumentaci. Vady odhalené až v průběhu výrobního procesu mohou vést k jeho přerušení.

- Transfer či ukládání zboží

Přesun materiálu na požadované místo manipulačními prostředky a jejich uskladnění ve skladech po nezbytně dlouhou dobu.

- Kompletace zboží

Při kompletaci se seskupují jednotlivé produkty v požadovaném množství dle objednávky podané zákazníkem.

- Překládka zboží

Přesun produktů známý též pod označením Crossdocking. Při tomto způsobu se zcela vynechává uskladnění a produkty míří přímo z místa příjmu do místa expedice, čímž dochází k nepřehlédnutelné úspoře na nákladech spojených s uskladněním.

- Expedice zboží

Závěrečný proces, při kterém dochází ke kontrole zboží dle zadané objednávky, jeho zabalení a odeslání. Jakmile je zásilka odeslána, dochází k aktualizaci skladových záznamů.

[5]

2) Uskladnění produktu

Pro uskladnění produktu rozeznáváme dva základní druhy:

- Přejídné uskladnění

Přejídné uskladnění se týká produktů, které jsou nutné pro doplnění zásob.

- Časově omezené akce

Uskladnění produktů nad rámec potřebného množství. Tyto produkty se mohou využívat jako zásoby pro nárazové zakázky nebo také jako pojistné zásoby.

[5]

3) Přenos informací

Při skladování je důležité zaznamenávat informace ohledně produktů procházejících skladem. Zaznamenává se především stav zásob, stav zboží v pohybu, poloha zásob, informace ohledně příjmu a exportu dodávek, zákazníků, personálu a využití skladových prostor. K archivaci těchto informací dochází během přenosu a uskladnění produktů. K přenosu informací se ve většině případů využívá čárových kódů, které po načtení skenerem zobrazí veškerá dostupná data o produktech. [5]

1.3 Manipulace s materiálem

Pro výrobní procesy je důležité zajistit dopravu materiálu. Existuje několik způsobů, jak se dá materiál přesouvat a které si každý výrobní podnik volí na základě dostupných finančních prostředků, velikosti a hmotnosti dopravovaného materiálu, uspořádání haly a její velikosti. Dle zdroje [1] jsou výrobcům k dispozici následující způsoby.

- Ruční manipulace

Manipulace, při které se využívá k přenosu materiálu lidské síly. Při tomto druhu je potřeba brát v potaz riziko zranění zaměstnanců způsobené zvedáním a přenosem těžkých předmětů.

- Manipulační vozíky s motorovým pohonem

Jedná se o nejrozsáhlejší systém distribuce materiálu výrobním podnikem. Vzhledem k velikosti manipulačních vozíků je zapotřebí zajistit dostatečně široké manipulační cesty. Tyto vozíky jsou také náročné na údržbu a náklady na jejich provoz.

- Skluzy

Skluzy jsou jednoduché manipulační prostředky různé trajektorie dráhy využívající nakloněné roviny pro dopravu materiálu na stanovené místo. Většinou se využívají pro výrobky menších hmotností, aby nedošlo k jejich poškození.

- Dopravníky

Dopravníky jsou horizontální zařízení určená pro vysokou frekvenci přenosu materiálu mezi pracovišti. Bývají horizontálního provedení a mohou být poháněné, ale také nepoháněné. S nepoháněnými dopravníky se můžeme setkat v podobě válečků, poháněné se vyskytují nejčastěji pásovém provedení.

- Jeřáby

Za pomoci jeřábů se výrobou přenáší výrobky velkých rozměrů nebo vysokých hmotností. Využívají se také v podnicích, kterým neumožňuje rozložení haly využívat manipulačních vozíků. Výrobek se připevní za pomoci háků a dalších jisticích prvků a poté se vzduchem přenáší výrobní dílnou. Jeřábů se vyrábí celá řada druhů podle únosnosti nebo také s podporou v jednom či dvou bodech. Pro tento typ manipulace se musí dbát zvýšených bezpečnostních opatření.

2 Výroba

Výroba je činnost, při které dochází k přeměně vstupů na výstupy výrobním procesem. Vstupem se rozumí materiál, informace, zařízení, personál, energie, finance a jiné. Výstupem je poté zboží či služba přinášející podniku určitý zisk.

2.1 Dělení výroby

Výroba se dělí několika způsoby. Její hlavní dělení se určuje z hlediska objemu a plynulosti.

Z hlediska objemu

Hromadná

- Výroba malého počtu druhů výrobků, které se vyrábí ve velkém množství. Dochází k vysoké opakovatelnosti výrobních procesů a využití výrobních linek. Míra automatizace je zde tak vysoká, že podíl ruční práce se odhaduje pod 10 %. Výsledkem tohoto druhu je nejvyšší produktivita ze všech tří typů výroby rozdělených z hlediska objemu (hromadná, kusová, sériová). [4]

Kusová

- Jedná se o nejefektivnější způsob výroby. Dochází k výrobě velkého počtu druhů produktů v malém počtu kusů. Probíhá v nepravidelných časových intervalech. Využívá univerzálních strojů a pracovníků s vysokou kvalifikací. Oproti sériové výrobě je zapotřebí přibližně 3x až 10x více nástrojů pro zhotovení finálního produktu. Výhodou je, že vady výrobku lze napravit již při výrobě se zanedbatelnými ztrátami. [4]

Sériová

- Opakovaná výroba velkého množství stejných výrobků v sériích. Pro výrobu produktů se využívá stejných součástí, které jsou standardizovány. Dělí se podle objemu sérií na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. U tohoto typu výroby se ve velkém využívá robotů, montážních linek, automatů a moderní technologie. Chod sériové výroby se řídí za pomoci počítačů a specializovaného softwaru. Sériová výroba má vysokou produkci a redukuje chybovost způsobenou lidským faktorem, avšak pokud je potřeba přestavit výrobní úseky, je to velmi složité. Zavedení tohoto druhu výroby je vysoce nákladné. [4]

Z hlediska plynulosti

Přerušovaná

- Výroba malého rozsahu, kterou lze pozastavit a znovu zahájit v jiném čase.

Nepřerušovaná

- Výroba nepřetržitá, která probíhá z technologických či jiných důvodů.

[4]

2.2 Plýtvání ve výrobě

K plýtvání ve výrobních podnicích dochází několika způsoby, které se navzájem prolínají. Tím, že se tyto způsoby prolínají, lze vyřešením jednoho nastalého druhu plýtvání snížit ztráty i v dalších oblastech.

Nadprodukce

- K nadprodukcí dochází v případě, kdy podnik vyrábí více produktů, než je ve skutečnosti zákazníkem vyžadováno. Vzniká při výrobě produktů do zásoby, čímž se podnik snaží předejít problémům s výrobou, nebo při vyšší výrobě produktů z důvodu využití volné kapacity skladů a zvýšení produktivity zaměstnanců. Nadprodukcí se plýtvá, jelikož dochází k nadměrné potřebě skladovacích prostor, které vedou k vyšším nákladům kvůli manipulaci a administraci. [2]

Nadbytečné zásoby

- Tímto druhem plýtvání dochází ke zbytečné spotřebě volných míst a dochází tak k nárůstu nákladů na manipulační prostředky, skladovací prostory a další pracovníky. V důsledku toho dojde k odlivu financí, které by se daly využít jinde. Celý problém tkví v nadbytečném skladování náhradních dílů, materiálů, nedokončených a dokončených výrobků. [2]

Defekty

- Defekty způsobují ztrátu času, potřebu více pracovníků a tím i finančních prostředků, kterých je zapotřebí na jejich opravu. Jedná se o výrobu zmetků, tedy výrobků, které jsou nekvalitní nebo poškozené. Některé poškozené výrobky mohou poškodit stroje, čímž dojde k dalším finančním a časovým ztrátám. V dalším případě může defekty odhalit až zákazník, což vede k dalším administrativním procesům a může skončit ztrátou důvěry následující ukončením obchodního poměru. [2]

Zbytečná manipulace

- Nadbytečné pohyby, které musí pracovník vykonávat pro vykonání dané práce mají za důsledek snížení jeho produktivity. Tento problém je možné vyřešit optimalizací prostorového uspořádání pracoviště, zavedením pásových dopravníků, skluzů nebo automatizací, která nahradí určité úkony vykonávané pracovníkem. [2]

Špatné zpracování

- Jedná se o plýtvání způsobeném nespolehlivou technologií, kdy na výrobku mohou zůstat nevyžádané útvary, které je nutno odstranit (např.: otřepy, rozstříky). Odstranění těchto útvarů vyžaduje čas, případně další pracovníky a pracoviště. Pod tento způsob plýtvání se řadí také špatně rozmístěné linky či náročnost kontroly kvality výrobků. [2]

Prostoje

- V případě, kdy vznikají časové prodlevy způsobené čekáním a výrobní proces je z toho důvodu pozastaven. K prostožům dochází zejména v případě porouchaného stroje, nedostatku materiálu, pozastavení předešlého výrobního procesu a nedostatku informací. Prostoje mohou představovat plýtvání od několika vteřin až po jednotky hodin, či delší časové úseky. [2]

Transport

- Doprava neznámá pouze odvoz dokončených výrobků nebo přívaz surového materiálu, ale také ovlivňuje materiálové toky výrobním procesem. Každý podnik proto musí mít zařízenou i interní dopravu. Tato doprava však nepřidává hodnotu a vyžaduje značné náklady do manipulačních motorových vozíků, paletových vozíků, pásových nebo válečkových dopravníků, skluzů. [2]

2.3 Produktivita práce

Pojem produktivita se dá vyjádřit jako poměr objemu zcela ukončeného výrobního procesu (výstupů) a množství vloženého materiálu, informací, lidských zdrojů a financí (vstupů). Může se také vyjádřit jako poměr vstupů a času potřebnému na vytvoření výstupu. Vyšší produktivity je možné dosáhnout vyšším objemem výstupů při stejném objemu vstupů. Z toho vyplývá, že k dosažení co nejvyšší produktivity je zapotřebí neustálá optimalizace výrobního procesu.

Typy produktivity:

- 1) Totální – celková produktivita veškerých výrobních faktorů bez hodnocení jejich vzájemného vlivu
- 2) Multifaktorová – pohlíží na více faktorů které mohou zasahovat do efektivity výrobního procesu (uspořádání, organizace atd....)
- 3) Parciální – jednotlivé hodnocení výrobních faktorů

[8]

2.4 Měření práce

Měření práce se odstraňují nedostatky a takové úkony, které zdržují výrobu a produktivita pracovního procesu je tak nižší. Ke zjištění spotřeby času a zvýšení efektivity slouží metody přímého a nepřímého měření.

2.4.1 Přímé měření

Přímé metody měření práce jsou celkem tři. Jedná se o snímek pracovního dne, snímek operace a chronometrůž.

2.4.1.1 Snímek pracovního dne

Jedná se o metodu plynulého sledování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby času pracovníků.

Tento typ měření se dělí na snímek pracovního dne jednotlivce, hromadný nebo čtyři.

2.4.1.2 Snímek operace

Pozoruje pracovní děje a cykly, využívá k tomu také snímek pracovního dne, kde se soustředí na využití pracovní doby, organizaci pracoviště, zaviněné a nezaviněné ztráty pracovníkem

2.4.1.3 Chronometrůž

Plynulá – metoda, při které se měří čas všech úkonů celého pracovního děje

Výběrová – zkoumá pouze některé pravidelně nebo nepravidelně se opakující úkony

Obkročná – při obkročné chronometrůži dochází k měření času a pozorování velmi krátkých úseků pracovního děje

[5]

2.4.2 Nepřímé měření

Pro nepřímé měření práce se používají dvě varianty MTM – Methods Time Measurement a MOST – Maynard Operation Sequence Technique.

2.4.2.1 MTM – Methods Time Measurement

MTM je metoda měření předem stanovených časů analyzující manuální práci. Tato manuální práce se rozloží na základní pohyby. Každému pohybu poté definuje časovou normu závislou na jeho druhu a podmínkách, ve kterých pracovník daný pohyb vykonává. MTM využívá vlastních jednotek pro měření časů jednotlivých pohybů zvaných Time Measurement Unit (TMU).

Základní pohyby

- Sáhnout
- Uchopit
- Přemístit
- Přehmátnout
- Pustit

Jednotka TMU

- 1 TMU = 0,036 sekund
- 100 000 TMU = 1 hodina

[9]

2.4.2.2 MOST – Maynard Operation Sequence Technique

Metoda nepřímého měření času užívaná především ve výrobních podnicích, při které se zjišťuje čas, za který by pracovník měl být schopen vykonat daný úkon. Využívá jednotek času TMU (Time Measurement Unit).

Tato metoda se dále dělí dle doby trvání operace na:

- 1) Mini MOST (2 sekundy – 10 sekund)
- 2) Basic MOST (10 sekund – 10 minut)
- 3) Maxi MOST (2 minuty a více)

3 Prostorové uspořádání

Správné prostorové uspořádání je důležité z hlediska úspory nákladů. Lze tak předejít ke ztrátám času způsobenými dlouhými rozestupy mezi jednotlivými pracovišti, jejich nepřehledností nebo omezeným pohybem na pracovišti, který může mít za následek poškození materiálu jeho manipulací. K jeho zobrazení se využívá layout, který znázorňuje rozložení pracovišť a dopravní cesty.

3.1 Postup návrhu

- 1) Diagnostika
 - Seznámení se s chodem objektu
 - Definování hlavní problematiky
- 2) Sběr informací
 - Získání dat nutných pro sestavení návrhu
 - Dvě skupiny informací:
 1. Informace z evidence
 2. Informace z pozorování
- 3) Rozbor stávajícího stavu
 - Rozbor celého procesu, ve kterém je navrhováno prostorové uspořádání
Např.: rozbor technického stavu základních prostředků, rozbor toku materiálu, rozbor mechanizace a automatizace výrobního systému, atd...
 - Výsledkem je získání variant možného řešení definované problematiky
- 4) Návrh
 - Nutnost využití vzorového řešení, rešeršní literatury
 - Výběr nejlepší varianty
 - Zhodnocení návrhu z hlediska ekonomiky (náklady přínosy)
 - Stanovení doby realizace
- 5) Realizace
 - Finální úpravy návrhu a jeho aplikace

[4]

3.2 Parametry ovlivňující prostorové uspořádání

1) Náklady

Náklady se rozumí veškeré finanční prostředky vložené do výrobního procesu. Snahou podniku je poté náklady co nejvíce redukovat pod prodejní cenu finálního produktu, čehož lze dosáhnout především redukcí provozních nákladů. Ty se mohou rozdělit následovně.

- Náklady na manipulaci
 - Mají velký vliv na výrobní čas. Snížení tohoto druhu nákladů je možné správným rozmístěním pracovišť, které má za následek zkrácení materiálových toků mezi nimi. Toky materiálu by neměly být nikterak složité a dbá se na jejich přehlednost. Pro manipulaci s materiálem je také nutno zajistit manipulační techniku, která vyžaduje náklady na její provoz, pravidelnou údržbu a lidskou obsluhu.
- Náklady na plochu výrobních prostor
 - Rozloha objektu ovlivňuje náklady na jeho provoz. S rostoucí velikostí pracovišť roste cena jejich údržby, oprav a zmenšuje se celkový volný prostor.

2) Kvalita výrobků

Kvalita výrobků může být ovlivněna různými faktory a prostorové uspořádání mezi ně patří. Je důležité, aby stroje, které se mohou ovlivňovat, byli rozmístěny dostatečně daleko od sebe. Jedná se například o lis a soustruh, kdy lis vytváří vibrace a může tak ovlivnit přesnost obrábění. Dalšími riziky mohou být záměny výrobků a poškozením výrobků při manipulaci. Oběma případům lze předejít jednoduchými materiálovými toky a jejich přehledností.

3) Dodací lhůty

Mají vliv na výrobní a nevýrobní čas. Na nevýrobní čas má vliv umístění pracovišť a hlavně doba manipulace s materiálem, kterou lze korigovat pomocí materiálových toků. Čím jsou materiálové toky kratší a přehlednější, tím je nižší nevýrobní čas.

4) Pružnost reagování a rozhodování

Parametr, jenž při navrhování interaguje s vizí a cíli podniku. Podle typu výroby se určí druh prostorového uspořádání, čímž se ovlivňuje možnost pružnosti reagování a rozhodování ve výrobním procesu na požadavky trhu.

[4]

3.3 Principy prostorového uspořádání

Uspořádání pracovišť se může rozdělovat do několika typů layoutu. Jednotlivé principy se dělí na základě typu výroby, která probíhá ve výrobním podniku.

