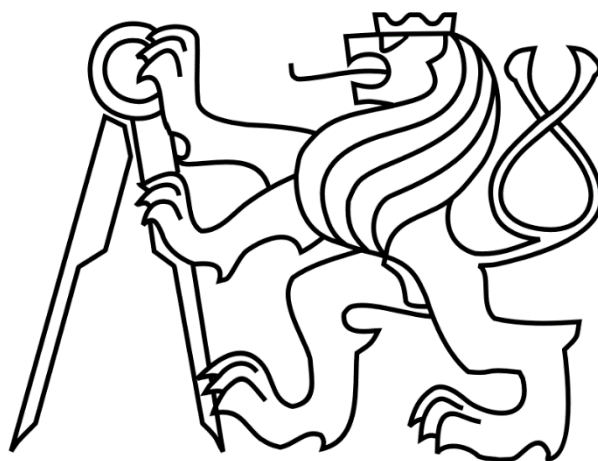


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie



Diplomová práce

Optimalizace výrobního systému

2019

Bc. Tereza Hlaváčová



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hlaváčová** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **411163**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní a materiálové inženýrství**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:
Optimalizace výrobního systému

Název diplomové práce anglicky:
Production System Optimization

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky optimalizace výrobních systémů
2. Analýza výrobního systému
3. Návrh optimalizačních opatření
4. Návrh variant dispozičního řešení výrobního systému
5. Zhodnocení variant


Seznam doporučené literatury:


Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:
Ing. Tomáš Kellner, ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS


Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **02.04.2019** Termín odevzdání diplomové práce: **19.07.2019**

Platnost zadání diplomové práce: _____


Ing. Tomáš Kellner
podpis vedoucí(ho) práce


Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valásek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

11.4.2019
Datum převzetí zadání

Hlaváčová
Podpis studentky

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Optimalizace výrobního systému“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a použila jsem pouze podklady (literaturu, software) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne 19. 7. 2019

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vytvoření mé diplomové práce. Poděkování patří především vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Kellnerovi za odborné vedení, cenné připomínky a za veškerý čas, který mi věnoval. Dále bych chtěla poděkovat vedení a zaměstnancům společnosti SOPO, s. r. o., za vstřícnost, ochotu a poskytnuté informace.

Anotace

Diplomová práce se zabývá optimalizací výrobního systému v konkrétním výrobním středisku. Byla provedena analýza současného stavu ve výrobě a na základě výsledků z analýzy byla navržena vhodná opatření k optimalizaci výrobního systému. V práci je také popsán současný stav dispozičního řešení ve výrobě a jsou zpracovány návrhy nové. Optimalizované návrhy jsou zhodnoceny a vícekriteriální analýzou je vybrána nejvhodněji navržená varianta k realizaci.

Klíčová slova: dispoziční řešení; optimalizace; analýza výroby; výrobní systém; štíhlá výroba; materiálový tok

Annotation

The subject of this diploma thesis is optimization of production system in concrete production system in center. The analysis of the current state in the calculation was performed and based on the results of the analysis were proposed convenient measures to optimize the production system. In this diploma thesis is described the current state of the layout of the production system and are processed proposals of new layout solutions. Optimized layouts are evaluated and it is chosen the most suitable variant for realization.

Keywords: layout design; optimization; production analysis; production system; lean production; material flow

Obsah

Čestné prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Anotace	5
1 Úvod.....	8
2 Úvod do problematiky výrobních systémů	9
2.1 Výrobní systém.....	9
2.2 Materiálový tok.....	10
2.2.1 Spaghetti diagram	10
2.2.2 Value Stream Mapping.....	10
2.3 Členění výrobního procesu	10
2.3.1 Podle typu výroby	11
2.3.2 Podle formy organizace.....	11
2.4 Prostorové uspořádání pracovišť	12
2.4.1 Technologické uspořádání	12
2.4.2 Předmětné uspořádání	13
2.4.3 Buňkové uspořádání.....	13
2.5 Optimalizace pomocí štíhlé výroby.....	14
2.5.1 Toyota Production Systém	16
2.5.2 Plýtvání - MUDA	18
2.5.3 Metoda 5S	19
2.6 Představení společnosti SOPO s.r.o.	21
2.6.1 Historie společnosti.....	21
2.6.2 Současnost	22
3 Analýza výrobního systému	26
3.1 Faktory ovlivňující produktivitu a rozvoj.....	26
3.1.1 Variabilita výrobků	27
3.1.2 Plánování výroby	27
3.1.3 Prostory	28
3.1.4 Dispoziční řešení výroby.....	29
3.1.5 Skladování	30
3.1.6 Plnění norem.....	31
3.2 Shrnutí analýzy	32
4 Návrh optimalizačního opatření	33
4.1 Důvody pro optimalizační opatření.....	33

4.2	Optimalizované faktory	33
4.2.1	Variabilita výrobků	33
4.2.2	Plánování výroby	34
4.2.3	Prostory	34
4.2.4	Dispoziční řešení výroby	34
4.2.5	Skladování	34
4.2.6	Plnění norem	35
4.3	Shrnutí optimalizace	35
5	Návrh variant dispozičního řešení výrobního systému	37
5.1	Současný stav dispozičního řešení	38
5.1.1	První patro výroby	44
5.1.2	Přízemní prostory	55
5.2	Návrh optimalizovaného layoutu č. 1	58
5.2.1	První patro výroby	58
5.3	Návrh optimalizovaného layoutu č. 2	69
5.3.1	První patro výroby	69
5.4	Návrh optimalizovaného layoutu č. 3	77
5.4.1	První patro výroby	77
5.5	Návrh optimalizovaného layoutu č.4	84
5.5.1	První patro výroby	84
5.5.2	Materiálový tok	90
5.6	Návrh optimalizovaného layoutu č.5	95
6	Zhodnocení variant	97
6.1	Porovnání navržených variant	97
6.2	Vícekritériální analýza	98
6.2.1	Zhodnocení analýzy	100
7	Závěr	102
	Použitá literatura	104
	Seznam obrázků	106
	Seznam tabulek	109
	Seznam použitého software	110
	Seznam příloh	110
	Obrázkové přílohy	I

1 Úvod

Téma diplomové práce je „Optimalizace výrobního systému“. Diplomová práce se zabývá problematikou optimalizace výrobního systému ve společnosti SOPO, s. r. o., ve výrobním středisku v Jedovnici. Současný stav dispozičního řešení je dán historickými změnami, a především omezeným prostorem tohoto střediska. Rovněž se výroba ve středisku od roku 2008 do současnosti výrazně rozrostla a pracoviště ve výrobě už neodpovídají svým uspořádáním současnému materiálovému toku, ke kterému ve výrobě dochází. Cílem diplomové práce je navrhnout vhodné optimalizační opatření výrobního systému a nové varianty dispozičních řešení ve středisku tak, aby na sebe navazovaly technologie a materiálový tok byl podle dispozičních možností co nejvíce plynulý.