3.3.1 Technologické uspořádání

Jedná se o princip využívaný především v kusové a malosériového těžkého a středního strojírenství. Při technologickém uspořádání pracovišť jsou stroje rozmístěny na základě návaznosti operací dle technologického postupu a stejné stroje slučovány do skupin. Vzhledem k rozmanitosti vyrobených součástí při tomto uspořádání není možné určit jednotný směr materiálového toku. [5]

3.3.2 Předmětné uspořádání

Při předmětném uspořádání se jednotlivá pracoviště řadí podle operací uvedených v technologickém postupu pro zde vyráběný produkt. Vzhledem k jednotnému směru materiálového toku dochází u předmětného uspořádání ke vzniku výrobního proudu. Pro to, aby tento typ uspořádání byl ideální, musí zde probíhat výroba jen jednoho typu součástky nebo součástek technologicky a tvarově podobných. [5]

3.3.3 Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání je moderní způsob sestavení strojů s podobnými funkcemi do skupin zvaných buňky. Zmenšením již dříve zmíněného předmětného uspořádání vznikne buňka, která je její samostatnou a flexibilní náhradou s minimálními požadavky na přepravu. Toto uspořádání umožňuje vynechat nepotřebnou operaci u podobných výrobků, které cestují v buňce po stejné trase. Využitím dobře fungujícího řídicího informačního systému výroby, lze kombinovat výhody technologického a předmětného uspořádání. Přípravné operace se uskutečňují na vedlejším pracovišti a poté se pokračuje v buňce obsahující vysoce produktivní mechanizované nebo automatizované stroje. Tento typ uspořádání se využívá především ve třísměnném provozu. [5]

3.3.4 Modulární

Jedná se o nově vzniklý způsob uspořádání rozšiřující se společně s technikou NC a CNC strojů. Pro modulárním uspořádání je typické seskupení technologických bloků stejného chodu, které jsou schopné plnit více technologických funkcí. Zpravidla se celý provoz sestává z totožných nebo obdobných skupin pracovišť. Takto uspořádané pracoviště se využívají ve dvou až třisměnném provozu, jelikož vykazují vysokou produktivitu práce. Modulární uspořádání jsou vhodná pro malosériovou a kusovou výrobu ve všeobecném, středně těžkém i těžkém strojírenství. [5]

3.3.5 Volné uspořádání

Jedná se o náhodné uspořádání strojů a pracovišť ve výrobě. Využívá se v případě, kdy není možné předem určit materiálový tok a chod výroby. Tento typ prostorového uspořádání je typický pro údržbářské dílny a dílny s kusovou výrobou. [5]

3.3.6 Pevné

U pevného uspořádání se uvažují pracoviště pro tak velké výrobky, které není možné přesouvat a pohybovat s nimi. Pro takové výrobky je nutno zajistit přísun strojů a výrobních zařízení přesně dle technologického postupu přímo k pracovišti. Stroje pro tento druh uspořádání se musí přizpůsobit určitému pracovišti a produktu. Užívá se například při stavbách velkých objektů nebo výroby nákladních letadel. [5]

3.3.7 Kombinované

Využívá se v případech, kdy projektant musí využít více než jeden způsob uspořádání pracovišť. Dochází k tomu při projektování větších celků. [5]

3.4 Metody řešení a hodnocení prostorového uspořádání

Pro navrhované prostorové uspořádání pracovišť existuje několik hodnotících metod, které jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.4.1 Šachovnicová metoda

Pomocí šachovnicové metody se analyzují materiálové toky a tvoří vhodné prostorové uspořádání pracovišť. Tato metoda umožňuje znázornit přesuny materiálu mezi pracovišti v určitém časovém období. [4]

3.4.2 Trojúhelníková metoda

Metoda, která k dosažení ideálního rozmístění mezi pracovišti s největším vztahem využívá šachovnicové tabulky. Používá se v případě, kdy jeden vztah výrazně rozhoduje nad ostatními. U jednoduchých případů s malým počtem prvků lze metodu používat z paměti, u složitých případů s větším počtem prvků je nutno využít výpočtu. [4]

3.4.3 CRAFT metoda

Matematická metoda, která z celkových nákladů na manipulaci s materiálem určí optimální uspořádání pracovišť. Celkové náklady se získají vynásobením vzdálenosti mezi pracovišti a náklady na uražení jednotkové vzdálenosti. Tato metoda je minimalizační, proto se optimální řešení hledá tak dlouho, dokud nejsou náklady v takovém stavu, že je již nelze snížit.

Vztah pro náklady rozmístění objektů:

$$N_0 = \frac{N}{2}$$

$$N = \sum_{i=1}^{i=n} \cdot \sum_{j=1}^{j=n} y_{ij} \cdot l_{ij}$$

n – počet činností

y_{ij} – počet jednotek zatížení mezi činnostmi i a j

u_{ij} – náklady na pohyb jednotky zatížení, vztažené na jednotku vzdálenosti mezi činnostmi i a j

l_{ij} – vzdálenost mezi činnostmi i a j

[4]

3.4.4 S.L.P. metoda

S.L.P. je zkratkou pro Systematic Layout Planning neboli systematické plánování layoutu. Tato metoda kombinuje dva typy hodnocení, relační diagram a A-E-I-O-U-X. Metoda vychází z principu, že místa s největším vzájemným vztahem musí ležet co nejbližší. Hodnocení pak může probíhat třemi způsoby:

- 1) Hodnocení dle nejdůležitějšího kritéria
- 2) Hodnocení dle více kritérií
- 3) Hodnocení dle více kritérií s ohledem na nejdůležitější kritérium

[4]

3.4.5 Metoda souřadnic

Metoda, která za pomoci výpočtu a grafického řešení rozhodne o nejlepším umístění pracoviště s největším vztahem k ostatním pracovištím v podniku. Rozmísťovaná pracoviště s vlastními souřadnicemi x_i , y_i se vyznačí do zavedeného systému souřadnic X, Y a následně z výpočtu získáme souřadnice centrálního objektu.

$$X = \frac{\sum_i^n x_i \cdot q_i}{\sum_i^n q_i} \quad Y = \frac{\sum_i^n y_i \cdot q_i}{\sum_i^n q_i}$$

X, Y – souřadnice centrálního objektu

x_i , y_i – souřadnice rozmísťovaných objektů

i – 1, 2, 3, ...n

q_i – hodnota vztahu mezi rozmísťovaným objektem i s centrálním objektem

[4]

3.5 Tok materiálu

Materiálovým tokem se rozumí řízený pohyb materiálu v prostoru a čase výrobním systémem podniku. Určuje se směrem, rychlostí, intenzitou, charakterem, výkonem, opakovaností. Je ovlivňován uspořádáním pracovních jednotek a výrobních zařízení. To znamená, že pokud podnik zvolí vhodné uspořádání výrobních úseků, skladů, budov, může dosáhnout velkého ušetření financí, času i materiálu. [2]

Tažný princip – Vychází z poptávky. Zásoby jsou doplňovány, jakmile jejich množství klesne pod stanovenou hranici

Tlačný princip – Zásoby jsou doplňovány na základě stanoveného plánu. Při tomto principu může docházet k nadvýrobě, jelikož se neřídí skutečnou poptávkou.

Kombinovaný princip – Kombinace tažného a tlačného principu, která umožňuje pružně reagovat na poptávku.

3.5.1 Materiál

Materiál procházející výrobními procesy můžeme dělit následovně:

- 1) Dle skupenství
 - Plyn
 - Kapalina
 - Pevný

- 2) Dle množství
 - Jednotlivé kusy
 - Manipulační jednotky
 - Volně ložený

Dělení podle charakteristických znaků:

1) Fyzické

- Rozměry – délka, šířka, výška
- Hmotnost
- Tvar – plochý, zakřivený, kompaktní, nepravidelný
- Nebezpečí poškození – křehký, montážní celek
- Škodlivost – výbušný, jedovatý, korozivní
- Stav – horký, lepkavý, mokrý, špinavý

2) Ostatní

- Množství – relativní četnost, objem na dávku, na sérii

3) Zvláštní předpisy

- Státní, Evropské unie – nakládání s odpady, chemické látky, nadměrná tělesa

[4]

3.5.2 Trasy

U tras je zapotřebí přesného určení vstupních a výstupních míst, na které má vliv prostorové uspořádání výroby. Dále je potřeba mezi těmito místy určit vzdálenost, kterou je možné změřit vzdušnou čarou nebo jako skutečnou vzdálenost trasy, kterou zaměstnanec urazí pro přepravu materiálu a následně ji zaznamenat do projektu v jednotkách v kterých byla naměřena.

Je potřeba určit také fyzický stav trasy z hlediska:

- Přímočarosti – vodorovná, šikmá, křivá, oblouková...
- Zaplnění – frekvence, dopravní špička, překážky...
- Povrchu – nezpevněný, dlážděný, betonový...
- Klíma – vnitřní, venkovní...
- Situace v koncových bodech – počet a rozložení míst nakládky, vykládky
- Ostatní – čisté, bezpečné...

[4]

3.5.3 Analýza materiálového toku

Kontrola materiálových toků je důležitá z důvodu odhalení intenzity předávání materiálu mezi jednotlivými pracovišti, čímž se může navrhnout optimální řešení.

Sankeyův diagram

Graficky znázorňuje tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Charakter materiálového toku je v diagramu vyjádřen pomocí různých prvků kde,

- Tvar čáry = přímočarost, členitost
- Tloušťka čáry = objem
- Šipka = směr
- Šrafování = druh přepravovaného materiálu

[4]

Spaghetti diagram

Metoda, při které se sledováním pracovníka zaznamenává trasa jeho pohybu do půdorysného plánu pracoviště. Jelikož všechny trasy nejsou stejného charakteru, využívá se k zakreslení pohybů více barev. Pomocí této jednoduché metody se zjišťuje materiálový tok ve výrobním podniku a hledají se vhodné trasy pro přepravu materiálu. Může se využít i k návrhu layoutu pracoviště. [2]

Postupový diagram

Diagram, který se využívá jak u výrobních, tak nevýrobních procesů pro popis, analýzu věcné, časové a prostorové stránky logistických i výrobních procesů. Znárodnuje posloupnost manipulačních, technických a kontrolních operací jednotlivých výrobků. [2]

I-D diagram

Jak vyplývá z názvu (Intensity – Distance diagram) tento diagram popisuje závislost intenzity přepravy a vzdálenosti daného pracoviště od zdroje dodávky. Z tohoto diagramu lze získat informace o materiálových tocích, které slouží jako podklad pro návrh prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť. Projektant se poté snaží pracoviště s velkým požadavkem na zásobování umístit tak, aby vzdálenost mezi tímto pracovištěm a pracovištěm zásobujícím byla co nejmenší. [4]

4 Praktická část

V praktické části bakalářské práce se řeší návrh prostorového uspořádání pracovišť ve společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň. Výstupem této práce je sestavení několika variant uspořádání, která sníží materiálové toky daného výrobku a tím by mohlo dojít k zefektivnění práce zaměstnanců těchto pracovišť.

4.1 Představení společnosti

MAX STREICHER GmbH&Co je mezinárodní skupinou společností působící přibližně na třiceti místech v Německu a zahraničí, která byla založena v roce 1909 Maxem Streicherem. V počátku se firma zabývala výstavbou silnic a postupem času se rozrůstala o další oblasti podnikání. [10]

STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň založena v roce 1991 je dceřinou společností nadnárodní skupiny STREICHER se sídlem v Deggendorfu, čítající přes 250 zaměstnanců. Za třicet let existence se společnost rozdělila na dvě divize, strojní a stavební, rozrostla o tři výrobní haly, technické zázemí pro podporu výroby a oddělení konstrukce a výpočtů. Strojní divize nabízí výrobu vakuových komor a zařízení od jejich návrhu až po konečnou montáž produktu. Tyto výrobky jsou poté využity například ve farmaceutickém, potravinářském a chemickém průmyslu. [11] [12]



Obrázek 1 STREICHER, spol. s.r.o Plzeň [12]

4.2 Představení výrobku

Produktem výrobního procesu na pracovištích B1, C1, C2 je separační komora, která se dále využívá ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu. Jedná se o výrobek z nerezové oceli, který je z důvodu své velikosti a vysoké hmotnosti po hale přepravován převážně pomocí jeřábů. Vyrábí se celkem 7 velikostí (dle tabulky) a jednotlivé velikosti se dále vyrábí v několika provedeních lišících se na základě požadavků zákazníka. Nejčastěji se vyrábí provedení velikosti Z6, které tvoří významnou část výroby Flotweg v podniku. V letech 2019 a 2020 bylo vyrobeno tohoto provedení shodně po 125 ks, za rok 2021 pak výroba dosáhla počtu 150 ks typu Z6.

Seznam pracovišť, kterými prochází výrobek Flotweg:

- A2 – Pracoviště, na kterém se nachází horizontální frézka FL12000. Dochází zde k opracování produktu.
- B2 – Stanoviště kontroly. Slouží pro kontrolu rozměrů a vizuální podoby produktu.
- C1 – Místo, na kterém se formuje tvar separační komory a zasílá dále do výroby. Dochází zde také k rovnání dílů po svařování a opravám povrchu výrobku.
- C2 – Pozice svářeče svařujícího metodou TIG jednotlivé spoje produktu.
- V1 – Sklad materiálu, výpalků, ležící venku v těsné blízkosti pracovišť B1, C1, C2
- Tryskbox1/2 – Předposlední zastávka výrobku ve výrobním procesu. Na tomto místě se upravuje povrch produktu tryskáním skla.
- Moření – Operace probíhající v externí firmě v kooperaci.

Layout celého podniku, na kterém lze najít všechna pracoviště, je k nalezení v příloze.

| Typy výrobku dle velikosti: | Počet typů výrobků dle provedení: |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Z2 | 1 |
| Z5 | 35 |
| Z6 | 42 |
| Z8 | 7 |
| Z9 | 1 |
| S6 | 3 |
| K6 | 2 |

Tabulka 1 Typy výrobku Flotweg



Obrázek 2 Separální komora Flotweg

| Rok výroby | Počet vyrobených kusů |
|------------|-----------------------|
| 2021 | 150 ks |
| 2020 | 125 ks |
| 2019 | 125 ks |

Tabulka 2 Výroba Flotweg v minulých letech

4.2.1 Pracovní postup „Gehäuse Z6E“

- I. Příprava materiálu
 1. Rozebrání dílů, rozdělení dle následných operací: kroužení – externí, kroužení drobných dílů, předleštění jednotlivých dílů, předopracování.
 2. Předopracování na soustruhu či fréze.
 3. Kroužení plášťů.

- II. Zámečnick – příprava před sestavením
 4. Kroužení pásků – zkroužení a zaříznutí přídavek na požadovaný rozměr.
 5. Předleštění dílů
 6. Úkosování pásku na 15x8mm – úkos 7x45°
 7. Sestavit čela s nárazníky, navařovacími čepy a žebra s pásky
 8. Sestavit oplachovací jekl – odjehlení děr, sestavení a zavaření dílu, kontrola průvarů endoskopem, tlakování
 9. Sestavit příruby na komíny pomocí dorazů na pracovním stole
 10. Zavařit čela, žebra, příruby. Svařování a rovnání se vzpěrou. Vzpěra se odstraní až po vyrovnání na lisu.
 11. Kontrola + eventuální oprava svarů kastlíků na čelech spodku.
 12. Vyrovnání všech dílů.
 13. Finiš jednotlivých dílů.
 14. Výroba deklů na čelech.

- III. Zámečnick + Svářeč – sestavení + svařování (spodek)
 15. Sestavení spodku v rámu
 16. Zavaření spodku ve svařovacím rámu
 17. Vyrovnání
 18. Osazení nárazníků z venku čel
 19. Příprava na moření. Upevnění na přepravní rám.

- IV. Zámečnick + Svářeč – sestavení + svařování (víko)
 20. Sestavení víka v rámu
 21. Sestavení víka bez 2.pláště
 22. Zavaření víka ve svařovacím rámu
 23. Tlakování jeklu
 24. Osazení 2.pláště – eventuálně rovnoměrně rozdělení mezery mezi čelem a pláštěm
 25. Vyrovnání a gravírování čísla výkresu na dělicí plochu
 26. Příprava na moření

- V. Moření

- VI. Příprava na opracování – zámečnick
 27. Usazení obou dílů do rámu na opracování, řádné vyrovnání. Měření a vyplnění naměřených hodnot do protokolu. Osazení víka na čele dekle pro zpevnění čela pro opracování.