První část práce je teoretická a týká se základních pojmů a principů, které souvisí s výrobním systémem. Jsou zde také představeny metody, kterými lze výrobní systém optimalizovat. V této části je představena společnost SOPO, s. r. o., její historie, výrobní závody a výrobní program společnosti.

Ve druhé, praktické části, je provedena analýza současného výrobního systému. Jsou uvedeny konkrétní okolnosti, které byly zjištěny z analýzy a mají vliv na výkonnost výrobního systému. Je zde popsáno, z jakých důvodů uvedené faktory vznikly a je popsána složitost tohoto výrobního systému. Analýza ukazuje, jak jsou vybrané faktory mezi sebou propojeny a jak se navzájem ovlivňují.

Ve třetí části jsou na základě výsledků z analýzy navrhována optimalizační opatření pro konkrétní podmínky. Tyto návrhy jsou realizovatelné a jejich smyslem je zefektivnění výrobního systému ve výrobním středisku.

Ve čtvrté části je popsán současný stav dispozičního řešení, který je zpracován taktéž z výsledků analýzy a je klíčem k novým návrhům dispozičního řešení výrobního systému. Ve zhotovených návrzích se podle dispozičních možností klade důraz na plynulý materiálový tok, návaznost technologií a přeorganizování paletových pozic se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou.

Závěrečná část diplomové práce je zaměřena na zhodnocení navržených variant výrobního systému. Pomocí vícekritériální analýzy je vybrána nejvhodnější varianta k realizaci vzhledem k dispozičním možnostem výrobního střediska. Smyslem práce je vybrat takový návrh, podle kterého středisko uskuteční reorganizaci svého dosavadního dispozičního řešení za účelem zefektivnění výrobního systému.

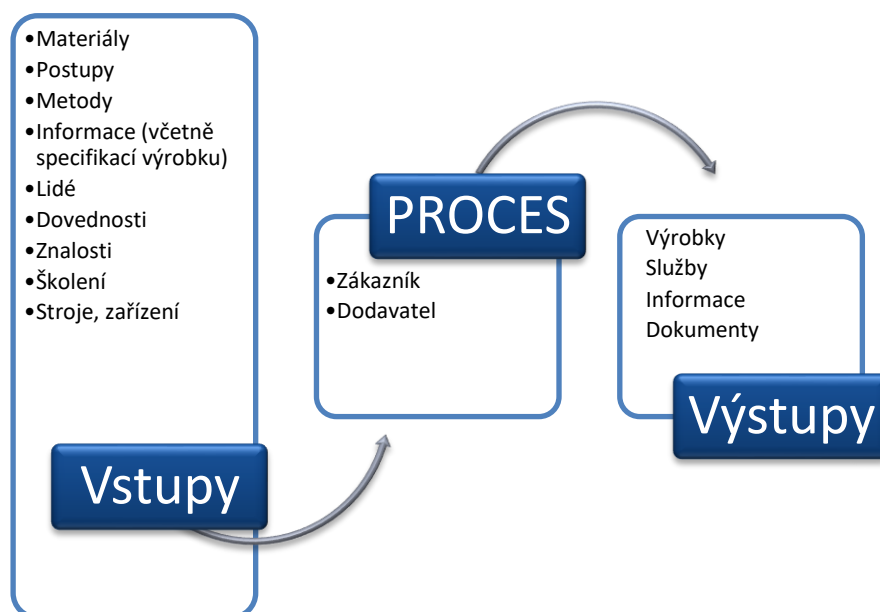
2 Úvod do problematiky výrobních systémů

Tato kapitola je věnována úvodu do problematiky výrobních systémů a představení důležitých teoretických pojmů, ze kterých bylo vycházeno při návrhu optimalizace v praktické části této práce.

2.1 Výrobní systém

„Jestliže výrobou chápeme jako proces, který přidává v průběhu transformace ke zdrojům přidanou hodnotu a tím vytváří požadované produkty, výrobky či služby pro zákazníky či trhy, pak je nezbytné z hlediska podnikové ekonomiky zajistit ekonomicky optimální výrobní proces“.[1, s. 93]

Výrobním systémem se realizuje konkrétní výrobní proces. Proces představuje přeměnu souboru vstupů na soubor výstupů podle předem zadaných kritérií. K realizaci výrobního procesu je potřeba lidských zdrojů (pracovní síly) a podnikových prostředků (stroje, nástroje). Vstupy představují činnosti, metody a operace. Výstupy jsou pak samotné výrobky a služby, které jsou dodány zákazníkovi. Priorita musí být věnována především na začátku procesu a to vstupům. Díky tomu se nejefektivněji docílí požadavků procesu. Je důležité si uvědomit, že každá společnost má vlastní know-how, což znamená, že výrobní procesy jsou nesrovnatelné a každý vyžaduje jiný přístup. Princip výrobního procesu je zobrazen na Obr. 1. [2] [3]



Obr. 1: Princip výrobního procesu [2]

2.2 Materiálový tok

Představuje hlavní těžiště ve výrobním procesu. Jde o řízený pohyb hmotných toků (surovin, polotovarů, rozpracované výroby, hotových výrobků) a informačních prvků (zakázky, objednávky, výkresové dokumentace). Materiálový tok je ovlivňován uspořádáním výrobních zařízení a pracovních jednotek. Nevhodné uspořádání přestavuje nepřehledné a zbytečné materiálové toky, přebytečné pohyby zaměstnanců, které způsobují navýšení výrobních nákladů. Cílem řízení toku je zabezpečit, aby se materiál dostal na požadované místo efektivně s minimálními náklady. Pro plánování materiálového toku je nutné analyzovat pohyb materiálu v rámci jednotlivých úseků výrobního procesu. [1] [4] [5]

V podkapitolách 2.2.1 a 2.2.2 jsou pro zajímavost vybrané dvě metody, které se používají k analýze materiálového toku.