- VII. Opracování
 - 28. Vyrovnání
 - 29. Najetí dle protokolu. Porovnání s údaji od zámečnicka
 - 30. Opracování na stroji
 - 31. Čištění

- VIII. Finiš + měření – zámečnick
 - 32. Vyjmutí dílů z rámu + umytí
 - 33. Odjehlení dílů
 - 34. Dokončení svarů + povrchů Ra 1,6 + drážky
 - 35. Osazení navařovacími čepy pomocí šablony a jejich vyrovnání, pokud jsou požadovány.
 - 36. Kapilární zkouška na opracovaných plochách
 - 37. Přidání silikonů okolo vývodů, protažení závitů
 - 38. Nasypání víka pískem. Víčka těsnit silikonem
 - 39. Spasování dílů (spodek + víko) v měřicím rámu
 - 40. Kontrola
 - 41. Oprava povrchů po spasování
 - 42. Zalepení pro tryskání sklem
 - 43. Oprava povrchových vad po tryskání
 - 44. Tryskání
 - 45. Rozbalení a čištění po tryskání
 - 46. Osazení na transportní rám + sešroubování
 - 47. Kontrola + případná oprava vnitřních povrchů a opracovaných ploch
 - 48. Vyfoukat jekl

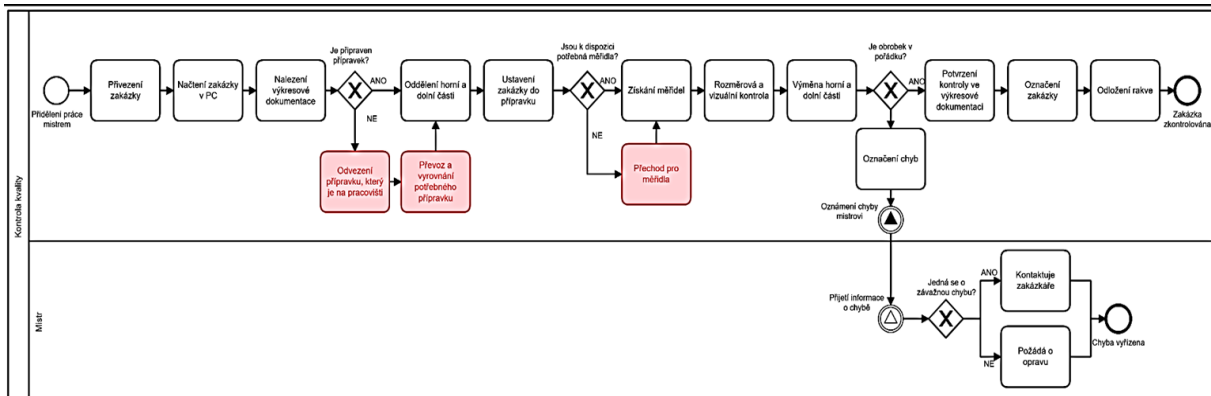
- IX. Měření – kontrolor
 - 49. Usazení a vyrovnání na měřicí rám
 - 50. Kontrola mezer v dělicí rovině
 - 51. Kontrola přesazení žeber, čel a bočnic
 - 52. Kontrola sešroubování
 - 53. Kontrola kompletnosti dle výkresu
 - 54. Kontrola rovinnosti vývodů z jeklů
 - 55. Kontrola jeklu endoskopem
 - 56. Kontrola rozměrů kastlíků
 - 57. Měření 3D ramenem
 - 58. Kontrola osazení šteftů a rovinnosti
 - 59. Kontrola otryskání
 - 60. Vizuální kontrola vnitřních prostor
 - 61. Finální kontrola průchodnosti všech závitů
 - 62. Oražení výrobními čísly

- X. Tryskání sklem + oprava

- XI. Zabalení

4.2.2 Průběh kontroly výrobku Z6

Na následujícím obrázku je vidět postup procesu kontroly kvality výrobku Flotweg provedení Z6 pomocí vývojového diagramu. Proces začíná přidělením práce mistrem a skládá se z několika dalších činností, přičemž některé vyžadují dodatečné úkony v případě nesouhlasu, aby se mohlo v práci dále pokračovat. Příkladem pro tuto fázi může být krok „Je připraven přípravek?“, kdy v případě souhlasu se pokračuje dále v procesu, ale v případě nesouhlasu je potřeba odvézt přípravek, který je na pracovišti, poté převézt a vyrovnat potřebný přípravek a až poté se mohou pracovníci přesunout k dalšímu kroku „Oddělení horní a dolní části“.



Obrázek 3 Vývojový diagram procesu kontroly

4.2.3 Časová spotřeba činností výrobku Z6

Hodinový rozpad práce na výrobku provedení Z6 prozrazuje, že výroba separační komory je náročná a zdoluhavá. Celková doba výroby je 222 hodin. Z této doby pouze svařování zabere 40 hodin a včetně přípravy, sestavení a rovnání, se celková doba práce na svařenci vyšplhá až na 86 hodin. Nejméně časově náročným blokem operací je montáž a kontrola, která zabere 6 respektive 18 hodin. Moření je vykonáváno v externí firmě a z toho důvodu není uvedeno v hodinovém rozpadu výrobku. Tento časový rozpad činností může být nápomocen při navrhování nového prostorového uspořádání například ve formě výrobní linky. Následující tabulka udává časy práce vykonávané přímo pracovníky z firmy STREICHER spol. s.r.o., Plzeň.

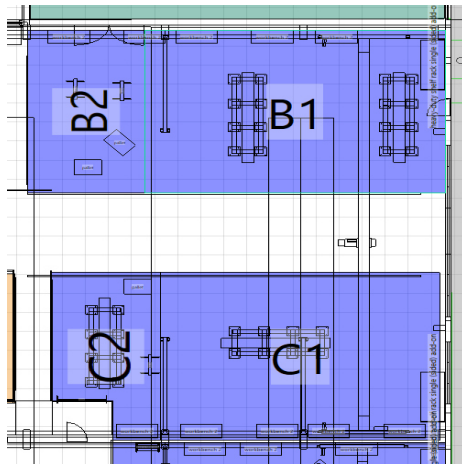
| | Počet hodin |
|---------------------------------|---------------|
| 1. Příprava materiálu | |
| Píla | 1,00 |
| Grotování, fázování výpalků | 8,00 |
| Zakružování | 1,00 |
| Rámy opracování | 8,00 |
| Předleštění výpalků | 8,00 |
| Celkem: | 26,00 |
| 2. Svařenec | |
| Příprava dílů vč. rovnání | 16,00 |
| Zámečnick – sestavení svařence | 22,00 |
| Svařování VA | 40,00 |
| Rovnění | 8,00 |
| Celkem: | 86,00 |
| 3. Kontrola | |
| Rozměrová kontrola | 8,00 |
| Rozměrová kontrola – 3D rameno | 8,00 |
| Celkem: | 16,00 |
| 4. Opracování | |
| Horizontální frézka FL12000 | 18,00 |
| Seřizovač, rozměřování, program | 2,00 |
| Příprava měření | 12,00 |
| Celkem: | 32,00 |
| 5. Povrchová úprava | |
| Mytí | 1,00 |
| Finiš | 24,00 |
| Tlaková zkouška | 6,00 |
| Lepení pro tryskání | 14,00 |
| Tryskání sklem | 3,00 |
| Očištění po lakování | 8,00 |
| Celkem: | 56,00 |
| 6. Montáž | |
| Montáž | 4,00 |
| Zabalení, expedice | 2,00 |
| Celkem: | 6,00 |
| Hodiny celkem: | 222,00 |

Tabulka 3 Časová spotřeba výrobku

4.3 Seznámení s pracovištěm

Pozorovaná pracoviště se nachází na hale číslo 2 v její přední části. Pracoviště jsou rozmístěné přímo u vjezdu do haly. Toto umístění je odůvodněno častou manipulací s jednotlivými obrobky, které jsou skladovány přímo před vraty. Vysoká manipulace je způsobena typizací výroby, která je soustředěna na svařence, které jsou na těchto pracovištích svařovány a následně dochází k jejich obrobení, měření a rovnání. Obrábění probíhá na hale 1, z toho důvodu dochází k frekventované manipulaci s daným materiálem.

Nejběžnějším produktem zpracovávaným na těchto pracovištích jsou nerezové separační komory, které se vyrábí v jednotlivých typech Z1-Z6, dle jejich rozměrů. Pro zjednodušení obrábění a manipulace jsou využívány přípravky v podobě rámu. Jedná se o lóže, ve kterých jsou separační komory svařovány, skládány, měřeny, obráběny atd.



Obrázek 4 Layout současného stavu pracovišť



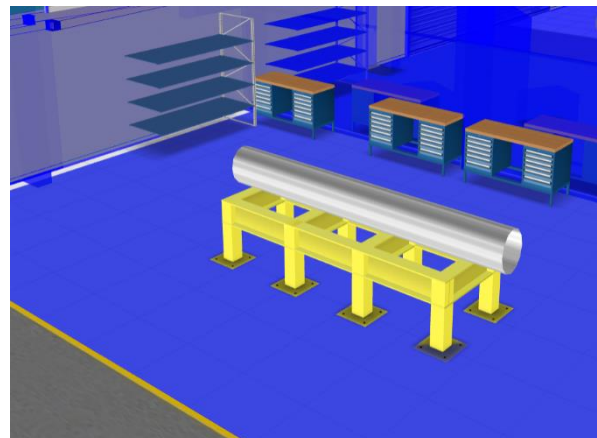
Obrázek 5 Pozorovaná pracoviště

4.3.1 Pracoviště zámečnictví – C1

V první fázi jsou výpalky skladované mimo halu dopraveny vysokozdvíhacím vozíkem na pracoviště zámečníků. Zde musí pracovníci v požadovaných rozměrech sestavit základní podobu výrobku, který poté putuje na pracoviště sváření. Po svaření svářečem, se separační komora vrací zpět k zámečníkům, kteří rovnají zdeformované díly vlivem sváření zpět do rozměrů uvedených na výkrese.



Obrázek 7 Pracoviště zámečnictví C1



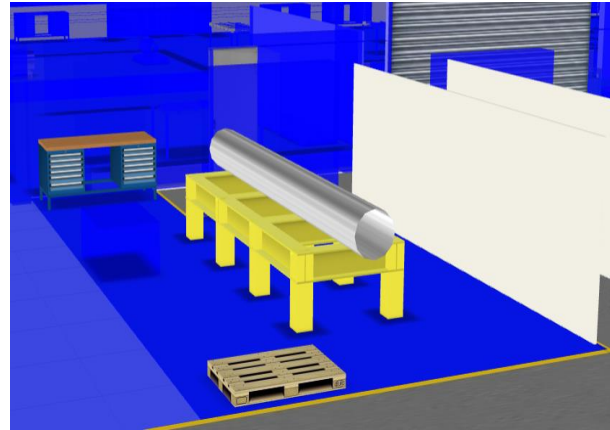
Obrázek 6 Pracoviště zámečnictví C1 – visTABLE

4.3.2 Pracoviště sváření – C2

Toto pracoviště je využíváno poté, co zámečníci bodovými svary ustaví tvar separační komory. Svařenec je upnutý v rámu a je možné s ním naklápět neboli otáčet, dle potřeby. Svářeč musí zavařit veškeré mezery mezi jednotlivými výpalky ucelenými a neprůchodnými svary. Svaření jednoho svařence zabere 2-3 pracovní dny. Důvodem je náročnost svarů a nutnost čekání na chladnutí svařence, bez kterého by mohlo dojít k výrazné deformaci.



Obrázek 8 Pracoviště sváření C2



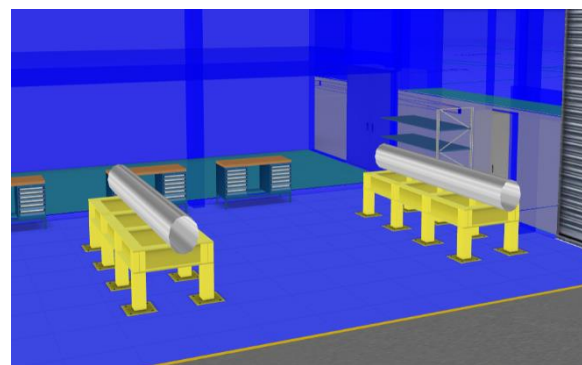
Obrázek 9 Pracoviště sváření C2 – visTABLE

4.3.3 Pracoviště kontroly – B1

Kontrola je posledním stanovištěm výrobního procesu. Probíhá zde přeměrování všech rozměrů dle výkresu pomocí 3D ramene a oprava lehce vychýlených rozměrů. Dále zde probíhá vizuální kontrola povrchu výrobku a také pórovitosti svarů. V případě nalezení nedokonalostí je nutno výrobek dopravit na pracoviště zámečníků, kteří nevhodné prvky opraví. Až když jsou všechny rozměry v pořádku a na povrchu nejsou viditelné oděrky, které vznikly vlivem tryskání nebo nešetrnou manipulací, je možno separační komoru zabalit a připravit k expedici.



Obrázek 10 Pracoviště kontroly B1



Obrázek 11 Pracoviště kontroly B1 - visTABLE

4.3.4 Ostatní pracoviště výroby Flotweg

Pro výrobu separačních komor se ve společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň využívá dále pracoviště opracování A2 a pracoviště pro tryskání povrchů výrobku Trysk_box1 a Trysk_box2. Ještě předtím, než výrobek projde těmito pracovišti, je zapotřebí jeho odvoz na moření do externí firmy Quickstep Anticorro s.r.o. sídlící v Kladně.

Moření

Moření je při výrobě separačních komor důležité kvůli očištění svarů od různých oxidů a okují, a tím zvýšení jejich pevnosti a tvrdosti. Toho se dosáhne ponořením výrobku do vany s mořidlem na určitou dobu. Tato část výrobního procesu je zajištěna v externí firmě Quickstep Anticorro s.r.o. v Kladně.

Pracoviště opracování A2

Na místo A2 se výrobek dostane po moření v externí firmě. Pracoviště se nachází u vstupu na výrobní halu č.1. Během opracování dochází k frézování rovinných funkčních ploch, které slouží na dosednutí druhé části výrobku (víka). V této funkční ploše se také frézuje tvarová drážka, do které je zde z důvodu vložení těsnění pro utěsnění vnitřních ploch. Poslední operací na horizontální fréze je vrtání veškerých děr a následná tvorba závitů. Tato operace předchází tryskání sklem. Během tryskání musí být všechny funkční plochy a díry přešlepeny, aby nedošlo k poškození povrchu.

Pracoviště tryskání Trysk_box1, Trysk_box2

Tryskání výrobku probíhá z důvodu začistění, estetičnosti a ochrany jeho povrchu. Jedná se o poslední operaci před kontrolou a následnou expedicí již hotové separační komory. Pro tuto část výroby produktu Flotweg je vymezeno místo Trysk_box1 a Trysk_box2 při vstupu na výrobní halu č.3 v blízkosti skladu.

4.4 Měření spotřeby času pracovníků

Ve společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň, bylo provedeno měření pracovních snímků dne celkem na třech pracovištích, kontroly B1, zámečnictví C1 a sváření C2. Tyto snímky byly důležité pro pochopení práce probíhající na jednotlivých pracovištích. Dále toto měření poskytlo představu o materiálovém toku výrobku Flotweg po výrobní hale společnosti STREICHER.

Jednotlivé pracovní snímky, kontrolora, dvou zámečníků a svářeče, byly po měření zaznamenány do pracovních snímků dne. Zde se vytvořil přehled časové spotřeby jednotlivých činností pracovníků a rozděleny do třech kategorií – produktivní, neproduktivní, ztrátové s podkategorií přestávek. Následně tyto záznamy posloužily k identifikaci ztrát a jejich zaměření. V tomto případě se jednalo o celkem vysokou časovou spotřebu způsobenou přepravou.

Ve snímcích se jednotlivé činnosti spotřeby času označují celkem čtyřmi barvami:

Zelená:

Časy produktivní – činnosti, kterými pracovník vytváří hodnoty (svarování, broušení, kontrola atd.)

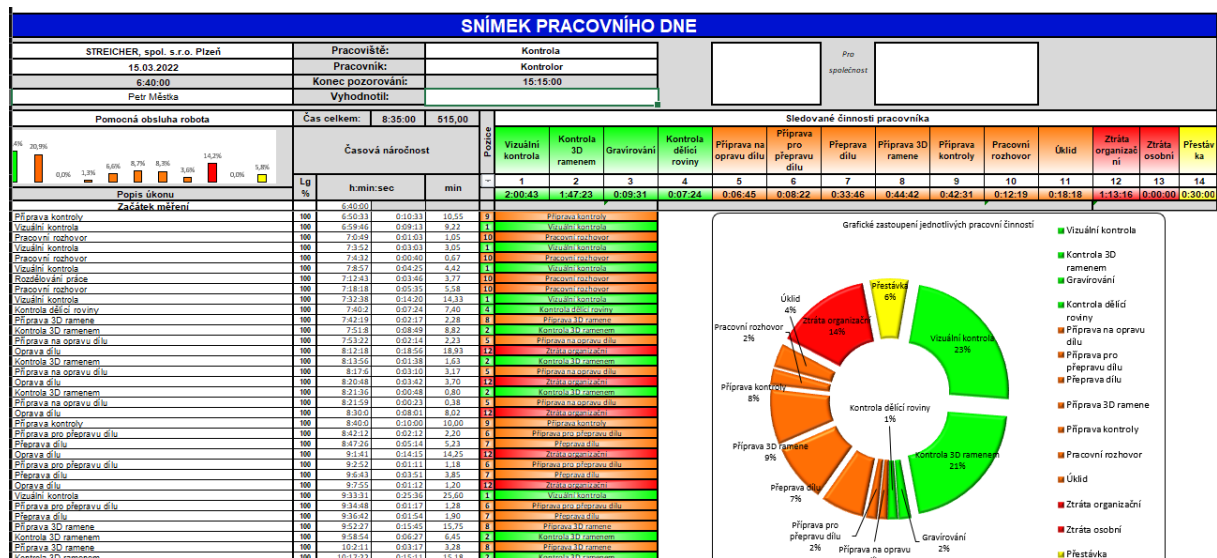
Oranžová: Časy neproduktivní – činnosti, které nevytváří hodnotu, ale slouží jako pomocné pro hlavní činnost (příprava práce, přeprava atd.)

Červená:

Časy ztrátové – neproduktivní časy z důvodu organizace (čekání na jeřáb atd.)

Žlutá:

Přestávky – časy osobních potřeb pracovníka (oběd, svačina, toaleta atd.)



Obrázek 12 Ukázka pracovního snímku dne – pracoviště kontroly B1

4.4.1 Snímek pracovního dne – svářeč

| Přehled zastoupení jednotlivých činností | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|
| | Pracovník | Suma | Procentuální zastoupení |
| Svařování | 4:47:16 | 4:47:16 | 63,84 % |
| Přemísťování nástrojů | 0:08:48 | 0:08:48 | 1,96 % |
| Čištění spojů | 0:03:05 | 0:03:05 | 0,69 % |
| Výměna svařovacích jehel | 0:03:38 | 0:03:38 | 0,81 % |
| Polohování svařence | 0:10:27 | 0:10:27 | 2,32 % |
| Čtení dokumentace | 0:03:35 | 0:03:35 | 0,80 % |
| Příprava práce | 0:19:27 | 0:19:27 | 4,32 % |
| Úklid | 0:20:05 | 0:20:05 | 4,46 % |
| Pracovní rozhovor | 0:06:56 | 0:06:56 | 1,54 % |
| Ztráta organizační | 0:18:07 | 0:18:07 | 4,03 % |
| Osobní potřeby | 0:15:37 | 0:15:37 | 3,47 % |
| Přestávka | 0:52:59 | 0:52:59 | 11,77 % |

Tabulka 4 Přehled zastoupení jednotlivých činností – svářeč

Z pracovního snímku dne svářeče bylo zjištěno, že v procentuálním zastoupení je zaměstnanec produktivní 63,84 % z celkové pracovní doby. Tato doba je zastoupena svařováním jednotlivých spojů výrobku Flotweg. Ztráty způsobené organizací činily pouze 4,03 %. Čas, po který byl svářeč neproduktivní se vyšplhal celkem na 32,13 %. V rozpadu na neproduktivní činnosti byla nejvyšší spotřeba naměřena při úklidu, společně s přípravou práce, který z celkových 32,13 % zabral 4,46 % respektive 4,32 %. Naopak nejméně času (0,80 %) zabralo čtení dokumentace a výměna svařovacích jehel (0,81 %). Osobní potřeby společně s přestávkou pozastavily práci svářeče na hodinu a osm minut.

4.4.2 Snímek pracovního dne – kontrolor

| Přehled zastoupení jednotlivých činností | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|
| | Pracovník | Suma | Procentuální zastoupení |
| Vizuální kontrola | 2:00:43 | 2:00:43 | 23,44 % |
| Kontrola 3D ramenem | 1:47:23 | 1:47:23 | 20,85 % |
| Gravírování | 0:09:31 | 0:09:31 | 1,85 % |
| Kontrola dělicí roviny | 0:07:24 | 0:07:24 | 1,44 % |
| Příprava na opravu dílu | 0:06:45 | 0:06:45 | 1,31 % |
| Příprava pro přepravu dílu | 0:08:22 | 0:08:22 | 1,62 % |
| Přeprava dílu | 0:33:46 | 0:33:46 | 6,56 % |
| Příprava 3D ramene | 0:44:42 | 0:44:42 | 8,68 % |
| Příprava kontroly | 0:42:31 | 0:42:31 | 8,26 % |
| Pracovní rozhovor | 0:12:19 | 0:12:19 | 2,39 % |
| Úklid | 0:18:18 | 0:18:18 | 3,55 % |
| Ztráta organizační | 1:13:16 | 1:13:16 | 14,23 % |
| Ztráta osobní | 0:00:00 | 0:00:00 | 0,00 % |
| Přestávka | 0:30:00 | 0:30:00 | 5,83 % |

Tabulka 5 Přehled zastoupení jednotlivých činností – kontrolor

Produktivita pracovníka kontroly se skládá celkem ze čtyř činností, kterými jsou vizuální kontrola, kontrola 3D ramenem, gravírování a kontrola dělicí roviny. Tyto úkony byly vykonávány celkem po 47,58 % pracovní doby. Neproduktivní časy byly oproti pracovníkovi na pozici svářeče vyšší a to 38,19 %. Vysokého procentuálního zastoupení dosahují ztrátové časy. Při lehkých nesrovnalostech kontrolori provádí opravu dílu sami. Čas těchto oprav se zastavil na 14,23 % směny.

4.4.3 Snímek pracovního dne – zámečnick č.1

| Přehled zastoupení jednotlivých činností | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|
| | Pracovník | Suma | Procentuální zastoupení |
| Broušení | 1:18:47 | 1:18:47 | 16,67 % |
| Leštění povrchu | 0:23:37 | 0:23:37 | 5,00 % |
| Zavaření důlků | 0:25:58 | 0:25:58 | 5,49 % |
| Protahování závitů | 0:43:13 | 0:43:13 | 9,14 % |
| Balení | 0:19:08 | 0:19:08 | 4,05 % |
| Vyznačení ploch pro otryskání | 0:17:52 | 0:17:52 | 3,78 % |
| Spojení horního a dolního dílu | 0:07:35 | 0:07:35 | 1,60 % |
| Čištění obrobku | 0:24:20 | 0:24:20 | 5,15 % |
| Uvázání víka | 0:13:07 | 0:13:07 | 2,77 % |
| Pracovní rozhovor | 0:27:05 | 0:27:05 | 5,73 % |
| Přeprava | 0:55:54 | 0:55:54 | 11,83 % |
| Organizační ztráty | 0:59:25 | 0:59:25 | 12,57 % |
| Přestávka | 1:16:42 | 1:16:42 | 16,23 % |

Tabulka 6 Přehled zastoupení jednotlivých činností – zámečnick 1

Z pracovního snímku dne zámečnicka číslo 1 je vidět, že dost času vyžaduje při jeho práci přeprava. Ve dni, kdy bylo měření provedeno si tato činnost vyžádala 55 minut a 54 sekund, tedy 11,83 % pracovní doby. Dále za zmínku stojí čas organizačních ztrát, který vznikl výpomocí na pracovišti kontroly. Organizační ztráty činily 12,57 % z denní směny. Poměrně vysoké procentuální zastoupení si vyžádaly přestávky, ovšem produktivní časy tvoří většinu pracovního snímku, konkrétně 50,88 %. Neproduktivní časy poté tvoří 20,33 %.

4.4.4 Pracovní snímek dne – zámečnick č.2

| <u>Přehled zastoupení jednotlivých činností</u> | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|
| | Pracovník | Suma | Procentuální zastoupení |
| Svařování | 1:55:49 | 1:55:49 | 21,45 % |
| Broušení | 1:40:02 | 1:40:02 | 18,52 % |
| Balení hotového výrobku | 0:58:04 | 0:58:04 | 10,75 % |
| Nahřátí výpalků | 0:02:42 | 0:02:42 | 0,50 % |
| Ukotvení výrobku do rámu | 0:10:13 | 0:10:13 | 1,89 % |
| Spasování dílů | 0:54:26 | 0:54:26 | 10,08 % |
| Čištění obrobku | 0:44:05 | 0:44:05 | 8,16 % |
| Výměna brusného pásu | 0:07:11 | 0:07:11 | 1,33 % |
| Pracovní rozhovor | 0:37:45 | 0:37:45 | 6,99 % |
| Příprava na svařování | 0:05:44 | 0:05:44 | 1,06 % |
| Příprava na spasování | 0:06:05 | 0:06:05 | 1,13 % |
| Úklid pracoviště | 0:35:34 | 0:35:34 | 6,59 % |
| Organizační ztráty | 0:30:55 | 0:30:55 | 5,73 % |
| Přestávka | 0:31:25 | 0:31:25 | 5,82 % |

Tabulka 7 Přehled zastoupení jednotlivých činností – zámečnick 2

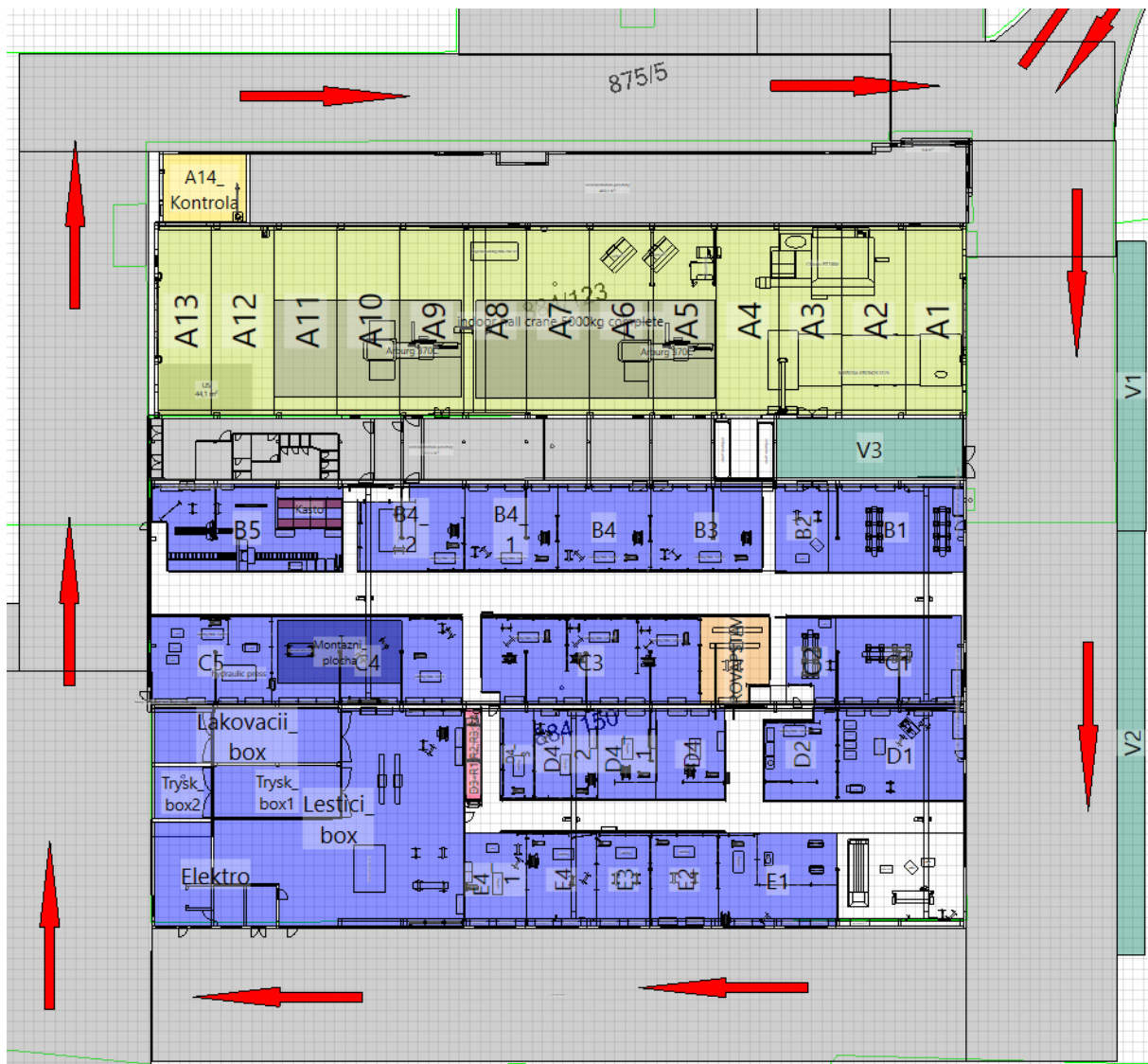
Hlavní náplní práce zámečnicka číslo 2 bylo svařování, které zabralo 21,45 % a broušení, které si vyžádalo 18,32 % pracovní doby. Produktivní časy tvořili 71,35 % směny což znamená, že oproti zámečnickovi číslo 1 byl však tento měřený pracovník na pracovišti C1 o dost produktivnější. Neproduktivní byl pak zámečnick č.2 po 22,92% doby. Zbytek času tvořili organizační ztráty v podobě dovozu výpalků z venkovního skladu. Tyto ztráty by se daly ušetřit skladováním výpalků přímo v hale na pracovišti nebo jejich zavážením skladníkem v čase potřeby.

4.5 Prostorové uspořádání

V následujících podkapitolách je sepsáno seznámení s aktuálním prostorovým uspořádáním firmy STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň. Toto uspořádání vyžaduje optimalizaci, která bude navrhována v následující kapitole číslo 3.

4.5.1 Layout současného stavu

Výrobní část podniku se sestává ze tří hal. Hala č.1 obsahuje pracoviště A1-A14, hala č.2 B1-B5, C1-C5. Poslední částí je hala č.3 obsahující pracoviště D1-D4, E1-E4, lakovací a tryskací boxy. Momentální rozložení pozorovaných pracovišť se nachází u vstupních vrat na halu č.2. Jedná se opět o pracoviště B1, C1, C2, které jsou uloženy na principu předmětného uspořádání. Výhodou tohoto umístění pracovišť může být dostupnost skladu V1, na kterém se nacházejí výpalky potřebné ke složení základního tvaru separačních komor zámečnický a pracoviště A2, na kterém se opracovává povrch výrobku po moření v externí firmě. Nevýhodou je však dostupnost tryskacích boxů, který se nachází na druhé straně haly číslo 3 a vzhledem k možným opravám po otryskávání tak vznikají zbytečně dlouhé materiálové toky.



Obrázek 13 Layout současného stavu výrobní haly

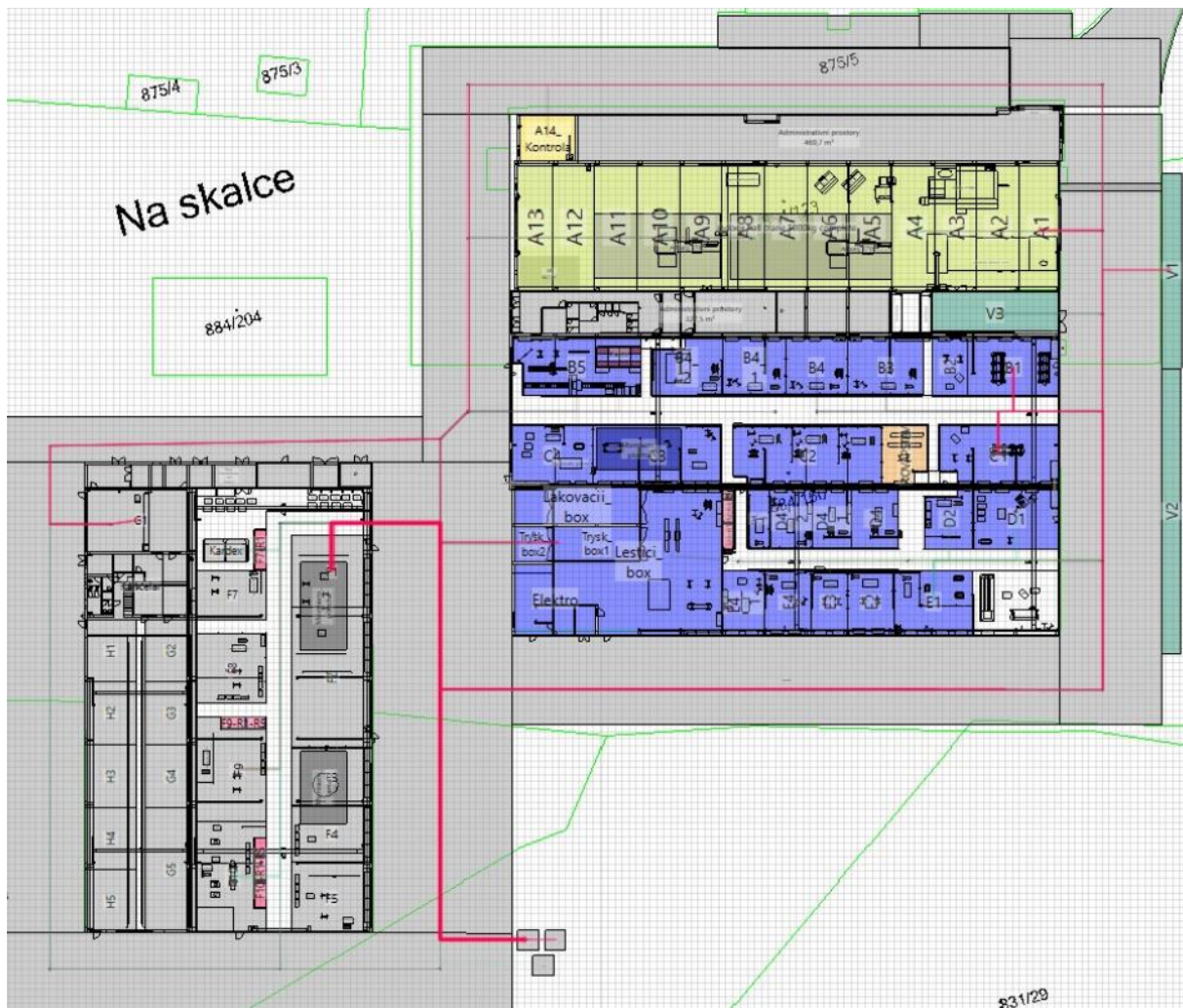
4.5.2 Materiálové toky

Materiálové toky výrobku Flotweg po areálu společnosti jsou kvůli náročnosti výroby na jednotlivé technologie a rozmístění všech pracovišť poměrně nepřehledné. Nejintenzivnější přeprava výrobku probíhá mezi pracovišti zámečnictví C1, svařování C2 a kontroly B1. Vzhledem k velkým rozměrům výrobku, rozvržení pracovišť a malého prostoru v manipulačních uličkách, které bývají občas zastavěny dalšími výrobky, na kterých pracovníci pracují, je převoz materiálu po hale celkem komplikovaný. Uvnitř výrobní haly se, až na výjimky, s obrobky manipuluje nejčastěji pomocí jednonosíkových a dvounosíkových jeřábů. Vysokozdvížných vozíků se zde využívá pouze pro přívoz a odvoz materiálu z výrobní haly směr ven nebo dovnitř.