2.2.1 Spaghetti diagram

Jedná se o snadnou metodu analýzy materiálového toku, která se používá např. při návrhu nového layoutu pracoviště. Analýzu je možné provést při snímkování práce. Do layoutu pracoviště se zakresluje veškerý pohyb pracovníka na pracovišti v reálném pracovním procesu. Pohyb operátora může být označen různými barvami, které budou na layoutu odlišovat např. zbytečně absolvované cesty, cesty s materiálem. Výsledkem analýzy je diagram, který odhalí zbytečné cesty pracovníka. [1] [6]

2.2.2 Value Stream Mapping

Mapování hodnotových toků ve výrobních i administrativních procesech. U metody se k popisu používají různé grafické symboly. Účelem mapování je pozorování materiálu od zákazníka až k dodavateli. Cílem metody je zaznamenat komplexní obraz současného stavu výrobního procesu.[1]

2.3 Členění výrobního procesu

„Uspořádání a struktura konkrétních výrob a jejich výrobní systémy závisí na charakteru výrobku, trhu, objemu výroby, charakteru poptávky, použitých technologiích a dalších faktorech“.[3, s. 10]

2.3.1 Podle typu výroby

Výrobu podle množství a počtem vyráběných druhů výrobků, rozlišujeme do třech základních typů:

- **Kusová (malosériová) výroba** – vyrábí se různé druhy výrobků ve velkém počtu v malých množstvích pomocí univerzálních strojů a zařízení. U zakázkové výroby jsou finální parametry určeny zákazníkem.
- **Sériová výroba** – vyrábí se stejný druh produktu v dávkách a zákazník výrobu neovlivňuje.
- **Hromadná výroba** – po dlouhou dobu se vyrábí velké množství jednoho druhu výrobku. Uplatňují se automatické linky a lidská práce tvoří malou část v tomto procesu. [3] [7]

2.3.2 Podle formy organizace

Důležitou roli představuje vybavení, uspořádání výrobního procesu a také řízení materiálových toků. [1]

Proudová výroba (plynulá, pásová)

Znakem organizace výrobního procesu je předmětné uspořádání ve sledu technologického postupu operací. Hromadně se vyrábí jeden nebo relativně málo produktů. Výrobní proces se dá automatizovat a požadavky na kvalifikaci pracovníků jsou nižší. [1] [8]

Tab. 1: Výhody a nevýhody proudové výroby [9]

Výhody	Nevýhody
Menší požadavky na vlastní řízení výrobního procesu	Malá flexibilita výroby, zpravidla vysoké náklady na přípravu linky
Snižování přepravních a jiných manipulačních nákladů	Je velká vzájemná závislost jednotlivých pracovišť
Snížení celkové průběžné doby výroby produktu	Chyby v časovém rozvržení dodávek materiálu mohou vést k zastavení celého chodu výroby
Přehledný materiálový tok	Relativně vyšší kapitálová náročnost na pořízení speciálních výrobních zařízení
Snížení zásob nedokončené výroby	Výpadek pracoviště blokuje ostatní
Nižší požadavky na kvalifikaci pracovníků	Vyšší nároky na prohlídky a údržbu

Skupinová výroba

Vyrábí se široký okruh produktů v menších množstvích na stejných zařízeních. Průběžná doba skupinové výroby je v porovnání s proudovou výrobou řádově delší, protože může dojít

k rozpojení mezioperačních zásob. Zařízení se rozmisťují podle skupiny produktů. Tato výroba je méně hospodárnější než výroba proudová.[1]

Fázová výroba

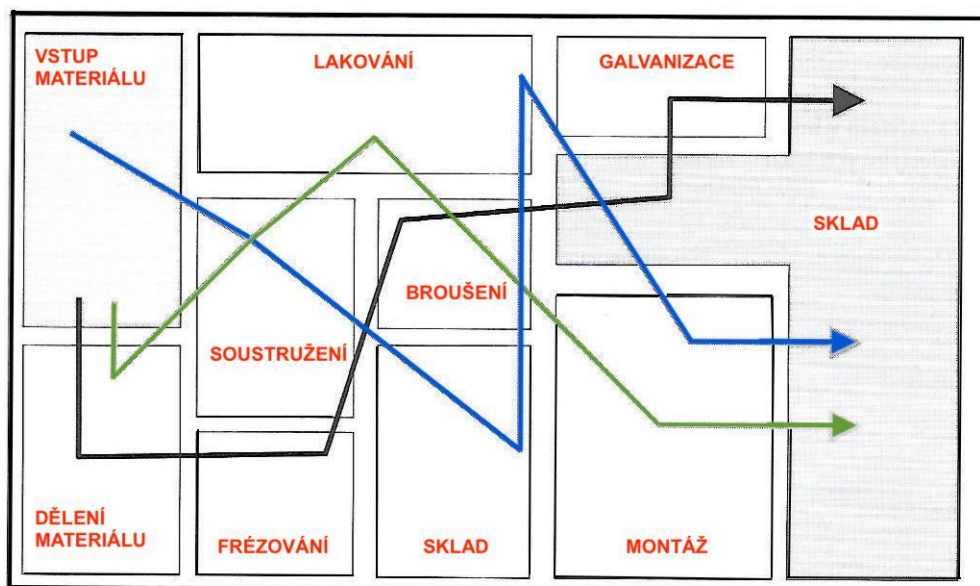
Vyrábí se různé výrobky v průběhu delšího období jak standardní, tak pro konkrétního zákazníka. K výrobě se používají univerzální zařízení a v prostorových podmínkách jsou výrobní zařízení organizovány technologicky. [1]

2.4 Prostorové uspořádání pracovišť

„Druh a úroveň specializace výrobního procesu, materiálový tok a průběh výrobního procesu v čase ovlivňují formy rozmístění pracovišť“.[1. s. 132]

2.4.1 Technologické uspořádání

Je zaměřeno na výrobní proces, kde jsou výrobní operace sloučeny podle blízké nebo stejné technologie. Uspořádání je typické ve strojírenské a elektrotechnické výrobě. Struktura se vyznačuje vysokou univerzálností strojů a díky tomu se dokáže přizpůsobit k případným změnám ve výrobním programu. [9] [10]



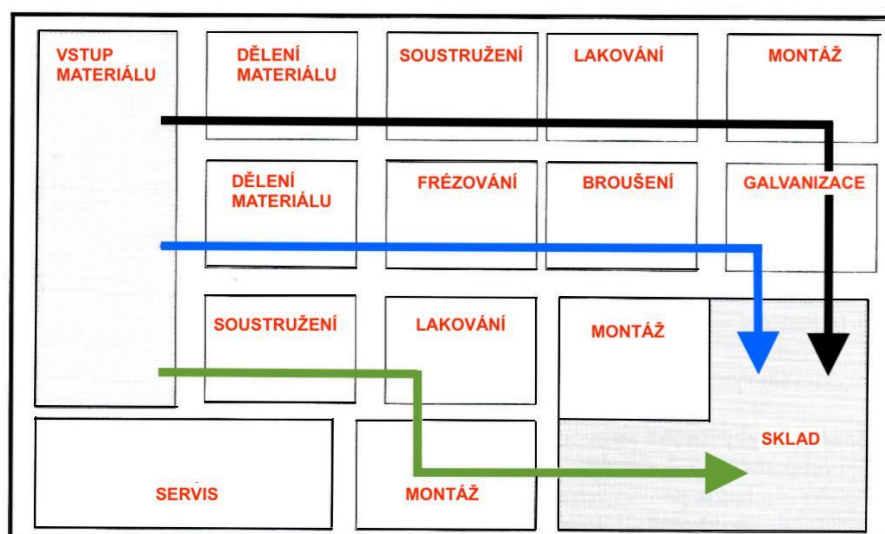
Obr. 2: Schéma technologického uspořádání [1]

Tab. 2: Výhody a nevýhody technologického uspořádání [3]

Výhody	Nevýhody
Vysoká výrobní flexibilita	Nižší využití výrobních zdrojů
Snadná kontrola výroby	Komplikované toky materiálu

2.4.2 Předmětné uspořádání

Struktura se orientuje na výrobek tzn., že pracoviště se uspořádávají tak, aby mezioperační přeprava materiálu (výrobků) byla co nejvíce plynulá. [3]



Obr. 3: Schéma předmětného uspořádání [1]

Tab. 3: Výhody a nevýhody předmětného uspořádání [3]

Výhody	Nevýhody
Nízké jednotkové náklady	Nepružnost
Specializace zařízení a personálu	Malá odolnost proti poruchám
Vysoká produktivita	Neatraktivní charakter práce

2.4.3 Buňkové uspořádání

Tvoří kombinaci technologického a předmětného uspořádání podle potřeby výrobního programu. Každá buňka tvoří pracoviště, které je určené pro technologicky podobné typy výrobků. Podle převažujícího sledu operací se v buňkách organizují stroje a zařízení. [1] [3]

Tab. 4: Výhody a nevýhody buňkového uspořádání [3]

Výhody	Nevýhody
Rychlý průchod	Při změnách může být velmi nákladné
Dobré podmínky pro personál	Vyšší potřeba prostoru

2.5 Optimalizace pomocí štíhlé výroby

„ Štíhlost podniku neznamena vykonávat jen takové činnosti, které jsou potřebné, ale realizovat je správně hned na poprvé, rychleji než ostatní a zároveň s nejmenšími náklady“.
[1, s. 245]

Štíhlá výroba

Rozšíření koncepce „Štíhlá výroba“ (Lean Production) pochází z výzkumů, které byly provedeny v USA už koncem 80 let. Bylo potřeba vysvětlit z jakého důvodu v Americe a Evropě výrobci automobilů neustále zaostávají za Japonskou konkurencí. Výzkumy potvrdily nadvládu japonského postojů k řízení výroby. Z výzkumu jasně vyplývalo, že japonské firmy ve srovnání s USA a západní Evropou vystačí s polovinou svých zaměstnanců v montáži, také s polovinou kapacit v oblasti vývoje, desetinou až třetinou zásob, pětinou dodavatelů, polovinou investic do strojních zařízení, polovinou výrobního prostoru a s tím vším vykazovali třikrát větší produktivitu při čtyřikrát kratších dodacích lhůtách. Také se uvádí, že ve zmiňovaných 80 letech japonští výrobci zdvojnásobili nabídku svých modelů, kdež to v Americe dokázali nabídnout pouze o polovinu. V Evropě se ještě více firmy zaměřily na objemy své výroby a svoji nabídku modelů o polovinu redukovali. Na náročných trzích, tak japonské automobilky konkurovaly vysokým standardem, přizpůsobivostí zákazníkovi, nadprůměrnou jakostí, nízkou spotřebou a ke všemu ještě přijatelnou cenou. [11]

V Japonsku tedy vznikl koncept „štíhlé výroby“, který spočívá ve výrobě, která pružně reaguje na požadavky svých zákazníků a poptávku, která je řízena decentralizovaně, pomocí flexibilních zaměstnanců, při malém počtu navazujících výrobních stupňů. Řízení a tvorba produktu, tak vychází z potřeb zákazníka, konkrétně z požadavků na kvalitu, sortiment, cenu a termín dodání. Cílem štíhlé výroby je zvýšení výkonnosti firmy odstraněním nadbytečného plýtvání v kterékoliv části výroby v zájmu flexibility a hospodárnosti. [3] [12]

Úspěšně aplikovat prvky štíhlé výroby se povede tehdy, pokud do změn budou zapojeni lidi společně s motivací. Zaměstnanci mohou být nositeli a vykonavateli pozitivních změn a přístupů. Při zavedení změny se vyplatí držet několika zásad ve prospěch zavedení štíhlé výroby:

1. Identifikovat charakteristického reprezentanta (výrobek nebo zakázku)

2. *Popsat, identifikovat stávající situaci z hlediska průchodu reprezentanta celou firmou/organizací.*
3. *Navrhnout novou situaci pro průchod se znalostí a zabudováním prvků štíhlé výroby.*
4. *Identifikovat bariéry a příčiny, které brání zavedení nového stavu.*
5. *Zavést nový stav.*
6. *Standardizovat nové přístupy.*
7. *Nastavit atmosféru dalšího zlepšování. [12, s. 95]*

Shrnutí několika principů štíhlé výroby je představeno v Tab. 5.