Postup:

- 1) V1
- 2) C1
- 3) C2
- 4) C1
- 5) Moření – externí firma
- 6) C1
- 7) A2
- 8) C1
- 9) Trysk_box1/Trysk_box2
- 10) B1
 - V případě nesrovnalostí:
 - I. B1
 - II. C1
 - III. Trysk_box1/Trysk_box2
 - IV. B1
- 11) Sklad/Expedice

V první fázi je materiál uskladněný na pozici V1 převezen na pracoviště C1. Zde zámečníci vytvoří základní podobu výrobku a po jimi vykonané práci je separační komora převezena na pracoviště C2, kde ho dostává do rukou svářeč. Svářeč jednotlivé výpalky svaří k sobě pevnými svary a výrobek vrací zpět na pracoviště zámečnicků C1. Zde jsou na materiálu provedeny nutné úpravy. Jedná se převážně o narovnání zkroucených dílů vlivem svařování. Po provedení nezbytných úprav je separační komora odvezena na moření do externí firmy. Po přívozu materiálu z externí firmy se materiál vrací zpět na C1, kde proběhne příprava na opracování. V momentě, kdy jsou všechny přípravy nutné pro další krok hotové, tak je výrobek převezen na pracoviště A2. Po ukončení práce na pracovišti A2 se opět vrací na C1. Následně separační komora míří na tryskání povrchu na pracovišti Trysk_box1 nebo Trysk_box2, odkud putuje na stanoviště kontroly B1. V případě, že výrobek není z různých důvodů schválen kontrolou k expedici, tak probíhá jeho oprava na pracovišti C1. Následně je převezen na otryskání a zpět ke kontrole. V případě schválení, je separační komora zabalena k expedici a odvezena do skladu, nebo naložena do nákladního automobilu a odvezena k zákazníkovi.



Obrázek 14 Materiálové toky výrobku Flotweg

4.5.3 Area balance

Area balance je funkcí programu visTABLE. Tato funkce dá pozorovateli přehled o rozloze a zastoupení jednotlivých ploch na pracovišti v jím požadovaných jednotkách.

Výrobní hala č.2 má celkovou rozlohu 1 730 m², která je zastavěna jednotlivými pracovišti výroby. Celková plocha využívaná k výrobě produktů je 1216,4 m², z čehož na výrobu separačních komor Flotweg připadá pouze 13,8 % z celkové plochy. Prostory vyhrazené pro přepravu materiálu ve výrobě pak činí 417,5 m². Pro skladování výrobků je využito 2,6 % výrobní haly. Zbytek rozlohy tvoří nevyužité prostory.

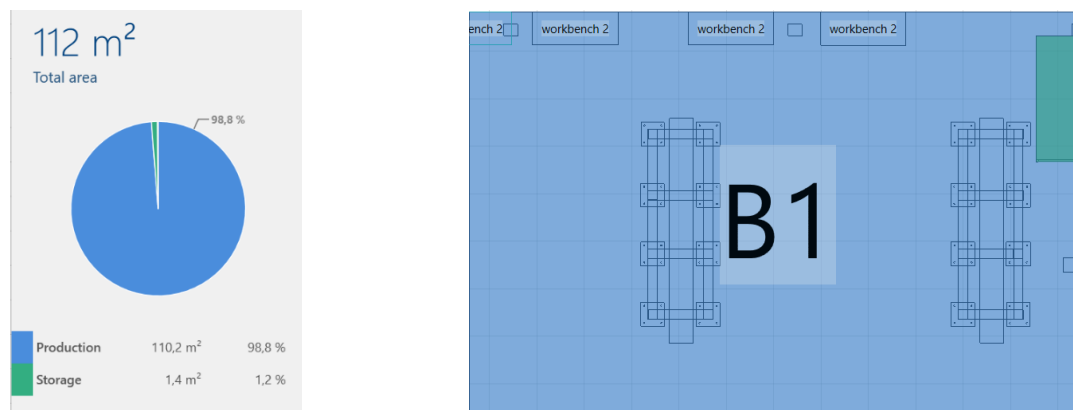
V současném stavu pracoviště B1, C1, C2 a transportní cesty zabírají celkem 326 m².



Obrázek 15 Area balance výrobní haly č.2

Pracoviště kontroly

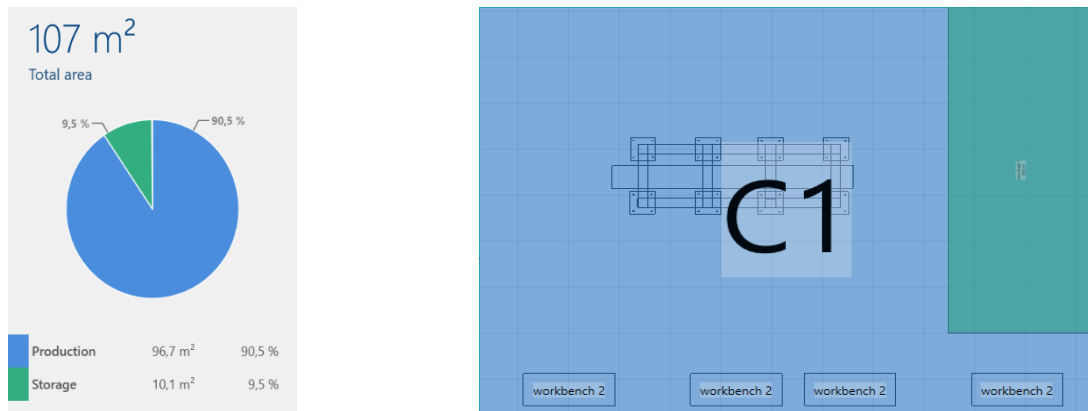
Rozloha pracoviště kontroly B1 je 112 m². Z této plochy zabere skladovací plocha, která se využívá pro zaskladnění dokumentace o zkontrolovaných výrobcích, pouze 1,4 m², což je 1,2 % z pozorované oblasti. Zbytek plochy je již výrobních a to celkem 110,2 m².



Obrázek 16 Area balance pracoviště kontroly

Pracoviště zámečnictví

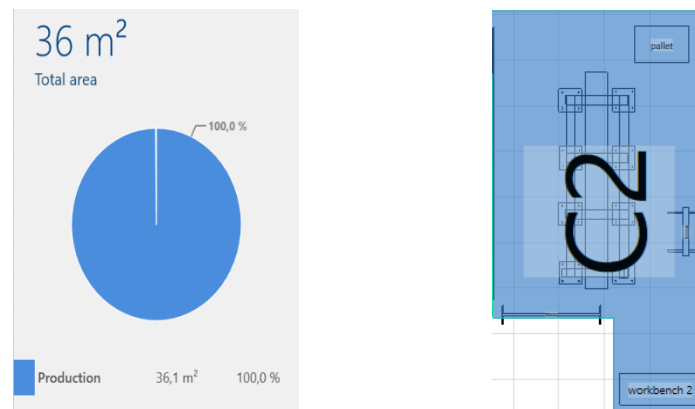
Pro práci zámečníků je vymezena plocha v celkové rozloze 105 m². Z této plochy je však odebráno téměř 13,7 % kvůli odloženým dílům separační komory Flotweg, které neprošly kontrolou nebo kontrolou teprve budou procházet.



Obrázek 17 Area balance pracoviště zámečnictví

Pracoviště sváření

Toto pracoviště je v nástroji visTABLE uvedeno jako stoprocentní výrobní plocha o rozloze 36 m². Na pracovišti se nevyskytují žádná skladovací místa, a kromě mobilní svářečky a stroje na upnutí separační komory se zde nevyskytují ani žádné další nástroje, které by zabíraly místo.



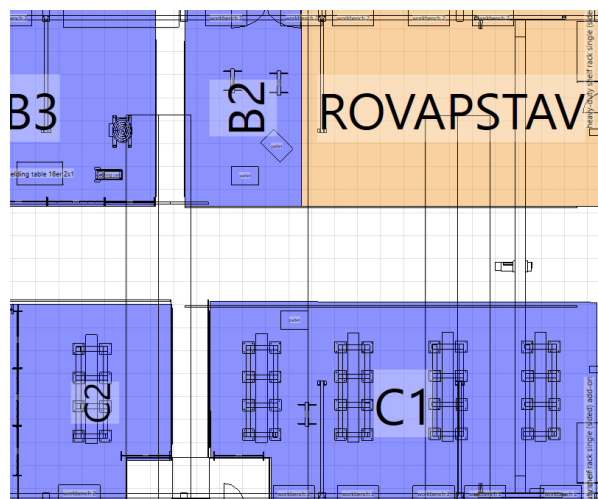
Obrázek 18 Area balance pracoviště sváření

5 Návrh na změnu prostorového uspořádání

Úkolem této bakalářské práce je vypracovat návrh na optimalizaci prostorového uspořádání ve společnosti STREICHER, spol s.r.o. Plzeň. Jelikož materiálové toky tohoto výrobku po výrobní hale jsou nepřehledné a komplikované, tak se tyto návrhy na změnu prostorového uspořádání snaží o snížení materiálových toků. Podnětem pro tuto práci mohou být pracovní snímky dne pracovníků na jednotlivých pracovištích B1, C1, C2, na kterých se naměřila celkem vysoká spotřeba času způsobená přípravou na přepravu a přepravou samotnou. Výsledná varianta může mít také za výsledek zvýšení produktivity výroby, kdy čas ušetřený přepravou mohou pracovníci strávit prací na výrobcích.

5.1 Varianta 1

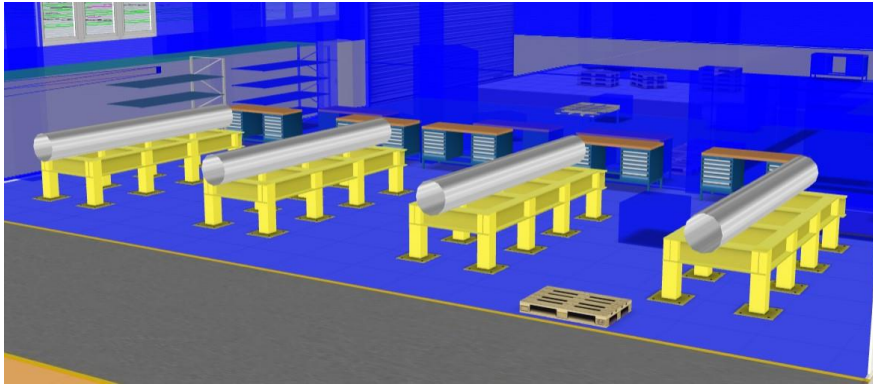
První varianta na nové prostorové uspořádání pracovišť B1, C1, C2, byla zvolena na principu předmětného uspořádání. Oproti aktuálnímu stavu jsou pracoviště uspořádány do přímky, které by mohlo usnadnit přepravu výrobku. Pracoviště C1 zůstává umístěné z důvodu nejčastější interakce s výrobkem a jeho přepravy na pracoviště nacházející se na jiných výrobních halách u vstupních vrat. Největší změnou je zrušení pracoviště kontroly B1. Toto pracoviště je zde sloučeno s pracovištěm zámečníků C1 a nahrazeno pracovištěm ROVAPSTAV. Vzhledem k přesunu pracoviště ROVAPSTAV a sloučení kontroly se zámečníky, bylo přesunuto pracoviště svářeče na původní místo ROVAPSTAV. To umožní zvýšit prostor pro pracoviště C1.



Obrázek 19 Layout Varianta 1

Pracoviště zámečníků C1 – Varianta 1

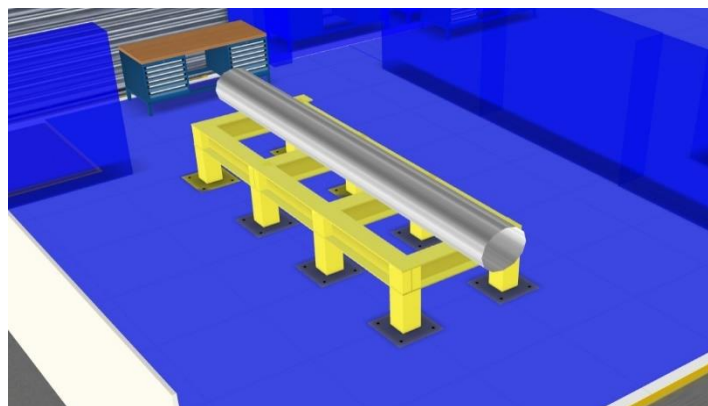
Vzhledem k přesunu pracoviště C2, se vytváří pro pracoviště C1 více prostoru. Z toho důvodu lze přidat více rámy pro separační komory, na kterých se dá pracovat. Tyto přidané rámy se mohou využívat ke kontrole rozměrů dílů a spojit tak pracoviště kontroly se zámečníky. Výhodou tohoto uspořádání může být kooperace kvalitářů se zámečníky. V případě nesrovnalostí nemusí docházet k dalšímu přesunu materiálu, ale pracovníci se mohou přesunout k nevyhovujícímu výrobku a ušetřit tak čas nutný pro přípravu na přepravu a přepravu jako takovou.



Obrázek 20 Pracoviště C1 – Varianta 1

Pracoviště sváření C2 – Varianta 1

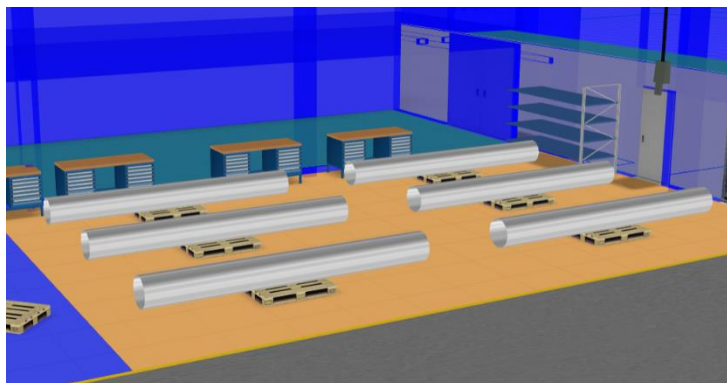
Pracoviště C2 je pro tento návrh přesunuto na současné místo pracoviště ROVAPSTAV. Tím, že toto pracoviště bylo i v původním uspořádání vedle pracoviště C1, tak se pro materiálové toky mezi těmito pracovišti nic nemění. Nabodovaná separační komora se stále bude z pracoviště C1 přesouvat pomocí jeřábu na pracoviště C2, kde se upne do přípravku, aby si svářeč mohl svařenec polohovat dle potřeby. Pro toto místo nebude ani nutné měnit rozložení strojů a nástrojů.



Obrázek 21 Pracoviště C2 – Varianta 1

Pracoviště kontroly B1 – Varianta 1

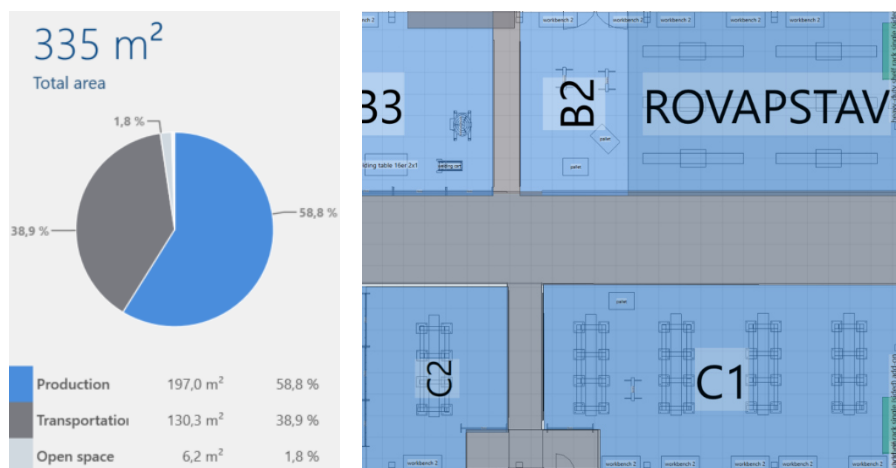
Pracoviště kontroly v tomto návrhu pomyslně zaniká a spojuje se s pracovištěm zámečníků C1. Zde by jeden rám, do kterého se usazují výrobky pro kontrolu rozměrů, mohl sloužit čistě pro práci pracovníků kontroly. Dále by toto rozmístění mohlo umožnit pracovníkům kontroly v průběhu práce zámečníků. Tím je myšleno, že pracovník kontroly by mohl po ukončené práci zámečníka dojít k výrobku a vizuálně zkontrolovat, zda je určitý díl v pořádku a nebude potřeba jeho pozdější oprava. Zámečník by v tomto případě mohl opravu vykonat ihned a nemusel tak s materiálem manipulovat navíc. Pro kontrolory by odpadlo také přecházení z jednoho pracoviště na druhé při nejasnostech ze strany zámečníků. Momentální pozici B1 převezme pracoviště ROVAPSTAV, jehož místo je pro tento návrh využito svářeči.