Tab. 5: Štíhlá výroba a tradiční principy [13]

Štíhlá výroba	Tradiční principy
Vysoká jakost znamená nízké náklady	Vysoká jakost znamená vysoké náklady
Vysoké výrobní dávky znamenají vysoké náklady	Vysoké výrobní dávky znamenají nízké náklady
Na dělníky je třeba přenášet zodpovědnost a spolupracovat s nimi	Na dělníky se nedá přenést žádná zodpovědnost
Racionalizační projekty vznikají tam, kde vznikají problémy	Racionalizační projekty přicházejí "shora"
Zlepšení je možné dosáhnout i bez velkých investic využíváním potenciálu pracovníků	Zlepšení a snížení výrobních nákladů jsou možné jen s investicemi do automatizace a mechanizace
Pokrok je v množství malých řešení	Pokrok je v komplexních řešeních
Vadné komponenty a materiál se nepřebírají, neobrábějí, neposílají dále	Z termínových důvodů se musí někdy používat i vadné komponenty a materiál
Chyby a jejich příčiny se musí okamžitě odstranit	Určité procento chyb patří k výrobě
Ztráty a plýtvání se musí nevyhnutelně odstranit	Akceptují se některé formy ztrát a plýtvání ve výrobě

Štíhlá logistika

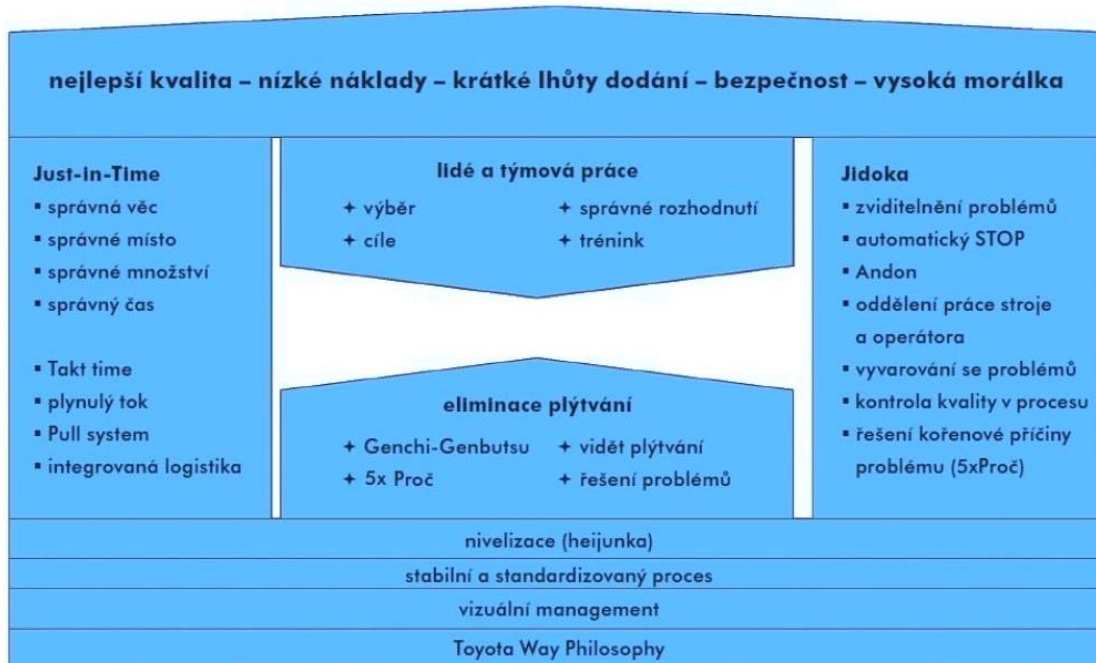
Součástí štíhlého podniku je i štíhlá logistika, která má stejně jako štíhlý podnik za cíl eliminovat činnosti, které nepřidávají hodnotu zákazníkovi. Začíná se prosazovat používání metod, které mají optimalizovat všechny činnosti v oblasti logistických procesů přepravy, skladování a manipulace. Zmíněné činnosti zaměstnávají až 25 % pracovníků, zabírají až 55% všech ploch a tvoří až 87% času, kdy je materiál v podniku. K dosažení štíhlé logistiky by se měly prosazovat principy, které jsou zobrazeny na Obr. 4. [14] [15]



Obr. 4: Co je štíhlá logistika [14]

2.5.1 Toyota Production Systém

Výrobní systém vyvinutý společností Toyota v padesátých letech minulého století, jehož vývoj je přisuzován šéfu výroby Toyoty, po druhé světové válce Taiichi Ohnovi. Koncept kombinuje technické i sociální složky a skládá se ze dvou pilířů, **just-in-time** a **jidoka**. Často se představuje jako dům, který je znázorněn na Obr. 5. Dům ukazuje, že prvky, ze kterých je složen jsou na sobě závislé a mají stejnou důležitost. [16]



Obr. 5: Toyota Production System [17]

Just In Time

Metoda „právě včas“ má sloužit ke snížení nákladů a zvýšení efektivity. Aby se těchto cílů dosáhlo uplatňuje se metoda řízení pomocí tahu – **Pull systém**. Výrobní zakázky se „táhnou“ nebo-li procházejí výrobním systémem, ve kterém je každý pracovník na konkrétním výrobním stupni odpovědný za splnění požadavků navazujících výrobních stupňů. Přínosy JIT jsou uvedeny na Obr. 6. [18]



Obr. 6: Přínosy JIT [18]

Jidoka

Princip je založen na monitoringu kvality v reálném čase. Pokud se ve výrobě vyskytne problém, technické zařízení na pracovišti okamžitě zastaví svůj chod a vyšle signál obsluze, pro kterou je toto upozornění výstřelem pro řešení vyskytnutého problému. Pracovník, tak může identifikovat příčinu problému a předejít stejnému nebo podobnému výskytu. [19]

2.5.2 Plýtvání - MUDA

Plýtvání, je někdy označováno japonským slovem **muda**, a představuje ty aktivity, které nepřidávají hodnotu ve výrobním procesu a zákazník za ně není ochoten platit. Je nutné naučit se plýtvání vnímat a umět rozlišovat mezi přidáváním a nepřidáváním hodnot v procesech. Dále se naučit identifikovat plýtvání a dokázat ho měřit. [18]

Ve výrobních procesech je identifikováno 7 základních druhů ztrát, které jsou zobrazeny na Obr. 7.



Obr. 7: Sedm druhů ztrát [12]

Nadprodukce

Plýtvání vzniká při výrobě většího množství výrobků, než zákazník žádá. Tento druh plýtvání v podniku vyžaduje zbytečné skladovací prostory a tím větší náklady na dopravu a administrativu. [1]

Nadbytečné zásoby

Patří sem položky, které neúčinně zabírají místo a vyvolávají další zbytečné náklady. Příkladem může být uskladnění nedokončené výroby, náhradních dílů, ale taky hotových výrobků.[1]

Defekty

Zbytečné náklady tvoří neshodné a nekvalitní výrobky, které je potřeba zlikvidovat. Rozpracovaná výroba těchto výrobků může zároveň poškodit výrobní zařízení. Řešením je vytvořit ergonomická pracoviště, které budou odpovídat výrobním procesům. [1]

Zbytečná manipulace

Zbytečný pohyb pracovníka nepřináší výrobku žádnou přidanou hodnotu. Tento druh plýtvání není způsoben pouze zbytečnými pohyby pracovníka ve výrobě, ale také nevyhovující ergonomií při samostatné montáži.[1]

Špatné zpracování

Plýtvání vzniká špatně nastaveným technologickým procesem v samotné výrobě. [1]

Čekání (prostoje)

Plýtvání je způsobeno např. při čekání na doplnění zásob, nefunkčností stroje, nerovnoměrné výrobě. K plýtvání dochází, když nelze pokračovat ve výrobě.[1]

Transport

Přemísťování výrobků z místa na místo nepřináší žádnou hodnotu. Je potřeba eliminovat složitou přepravu v rámci výrobního procesu.[1]

2.5.3 Metoda 5S

Metoda 5S představuje souhrn pěti kroků, které jsou základním prvkem při zavádění efektivního organizovaného pracoviště. Metoda zlepšuje podnikovou kulturu, mění způsob myšlení a přístup lidí k práci. Pro dosažení cílů se využívají kroky, které jsou na

Obr. 8. [12]



Obr. 8: Kroky 5S

První krok: Roztřídit (Seiri)

Úsilím v tomto kroku je separovat nepotřebné předměty. Roztřídit předměty na potřebné a nepotřebné. Předměty, které jsou k práci nepotřebné zabírají a komplikují pracoviště.[12]

Druhý krok: Srovnat (Seiton)

Cílem kroku je systematizovat. Je potřeba uspořádat věci na pracovišti tak, aby byly lehce dohledatelné a snadno se daly použít.[12]

Třetí krok: Vyčistit (Seiso)

Cílem je udržovat čisté pracoviště. Pravidelný úklid vede ke zlepšení pracovního prostředí.[12]

Čtvrtý krok: Standardizovat (Seiketsu)

Cílem je zavedení standardů, které se musí dodržovat, aby se zlepšovaly pracovní podmínky.[12]

Pátý krok: Udržovat (Shitsuke)

Posledním krokem je disciplína. Cílem je udržovat a zlepšovat stav pracovišť. K dosažení tohoto cíle se provádí pravidelné audity.[12]

2.6 Představení společnosti SOPO s.r.o.

Společnost SOPO, s.r.o. je na trhu 20 let a patří mezi experty na navíjení v Evropě. Specializuje se na navíjení a výrobu malých, středních i velkých sérií rotorů a statorů do všech typů elektromotorů. Nabízí výrobky s nejvyšší možnou kvalitou. Je velice pravděpodobné, že máte v domácnosti právě výrobek, který byl navinutý v jednom ze závodů společnosti SOPO. Mohou to být domácí spotřebiče, ruční nářadí, ale také drony. Další skupinou výrobků mohou být elektromotory, které pohání lodě, motorčky, elektrokola, mopedy, ale také invalidní vozíky. Společnost se natolik vypracovala, dodává své výrobky do celého světa a spolupracuje s velkými firmami jako je německý výrobce Miele, Heinzmann, Lenze, Schneider Elektrik a řada dalších. Hlavní obchodní partnery má společnost v Německu, Švýcarsku a také Anglii. Export tvoří 90 % objemu výroby. Společnost měla jasnou vizi a hned od počátku se výhradně specializovala na výrobu rotorů a statorů pro elektromotory. Tato myšlenka byla správná a společnost díky úzkému zaměření na trhu rapidně zvyšovala svůj obrat. Společnost SOPO, s. r. o., spadá pod skupinu SOPO, kterou tvoří další dvě společnosti. Roční obrat činí kolem 13 milionů eur s průměrným meziročním nárůstem obratu 10 až 20 %. Během 10 let došlo také ke zvýšení výroby o 321 %.

V roce 2013 společnost vybudovala nové středisko pro výrobu prototypů, vývoj nových výrobků a nových technologických postupů v oblasti navíjení. Aby se společnost dále mohla vyvíjet a růst, investovala, a nadále investuje, do vývoje nových navíjecích technologií a technologických řešení. V roce 2012 a 2013 činila investice do nových technologií 0,8 milionů eur a v roce 2014 přes 0,3 milionů eur. [20]

2.6.1 Historie společnosti

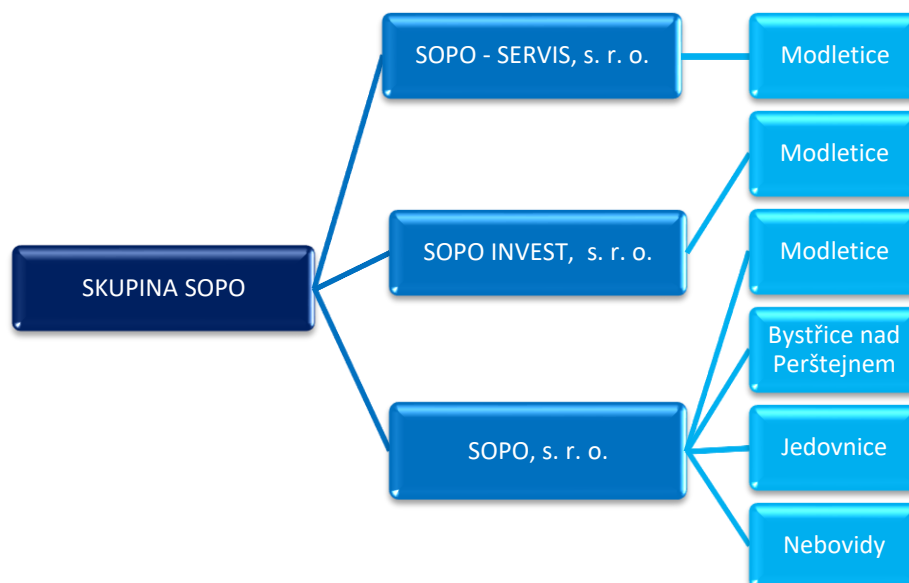
Založení společnosti se datuje k roku 1993, kdy byla firma zaměřena na servis elektromobilů. Vznikla ve skromných podmínkách malé garáže v rodinném domě v Modleticích. Ještě v roce 1993 se ale přemístila z garáže do prostor v Modleticích a provozovala převíjení elektromotorů, čerpadel pro tuzemské zákazníky. Společnost šla svou vlastní cestou bez akvizice konkurence a bez cizího know-how.