Obrázek 22 Pracoviště B1 – Varianta 1

Area balance

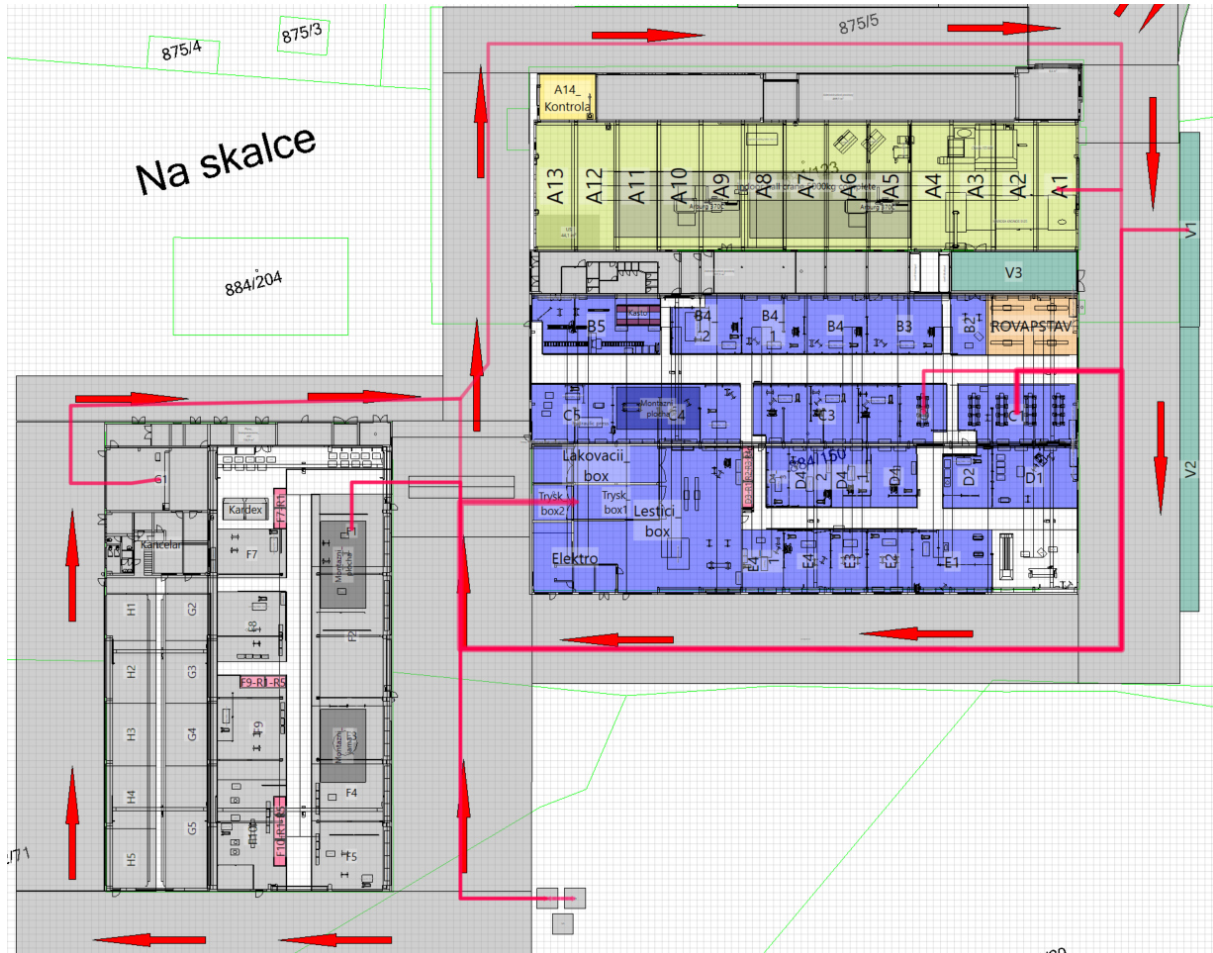
Varianta 1 zahrnující pracoviště C1, C2 a manipulační cesty vyžaduje plochu o celkové rozloze 335 m². Z této plochy největší část, 58,8 %, tvoří místa určená k výrobě separačních komor Flotweg. Jedná se o pracoviště C1 a C2. Manipulační cesty tvoří 130,3 m², nevyužitá místa 6,2 m². Oproti původnímu stavu došlo k navýšení potřebného místa o 9 m².



Obrázek 23 Area balance – Varianta 1

Materiálové toky

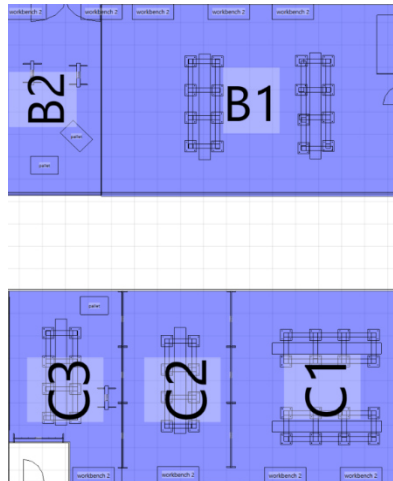
V této variantě zaniká pracoviště kontroly B1 a spojuje se s pracovištěm C1. To odstranilo manipulaci s materiálem přes manipulační uličku mezi těmito pracovišti. Dále došlo k přesunu pracoviště C2. Tento přesun proběhl ve směru současného toku materiálu o pracoviště dál na místo současného ROVAPSTAV. Z toho důvodu je potřeba zavezení materiálu dále do výrobní haly.



Obrázek 24 Materiálové toky – Varianta 1

5.2 Varianta 2

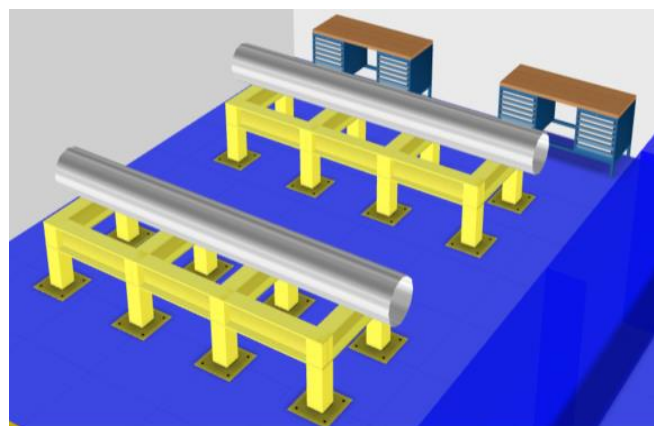
Varianta dvě čítá celkem čtyři pracoviště výroby separační komory Flotweg. Oproti původnímu stavu se zachovává pracoviště kontroly B1, ovšem pracoviště nacházející se přes manipulační uličku prochází změnou. Pracoviště C1 opět zůstává hned u vstupních vrat na halu č.2 jako počáteční místo výrobního procesu výroby separačních komor Flotweg. Dochází zde však k přesunu pracoviště sváření z důvodu implementace nového pracoviště C3. Nevýhodou tohoto návrhu může být nutnost přivedení nového zaměstnance na pozici svářeče, který by obsadil volné místo na nově zavedeném pracovišti C3.



Obrázek 25 Layout Varianta 2

C1 – zámečnictví

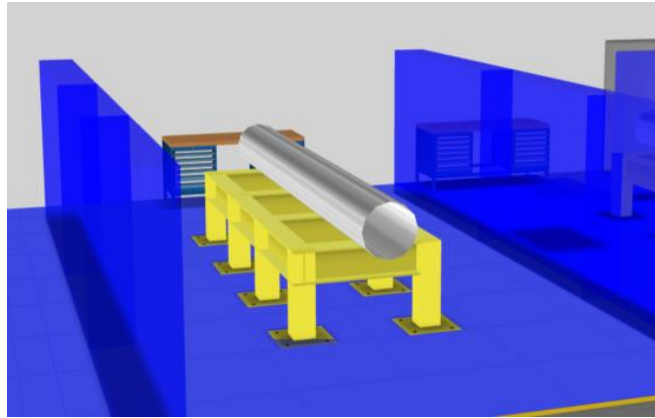
Pracoviště zámečnictví je v tomto návrhu zmenšené o prostor, ve kterém se odkládaly kusy určené k další práci. Zůstává zachován počet dvou rámu pro výrobu separačních komor. Na tomto pracovišti by nyní mohlo docházet na jednom výrobním rámu k prvnímu kroku výrobního postupu, kterým je sestavení základní podoby separační komory. Na dalším rámu by se pak mohli provádět opravy výrobku nebo jeho příprava před mořením, opracováním či tryskáním.



Obrázek 26 Pracoviště C1 – Varianta 2

C2 – sváření

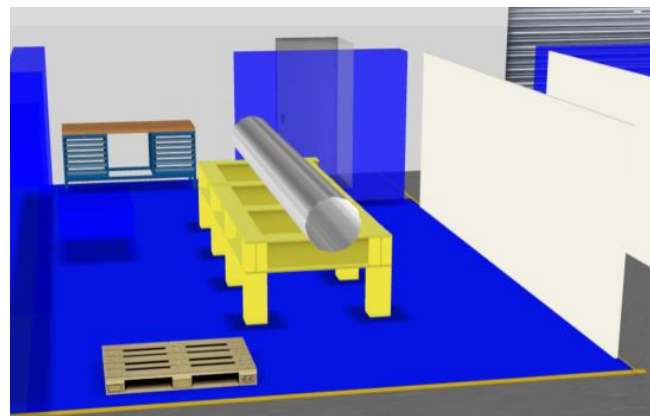
Přesunutě pracoviště sváření. V rozložení tohoto pracoviště by nedocházelo k žádným změnám. Stejně jako v současném stavu by na toto místo dorazil výrobek sestavený bodovými svary z pracoviště C1. Dále by separační komora Flotweg putovala na místo C3.



Obrázek 27 Pracoviště C2 – Varianta 2

C3 – zámečnictví

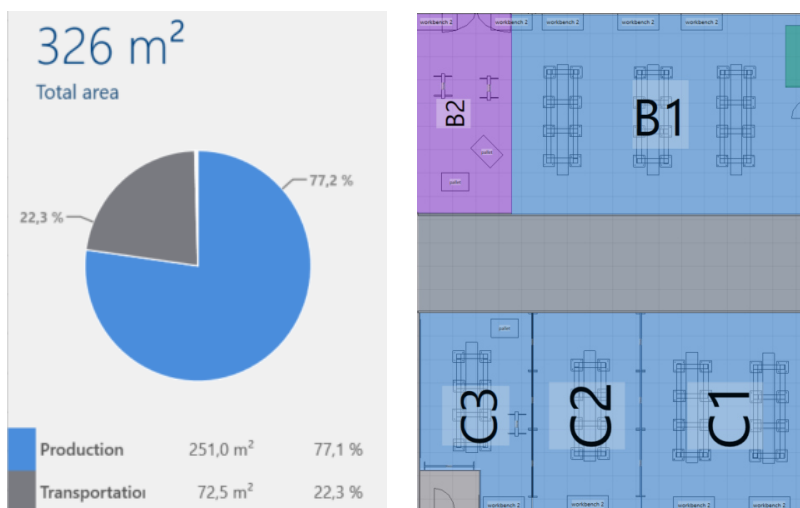
Nové pracoviště, které navazuje na pracoviště C2. Po práci svařeče je nutno narovnat díly svařence, které se vinou svařování zdeformovaly. K tomuto rovnání by mohlo docházet zde na tomto pracovišti. Dále by se zde mohl výrobek v případě nutnosti připravovat k opracování nebo tryskání.



Obrázek 28 Pracoviště C3 – Varianta 2

Area balance

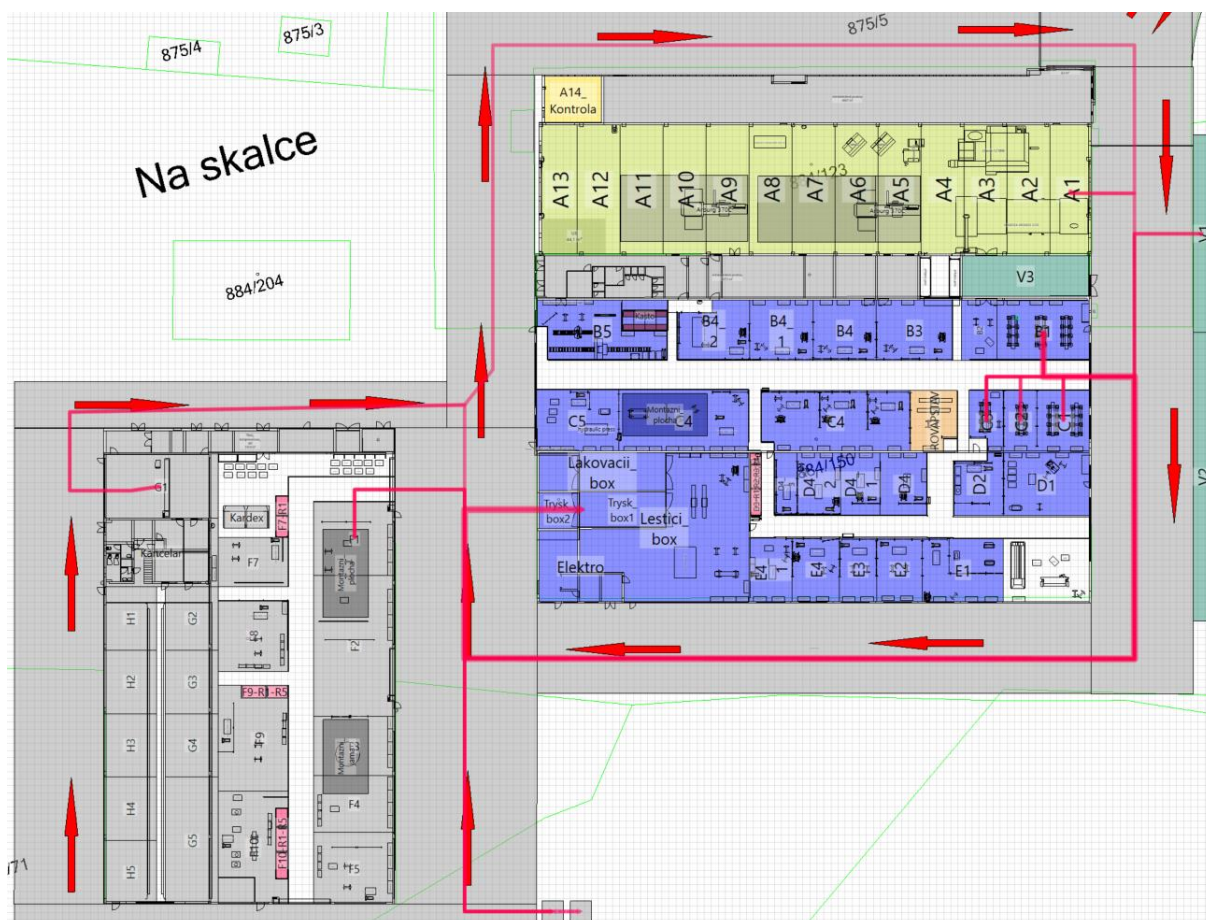
Pro Variantu 2 se rozloha oproti původnímu stavu zachovává 326 m². Dochází zde pouze ke změně rozložení jednotlivých pracovišť. Ke zmenšení dochází hlavně u pracoviště C1, které se o své původní rozměry dělí s pracovištěm sváření. Ostatní rozměry pracovišť zůstávají stejné jako v současném stavu.



Obrázek 29 Area balance – Varianta 2

Materiálové toky

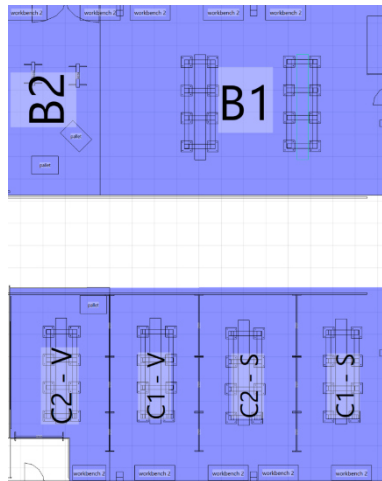
Tok materiálu výrobní halou se mění oproti původnímu stavu až po vykonání práce svářečem na pracovišti C2. Zde se vsune pracoviště zámečnictví C3, na kterém bude docházet k rovnání po svařování a přípravě materiálu k dalšímu postupu výrobou. Poté již probíhá výroba stejně jako v současném stavu.



Obrázek 30 Materiálové toky – Varianta 2

5.3 Varianta 3

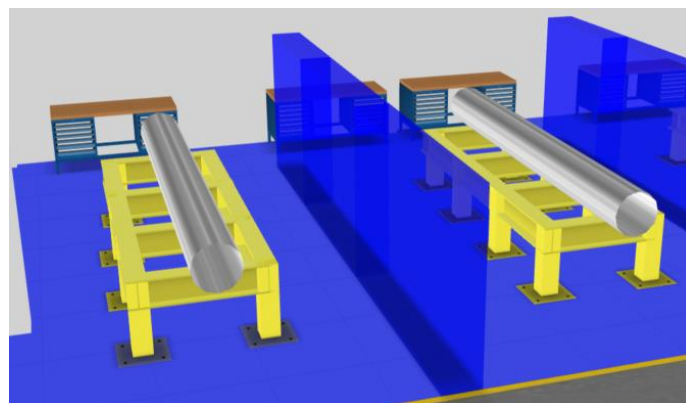
Při návrhu třetí varianty dochází k výrazné změně. V současném stavu se nebere ohled na to, zda do výroby jde vrchní nebo spodní část separační komora. Tento návrh však tyto dva díly separuje. Pro toto pojetí výroby je zapotřebí čtyř pracovišť. Jsou jimi pracoviště C1-S, C2-S a C1-V, C2-V, přičemž „V“ značí pracoviště pro vrchní díl a „S“ pro díl spodní. Pracoviště pro jednotlivé díly (spodní, vrchní) jsou umístěny do své těsné blízkosti pro zjednodušení manipulace s hotovými výrobky. Pracoviště kontroly B1 zde opět zůstává na své pozici a nijak se s ním nemanipuluje.



Obrázek 31 Layout – Varianta 3

C1-S/V – zámečnictví

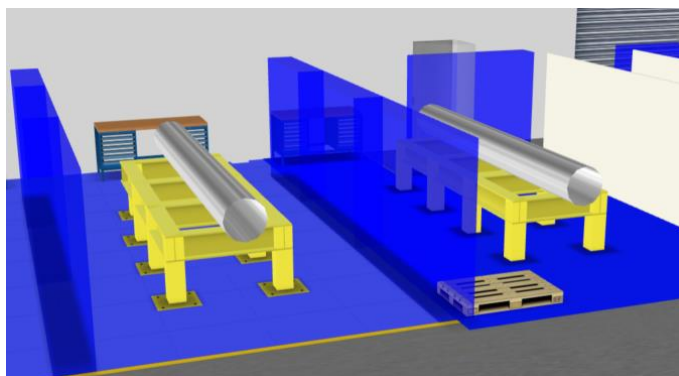
Počáteční pracoviště výrobního postupu spodního či vrchního dílu výrobku. Stejně jako v předešlých variantách a současném stavu se zde sestaví základní podoba separační komory a následně předá na pracoviště sváření.