Samotná výroba začala až v roce 1999, kdy bylo založeno SOPO SERVIS, s. r. o., aby se oddělila výroba rotorů a statorů. Prvním výrobkem společnosti byly komutátorové rotory. V roce 2000 se otevřela nová provozovna v Jílovém u Prahy, aby tam mohla probíhat výroba speciálních vinutých dílů. Téhož roku byla založena firma SOPO MOTOR, s. r. o., z důvodu rozšíření výrobních prostor a kapacit o výrobu statorů. V roce 2004 byla otevřena nová výroba rotorů v Modleticích,

kde začala výroba komutátorových rotorů na plnoautomatických navíječkách. Od roku 2005 společnost postupně otevírala nové provozovny a zavírala staré z důvodů rozšíření kapacit a prostor. Roku 2013 bylo otevřeno nové středisko Vývoj, které se založilo kvůli výrobě prototypů, vývoje nových produktů a také navrhování nových technologií na míru. V roce 2015 došlo k založení firmy SOPO INVEST, s. r. o., pro spravování nemovitostí a v roce 2017 se společnost SOPO MOTOR, s. r. o., sloučila s mateřskou společností SOPO, s. r. o. V roce 2018 se v Modleticích naplánovala výstavba nové administrativně – výrobní centrály, která bude do roku 2019 otevřena. [20]

2.6.2 Současnost

V současné době se skupina SOPO skládá ze 3 privátních společností, které mají společné centralizované vedení a jsou spolu úzce propojeny. Organizační struktura je popsána na Obr. 9. V následujících podkapitolách budou přiblíženy činnosti, které se v každé společnosti odehrávají.



Obr. 9: Organizační schéma skupiny SOPO

SOPO, s. r. o.

Jak už bylo na začátku zmíněno, firma SOPO, s. r. o., je na trhu už 20 let a je dodavatelem dílů pro zákazníky výrobních firem. Spadá sem také vývoj nových technologií pro navíjení.

Výrobní program je představen na Obr. 10, Obr. 11, Obr. 12 a Obr. 13. Společnost používá pouze ty materiály, které jsou schváleny zákazníkem. Výrobky splňují nejvyšší kvalitu. U všech produktů se provádí výstupní kontrola za pomoci nejmodernějších měřících zařízení. [20]



Obr. 10: Stator [20]



Obr. 11: Cívky [20]



Obr. 12: Rotor [20]



Obr. 13: Segmentové vinutí [20]

SOPO – SERVIS, s. r. o.

Dalším členem skupiny SOPO je SOPO – SERVIS, s. r. o., která sídlí v Modleticích u Prahy. Důvodem založení bylo v roce 1999 oddělení výroby rotorů a servisu. Společnost nabízí servis, převíjení, ale také prodej elektromotorů, elektrického ručního nářadí a čerpadel. Firma čerpá ze zkušeností s navíjením rotorů, statorů a elektromotorů. Díky těmto zkušenostem a moderním technologiím může nabídnout i specifické druhy vinutí. Své služby zajišťuje i pro jiné servisy, převážně pro tuzemské zákazníky. [21]

SOPO INVEST, s. r. o.

V roce 2015 byla založena poslední společnost skupiny SOPO. Společnost SOPO INVEST, s. r. o., sídlí v Modleticích a byla založena, aby budovala, kupovala a poté spravovala výrobní prostory v jejím vlastnictví. Dále, aby tyto prostory mohly sloužit k užívání společnosti SOPO, s.

r. o. Momentálně společnost zaštiťuje výstavbu nové centrály v Modleticích, která je zobrazena na Obr. 14. [20]



Obr. 14: Ukázka nové centrály v Modleticích pro rok 2019 [20]

3 Analýza výrobního systému

Cílem diplomové práce je zpracovat návrhy pro optimalizaci výrobního systému. Nejprve je ale nutné provést důkladnou analýzu současného stavu výroby a pochopit souvislosti v současném výrobním systému. Společnost ve výrobním středisku doposud prováděla pouze dílčí analýzy. Nebylo potřeba řešit závažnější problémy, které by více vybočovaly a nebyly by řešitelné. Středisku se ale od svého založení v roce 2008 postupně začal navyšovat počet zákazníků a tím se zvětšil počet zakázek. Výroba začala být různorodější, a tím došlo k nevyhovujícímu uspořádání pracovišť a v návaznosti na to také nevyhovujícímu materiálovému toku ve výrobě. Výrobní prostory dosáhly s nárůstem zákazníků svého maxima a je potřeba přijít s řešením, jak optimalizovat výrobní systém s ohledem na momentální stav ve výrobě.

Vedoucí pracovníci ve výrobním středisku poskytli k analýze veškeré užitečné a potřebné informace ohledně chodu ve výrobě. Byl jimi popsán materiálový tok od zadání zakázky až po samotnou expedici veškerého výrobního programu. Vedoucí výroby, mistr ve výrobě a samotní zaměstnanci střediska poskytli další užitečné informace ohledně všeobecného provozu a firemní politiky. Z provedené analýzy, na základě pozorování, vyplynulo šest konkrétních faktorů, které mají vliv na chod ve výrobě a navzájem se ovlivňují.

K získání podkladů k analýze byly přímo ve středisku využity následující činnosti:

- Pozorování
- Rozhovory se zaměstnanci ve výrobě a vedoucími pracovníky (mistr a vedoucí výroby)
- Interní dokumenty společnosti (plány budovy, výrobní postupy, průvodky výrobní objednávky)
- Fotodokumentace, videozáznamy

3.1 Faktory ovlivňující produktivitu a rozvoj

V následujících podkapitolách je představeno šest hlavních faktorů, které byly zjištěny během analýzy výrobního systému, a které mají hlavní dopad na produktivitu a samotný rozvoj ve výrobě. Při shrnutí a popsání uvedených faktorů lze lépe pochopit, z jakých důvodů slabá místa ve výrobním systému vznikla a především, jak se tyto faktory navzájem ovlivňují. Na jsou zachyceny paletové pozice ve výrobě.