Obrázek 32 Pracoviště C1-S/V - Varianta 3

C2-S/V – sváření

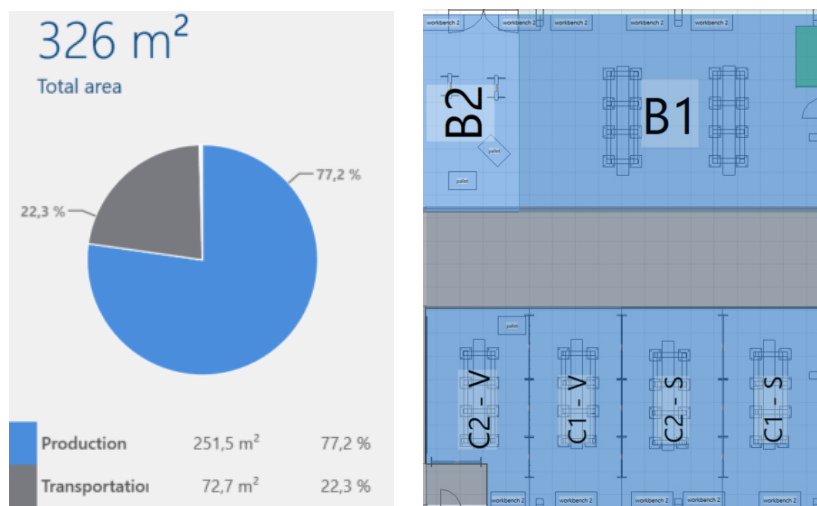
Pracoviště navazující na C1-S/V. Opět zde bude docházet ke svaření jednotlivých výpalků souvislými svary. Následně se svařenec vrací zpět na C1-S/V na rovnání dílů.



Obrázek 33 Pracoviště C2-S/V – Varianta 3

Area balance

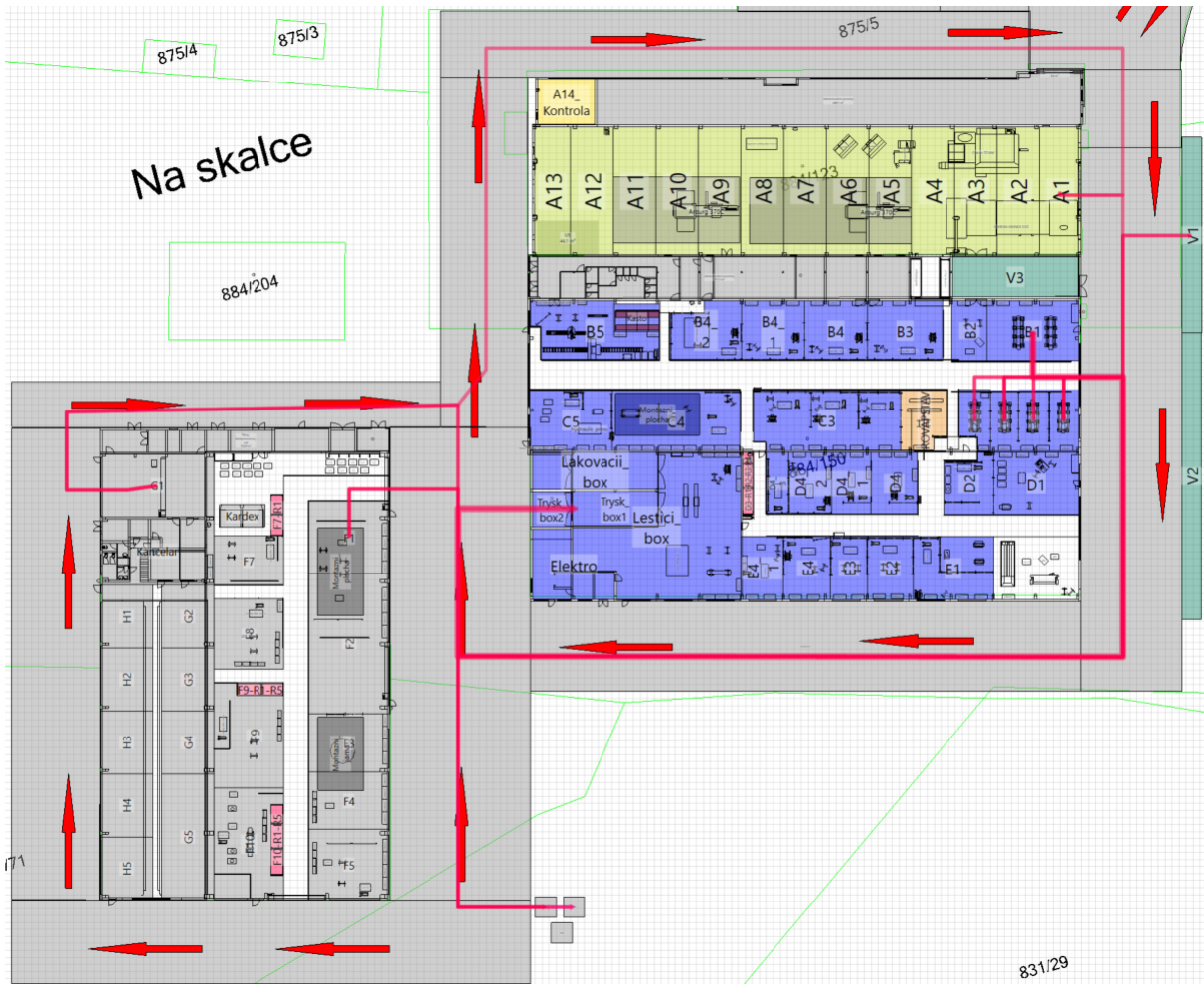
Stejně jako pro druhou variantu, tak i pro třetí platí, že se rozloha výrobních prostorů nemění a zůstává 326 m². Dochází zde však k jinému využití ploch pro původní pracoviště C1 a C2. Na jejich místě vznikají celkem 4 nová pracoviště C1-S, C2-S, C1-V a C2-V. Jedná se vždy o dvě stejná pracoviště, na kterých probíhají stejné práce na výrobcích s tím rozdílem, že pracoviště s označením „S“ jsou pro spodní díl a „V“ pro díl vrchní. To je rozdíl oproti současnému stavu, kdy probíhá výroba spodního i vrchního dílu po sobě na jednom pracovišti.



Obrázek 34 Area balance – Varianta 3

Materiálové toky

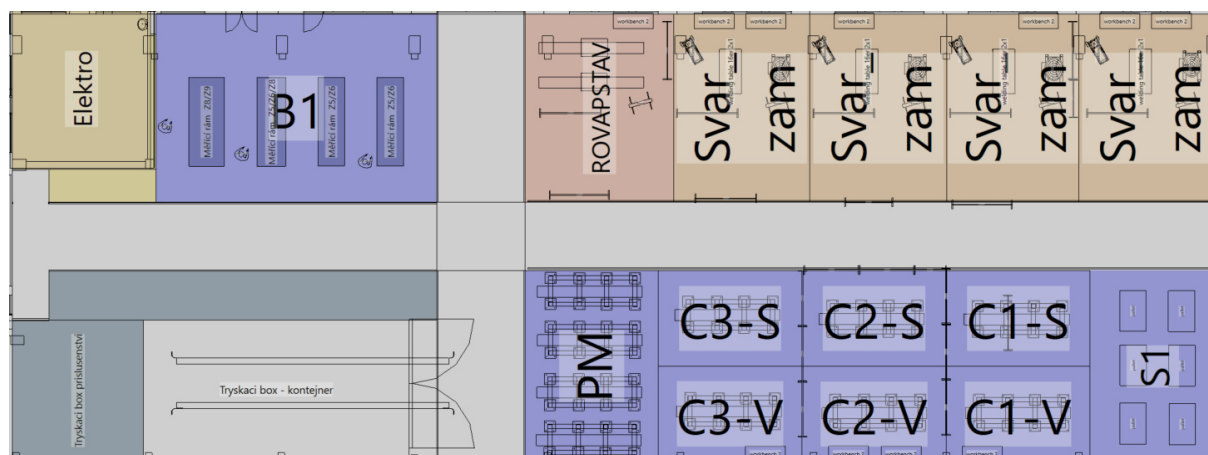
Změna oproti původnímu stavu materiálových toků je patrná na první pohled. Posloupnost zavážení materiálu zůstává stejná, ovšem z důvodu rozdělení pracovišť, pro spodní a horní díl, dochází ke zdvojení materiálových toků na těchto místech.



Obrázek 35 Materiálové toky – Varianta 3

5.4 Varianta 4

Poslední navrhované prostorové uspořádání pro pracoviště výroby Flotweg. Tato varianta se zamýšlí do nové výrobní haly, která bude stát vedle té stávající. Hlavní myšlenkou je uspořádání do linky a zavedení skladu již do prostorů výrobní haly na počátek procesu. To by umožnilo pracovníkům zámečnictví brát materiál potřebný na sestavení základní podoby z těsné blízkosti svého pracoviště, nedovážet tak výpalky z venkovních prostor společnosti a snížit tak materiálové toky. Výroba by mohla probíhat ve dvou totožných linkách, kde by se jedna zaměřila na výrobu vrchního dílu a druhá spodního. To by umožnilo paralelní výrobu spodního a vrchního dílu, a tím úsporu na zhotovení celého výrobku. Je zde nově implementováno také předávací místo PM mezi tryskacím boxem a pracovišti C3-S, C3-V. Na tomto místě se mohou ponechávat výrobky, které čekají na další operaci. Nejčastěji se zde budou vyskytovat výrobky před a po tryskání sklem z důvodu nutných oprav.



Obrázek 36 Layout – Varianta 4

S1 – sklad

V současném stavu leží sklad výpalků před výrobní halou č.2. V tomto návrhu se zamýšlí implementace skladu dovnitř výrobní haly, čímž by došlo ke snížení materiálových toků a času stráveného přepravou výpalků na pracoviště. Sklad je zde umístěn před pracoviště zámečníků B1-V a C1-S, jelikož ze zde umístěných výpalků sestavují základní podobu výrobku.

C1-S/V – zámečnictví

Stanoviště pro první krok výrobního postupu. V tomto návrhu jsou zde umístěny dva pracovní rámy. Na jednom rámu pracovníci sestavují základní tvar výrobku v požadovaných rozměrech. Na druhém rámu pracovníci mohou připravovat materiál pro opracování.

C2-S/V – sváření

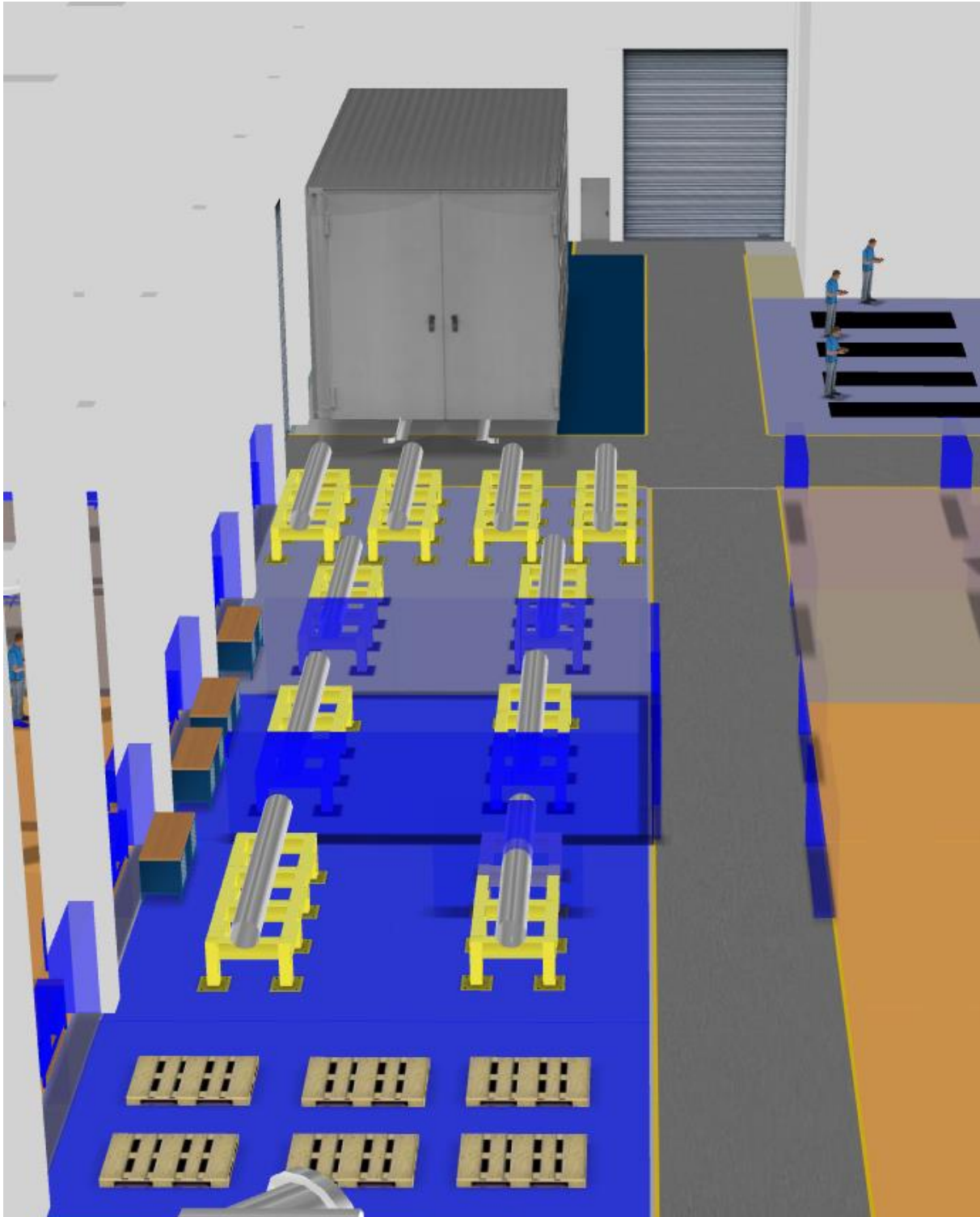
Náplň práce zaměstnance na tomto pracovišti zůstává stejná a nic se pro toto místo oproti současnému stavu nemění. Svařenec je sem poslán z pracoviště B2-V/C2-S a po ukončení práce pokračuje na B3-V/C3-S.

C3-S/V – zámečnictví

Na tomto pracovišti se pokračuje dle výrobního postupu a dochází zde k rovnání dílů po svařování. Dále je zde možné pokračovat ve výrobě v podobě přípravy výrobku na moření.

B1 – kontrola

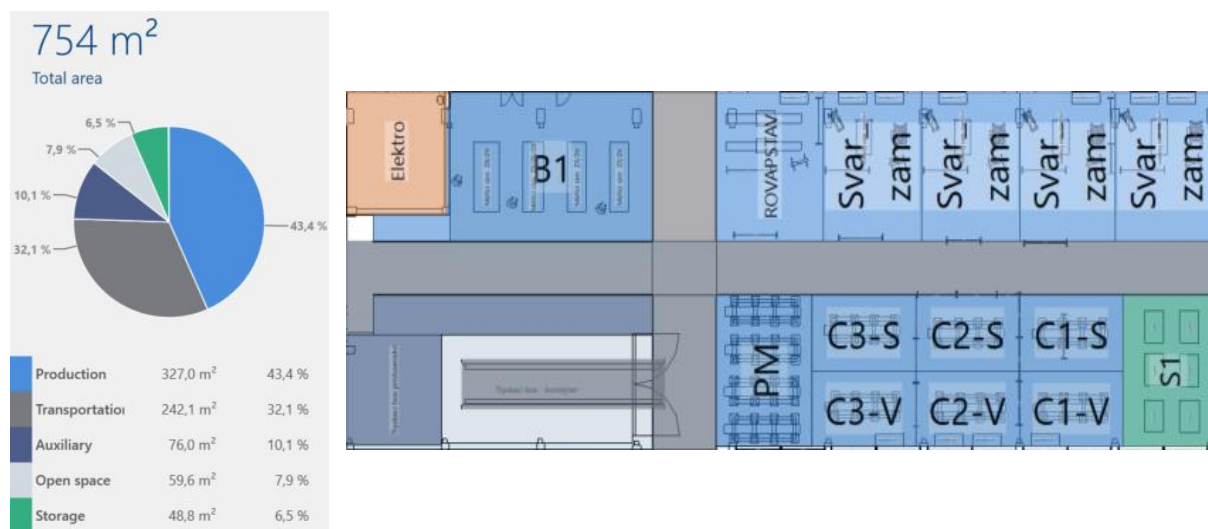
Závěrečné pracoviště. Zde proběhne kontrola již hotových dílů, které dorazí po tryskání sklem pracoviště Trysk_box. Jelikož se jedná o poslední pracoviště, po kterém je již výrobek expedován, tak je umístěno do těsné blízkosti vstupních vrat.



Obrázek 37 Pracoviště – Varianta 4

Area balance

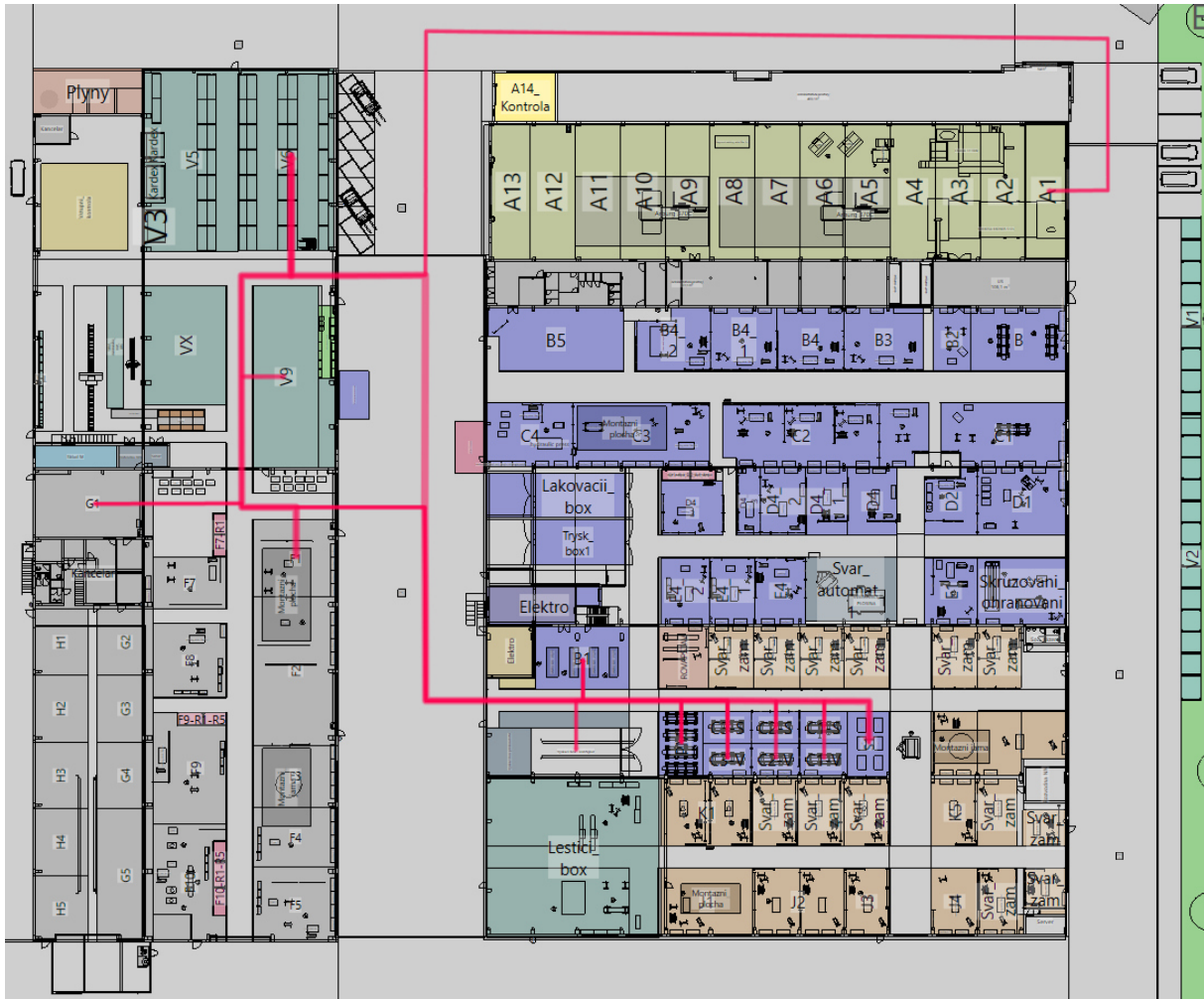
Rozloha ploch potřebných pro výrobu separačních komor Flotweg pro čtvrtou variantu výrazně narostla, a to na celkových 754 m². To je zaviněno především nároky tryskacího boxu, který je velice prostorný a zabere tak spoustu místa. Dalšími činiteli jsou plochy skladování výpalků S1 a předávací místo pro nedokončené separační PM. Výrobní prostory zde čítají celkem 327 m², což tvoří 43,4 % z celku. Cesty určené pro manipulaci s materiálem zde zabírají 242,1 m² a skladovací plochy 48,8 m². Pokud (stejně jako u ostatních variant) budeme zanedbávat rozlohu tryskacího boxu, je pak celková rozloha ploch 582 m².



Obrázek 38 Area balance – Varianta 4

Materiálové toky

V této variantě dochází pro materiálové toky ke změně hned na několika místech. Zavedení skladu S1 usnadní zavážení výpalků, které se v současném stavu nachází ve venkovních prostorech areálu. Pracovníci zámečnictví k nim tak budou mít lepší přístup. Další změnou je zavedení předávacího místa za pracoviště zámečnictví C3-S/V. Toto místo se nachází v těsné blízkosti tryskacího boxu, který se aktuálně nachází v jiné výrobní hale než pracoviště výroby separačních komor Flotweg. Dále za zmínku stojí blízkost skladu, ve kterém dochází k uložení výrobku před jeho expedicí. Tento sklad se nyní nachází v budově, která je pár metrů od vstupních vrat do této nové výrobní haly.



Obrázek 39 Materiálové toky – Varianta 4

5.5 Vyhodnocení variant

Pro STREICHER spol. s.r.o. Plzeň byly navrženy celkem čtyři varianty na změnu prostorového uspořádání. V následujících tabulkách jsou jednotlivé varianty mezi sebou porovnány společně se současným stavem pracovišť. Tyto tabulky obsahují pouze pracoviště, se kterými se dalo přesouvat nebo nově přidané plochy pro skladování vstupního materiálu a předávání nezhotovené výroby. Neobsahují tak pracoviště pro tryskání, opracování a moření.

V následující tabulce je vytvořen přehled pracovišť, které se vyskytují v jednotlivých variantách a v současném prostorovém uspořádání. Jak lze z tabulky vyčíst, nejvíce pracovišť obsahuje Varianta 4. Těchto devět ploch je výrazným nárůstem oproti aktuálnímu uspořádání. Je to způsobeno několika aspekty. Hlavním důvodem je duplikace pracovišť, které se rozdělují pro vrchní a spodní díl výrobku. Tím se umožňuje výroba vrchního a spodního dílu zároveň, což může vést k výrazné úspoře času výroby celého produktu. Dále zde přibývá předávací místo PM a sklad výpalků S1.

| | Současný stav | Varianta 1 | Varianta 2 | Varianta 3 | Varianta 4 |
|---------------|---------------|------------|------------|------------|------------|
| B1 | Ano | - | Ano | Ano | Ano |
| C1 | Ano | Ano | Ano | - | - |
| C2 | Ano | Ano | Ano | - | - |
| C3 | - | - | Ano | - | - |
| C1 – S | - | - | - | Ano | Ano |
| C1 – V | - | - | - | Ano | Ano |
| C2 – S | - | - | - | Ano | Ano |
| C2 – V | - | - | - | Ano | Ano |
| C3 – S | - | - | - | - | Ano |
| C3 – V | - | - | - | - | Ano |
| S1 | - | - | - | - | Ano |
| PM | - | - | - | - | Ano |
| Celkem | 3 | 2 | 4 | 5 | 9 |

Tabulka 8 Přehled pracovišť jednotlivých variant

Pro další porovnávání je důležité vytvořit také přehled rozloh jednotlivých variant a stavu materiálových toků (tabulka 9). K rozloze jednotlivých variant je nutné podotknout, že první tři varianty se vytvářely v současné výrobní hale č.2 a manipulace s pracovišti byla tak značně omezená a rozloha se změnila pouze u varianty 1 s nárůstem o 9 m². Při sestavování varianty 4 se vytváří vize do budoucna a návrh se zamýšlí do nové výrobní haly. Bylo tak možné zde přistavit další užité plochy PM a S1. Pro tuto variantu se také pracovalo s ideou vytvořit výrobní linku, čímž narostl počet pracovišť a celková rozloha na 582 m².

Z hlediska délky materiálových toků docházelo mezi variantami pro současnou výrobní halu k určitým změnám. Lze si povšimnout, že na 1 kus výrobku separační komory Flotweg se vzdálenosti mění o pár desítek metrů. U prvních dvou variant došlo k nárůstu o deset, respektive 20 metrů. Třetí varianta má materiálové toky již kratší a zároveň má duplikované pracoviště zámečnictví a sváření. To by mohlo znamenat navýšení výroby separačních komor Flotweg díky současné výrobě vrchního a spodního dílu výrobku. Čtvrtá varianta má ze všech variant materiálové toky nejkratší. To je způsobeno lepší návazností pracovišť, přidáním skladu výpalků na počátek procesu, a především zavedením pracoviště tryskání na konec této výrobní linky.

| | Výrobní hala | Area balance [m ²] | Materiálové toky [km] | |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 1 ks | 150 ks (roční výroba) |
| Současný stav | č.2 | 326 | 2,14 | 321 |
| Varianta 1 | č.2 | 335 | 2,17 | 325,5 |
| Varianta 2 | č.2 | 326 | 2,15 | 322,5 |
| Varianta 3 | č.2 | 326 | 2,10 | 315 |
| Varianta 4 | č.5 (plánovaná) | 582 | 1,39 | 208,5 |

Tabulka 9 Area balance a materiálové toky jednotlivých variant

Výběr varianty

Jako nejvhodnější návrh hodnotím Variantu 4, která je navrhována do nové výrobní haly, na které se v současné době již pracuje. V této variantě se výrazně snižují materiálové toky, a to o 0,75 km na jeden kus, který projde celým výrobním procesem. Za celou roční výrobu toto snížení dosahuje celkové ušetřené délky 112,5 km. Zároveň zde dochází k potenciálnímu zvýšení výroby separačních komor oproti současnému stavu, díky duplikaci pracovišť výroby a tím současné výrobě jak vrchního, tak spodního dílu. Toto zdvojení pracovišť může přinést celkovou úsporu 43 hodin pracovní doby na zhotovení jednoho kompletního výrobku.

Pokud bychom se měli omezit pouze na současný stav, tak nejvíce vyhovuje cíli práce Varianta 3. Tento návrh již nesnižuje materiálové toky takovým rozdílem jako čtvrtá varianta, ale i tak ušetří na roční výrobě 10,5 km. Pokud zanedbáme rozdíl v materiálových tocích, je tato varianta stále vhodnější než ostatní. V této variantě jsou totiž podobně jako ve variantě čtvrté duplikovaná pracoviště. Mohou se tak vyrábět vrchní a spodní díly zároveň a výrazně snížit časovou spotřebu výroby separačních komor Flotweg.

Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo navrhnout prostorové uspořádání pracovišť výroby separačních komor Flotweg ve společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň. Tento nový návrh měl za úkol snížit materiálové toky ve výrobním procesu a zvýšit produktivitu práce.

K tvorbě finálního návrhu byla zpracována teoretická část, která se zabývá hlavními tématy této práce, kterými jsou logistika, výroba a prostorové uspořádání

V praktické části je již představena společnost STEICHER, spol. s.r.o. Plzeň a výrobek, pro jehož výrobu se navrhuje jednotlivé varianty prostorového uspořádání. Pro tyto návrhy bylo důležitá sesbírat data a informace o současném stavu pracovišť a průběhu výroby separačních komor. Z toho důvodu proběhlo několik osobních schůzek přímo ve společnosti a následné měření pracovních snímků dne zaměstnanců na jednotlivých pracovištích. Na základě získaných dat byly pak vypracovány čtyři varianty. Tři varianty se navrhovaly pro současnou výrobní halu č.2, takže zde bylo jisté prostorové omezení kvůli pracovištím další výroby. Poslední čtvrtá varianta se již navrhovala pro nově vznikající výrobní halu. Tato varianta byla také vyhodnocena jako ideální. Dle výsledků se zde významně snížili materiálové toky, což je způsobené vhodnějším navazováním pracovišť. Také je zde potenciální navýšení produkce výroby díky duplikovaným pracovištím, které umožňují paralelní výrobu spodního a vrchního dílu, čímž se výrazně ušetří čas výroby potřebný ke zhotovení jednoho kompletního dílu. Pro současnou výrobní halu byla vyhodnocena jako nejvhodnější varianta 3. Tato varianta se podobně jako varianta 4 opírá o duplikovaná pracoviště zámečnictví a sváření, které vedou k úspoře výrobního času na jednom výrobku. Z důvodu vzdálenosti tryskacího boxu a prostorového omezení zde ale nedochází k tak výrazné úspoře na materiálových tocích.

Navrhované varianty prostorového uspořádání pracovišť mohou společnosti STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň sloužit jako podklady pro budoucí změny v uspořádání výrobních ploch nebo tvorby prostorového uspořádání pracovišť pro nově vznikající výrobní halu.

Seznam použité literatury

- [1] GROS, Ivan a kol. *Velká kniha logistiky*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 stran. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [2] JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. 254 stran. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [3] JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013. 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- [4] MILLER, Antonín et al. *Projektování výrobní základny – teoretická část* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9.
- [5] ŠIMON, Michal a TRNKOVÁ, Lucie. *Logistika – teoretická část* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4.
- [6] STEVENSON, William J. *Operations Management*. McGraw-hill, 2018. ISBN 978-1259921810.
- [7] HORVÁTH, Gejza. *Logistika ve výrobním podniku*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2007. 215 s. ISBN 978-80-7043-634-9.
- [8] KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta et al. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [9] MTM – Methods Time Measurement. [online]. [cit.19.11.2021]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/mtm-methods-time-measurement>
- [10] MAX STREICHER GmbH & Co. KG aA [online]. [cit.25.11.2021]. Dostupné z: <https://www.streicher.de/profil/unternehmensprofil>
- [11] STREICHER, spol. s r.o. Plzeň [online]. [cit.25.11.2021]. Dostupné z: <https://www.streicher.cz/>
- [12] Historie – STREICHER, spol. s.r.o. Plzeň (streicher-machinery.cz) [online]. [cit.25.11.2021]. Dostupné z: <https://www.streicher-machinery.cz/nase-spolecnost/historie>

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 STREICHER, spol. s.r.o Plzeň | 24 |
| Obrázek 2 Separální komora Flotweg | 25 |
| Obrázek 3 Vývojový diagram procesu kontroly | 28 |
| Obrázek 4 Layout současného stavu pracovišť | 30 |
| Obrázek 5 Pozorovaná pracoviště | 30 |
| Obrázek 6 Pracoviště zámečnictví C1 – visTABLE | 30 |
| Obrázek 7 Pracoviště zámečnictví C1 | 30 |
| Obrázek 8 Pracoviště sváření C2 | 31 |
| Obrázek 9 Pracoviště sváření C2 – visTABLE | 31 |
| Obrázek 10 Pracoviště kontroly B1 | 31 |
| Obrázek 11 Pracoviště kontroly B1 - visTABLE | 31 |
| Obrázek 12 Ukázka pracovního snímku dne – pracoviště kontroly B1 | 33 |
| Obrázek 13 Layout současného stavu výrobní haly | 38 |
| Obrázek 14 Materiálové toky výrobku Flotweg | 40 |
| Obrázek 15 Area balance výrobní haly č.2 | 41 |
| Obrázek 16 Area balance pracoviště kontroly | 41 |
| Obrázek 17 Area balance pracoviště zámečnictví | 42 |
| Obrázek 18 Area balance pracoviště sváření | 42 |
| Obrázek 19 Layout Varianta 1 | 43 |
| Obrázek 20 Pracoviště C1 – Varianta 1 | 44 |
| Obrázek 21 Pracoviště C2 – Varianta 1 | 44 |
| Obrázek 22 Pracoviště B1 – Varianta 1 | 45 |
| Obrázek 23 Area balance – Varianta 1 | 45 |
| Obrázek 24 Materiálové toky – Varianta 1 | 46 |
| Obrázek 25 Layout Varianta 2 | 47 |
| Obrázek 26 Pracoviště C1 – Varianta 2 | 47 |
| Obrázek 27 Pracoviště C2 – Varianta 2 | 48 |
| Obrázek 28 Pracoviště C3 – Varianta 2 | 48 |
| Obrázek 29 Area balance – Varianta 2 | 49 |
| Obrázek 30 Materiálové toky – Varianta 2 | 49 |
| Obrázek 31 Layout – Varianta 3 | 50 |
| Obrázek 32 Pracoviště C1-S/V - Varianta 3 | 50 |
| Obrázek 33 Pracoviště C2-S/V – Varianta 3 | 51 |
| Obrázek 34 Area balance – Varianta 3 | 51 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 35 Materiálové toky – Varianta 3 | 52 |
| Obrázek 36 Layout – Varianta 4 | 53 |
| Obrázek 37 Pracoviště – Varianta 4 | 54 |
| Obrázek 38 Area balance – Varianta 4..... | 55 |
| Obrázek 39 Materiálové toky – Varianta 4 | 56 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Typy výrobku Flotweg | 25 |
| Tabulka 2 Výroba Flotweg v minulých letech | 25 |
| Tabulka 3 Časová spotřeba výrobku | 29 |
| Tabulka 4 Přehled zastoupení jednotlivých činností – svářeč..... | 34 |
| Tabulka 5 Přehled zastoupení jednotlivých činností – kontrolor | 35 |
| Tabulka 6 Přehled zastoupení jednotlivých činností – zámečník 1 | 36 |
| Tabulka 7 Přehled zastoupení jednotlivých činností – zámečník 2 | 37 |
| Tabulka 8 Přehled pracovišť jednotlivých variant | 57 |
| Tabulka 9 Area balance a materiálové toky jednotlivých variant | 58 |