Obr. 15: Paletové pozice v hlavní části výroby

3.1.1 Variabilita výrobků

Výrobní program střediska je složitý, proto bylo nutné rozdělit výrobky podle technologické podobnosti, a to na výrobu segmentů, statorů, rotorů a velkých statorů. Nejedná se o výrobu pouze jednoho typu produktu, např. velkého statoru, ale středisko vyrábí výrobky, které se od sebe liší také technologicky. Zákazníci mají individuální požadavky na své zakázky a výroba pro jednotlivého zákazníka je z technologického hlediska odlišná.

Proč faktor existuje?

S postupným nárůstem zákazníků se začal zvyšovat počet vyráběných výrobků. Středisko chce svým zákazníkům vyjít vstříc, což má za následek širokou škálu různorodých výrobků.

3.1.2 Plánování výroby

Středisko momentálně nepracuje s žádným softwarem na plánování a zakázky tvoří na základě požadavků svých zákazníků. Z dlouhodobého plánu se tvoří 14 denní plán, na kterém je založený podrobně rozpracovaný týdenní plán toho, co má v danou dobu větší prioritu. Zakázky jsou ve středisku nepravidelné a velikost zakázek je také pokaždé jiná. Dochází k situacím, kdy se během dne plán zcela změní podle požadavků zákazníka. Plánování tedy funguje operativně

a hlídá ho mistr společně s vedoucím výroby. Plánování je také obtížné z důvodu vysoké variability výrobků a dosavadního rozdělení pracovišť podle zákazníků, a ne podle technologické podobnosti výrobků.

Proč faktor existuje?

Plánování je ovlivněno především nepravidelným počtem vyráběných kusů, které si zákazníci objednávají.

Dále plánování ovlivňuje snaha vždy vyjít zákazníkovi vstříc. Příkladem může být odložení jiné zakázky, která zrovna není prioritou, a začít pracovat na zakázce, o kterou náhle zákazník zažádal. Tato změna práce zpomaluje operátora při svém výkonu, protože se musí nově přeorientovat na zcela jinou zakázku.

Dalším vlivem jsou také různé vstupní materiály zákazníků a také postupy, kterými chce zákazník svůj výrobek zpracovat. Tím se dostávám k předešlému faktoru 3.1.1, který souvisí s plánováním.

3.1.3 Prostory

Prostory pro výrobu se nachází v prvním patře budovy spotřebního družstva COOP pro vstupní materiál a materiál k expedici se využívá výtah. Budova výrobního střediska je zachycena na Obr. 16. Nosnost podlah v prvním patře je na některých místech pouze 500 kg/m². Kromě prvního patra středisko využívá ještě tři menší garáže, které jsou součástí budovy. Dále je možnost využití dvou skladů a to v Blansku a Bystřici. Zmíněné sklady tedy nejsou přímo v místě výroby a sklad v Blansku není zatím často využíván.



Obr. 16: Výrobní středisko [22]

Proč faktor existuje?

Budova není postavena speciálně pro provoz výrobního střediska. Prostory jsou dány charakterem budovy samotné a ze statického hlediska tam větší změny ani nejsou možné. V blízkosti budovy není možné postavit venkovní sklad, který by sloužil pro vstupní materiál nebo hotové výrobky. Tím by se uvolnilo místo, které výroba nutně potřebuje.

3.1.4 Dispoziční řešení výroby

Dispoziční řešení je rozloženo z historického hlediska, tzn., že pracoviště se postupně skládala s přibývajícím výrobou. Výroba probíhá ve zmiňovaném prvním patře, kde se v největší části vyrábí veškerý výrobní program. K výrobě se využívá i jeden přízemní prostor, který slouží mimo jiné i k výrobě rotorů. Detailnější popis současného dispozičního řešení je v kapitole 5, která se věnuje současnému stavu dispozičního řešení.



Obr. 17: Pracoviště skládání, izolování,
bandážování



Obr. 18: Pracoviště vtahování

Proč faktor existuje?

Dispozice výroby se postupně skládala podle přibývajících výroby, ale uspořádání se neřešilo jako celek. Do menšího počtu zákazníků tento postup vyhovoval. S přibývajícím zákazníky a větší variabilitou výrobků došlo k postupnému nenavazování pracovišť ve výrobě, neboť se klade důraz na návaznost procesů z pohledu zákazníka a ne z pohledu potřeby výroby a jejího efektivnějšího a plynulejšího fungování. Je zde také spojitost s prostory, kde je omezená možnost přemístění nebo jakékoliv rozšíření. Také nelze přemísťovat těžké technologie, jako

jsou například impregnační pece, na jakékoliv místo, z důvodu omezené nosnosti podlah. Technologie svařování také nemůže být kdekoliv, protože se musí řešit její odvětrávání. Hlavní část výroby také lehce omezují čtyři sloupy, které se nacházejí uprostřed výroby.

3.1.5 Skladování

Na paletách se ve výrobě uchovává rozpracovaná výroba i vstupní materiál. V momentálním dispozičním řešení jsou palety rozdělné, ale nemají určená svá vyhrazená místa. Rozložení palet ukazuje Obr. 19 a Obr. 20. Doposud také nebylo třeba označení palet, které by zřetelně oddělovaly rozpracovanou výrobu a vstupní materiál. Za menší sklad můžeme považovat místnost, která se nachází před vstupem do hlavní části výroby a obsahuje cívky, které jsou uloženy na paletách. Z tohoto místa si cívky zaměstnanci dováží ke svému pracovišti podle potřeby. Na pracovišti dochází k pohybu euro palet, půl palet, vozíčků a přepravků. Ke skladování dále slouží regály, ve kterých jsou umístěny komponenty a přípravky, ze kterých si zaměstnanci berou podle potřeby svůj materiál k výrobě. Regály ve výrobě jsou velmi přehledně uspořádány pomocí boxů, na kterých nechybí ani popisky, jak je ukázáno na Obr. 21.



Obr. 19: a) rozpracovaná výroba, b) vstupní materiál



Obr. 20: Rozpracovaná výroba



Obr. 21: Regál ve výrobě

Proč faktor existuje?

Při nárůstu výroby vzniklo logicky více paletových pozic ve výrobě, jak se vstupním materiálem, tak s rozpracovanou výrobou. Momentální dispoziční řešení tak zapříčiňuje, že zaměstnanci si musí přemísťovat palety, ke kterým se chtějí dostat a tím dochází k znesnadnění práce. Pro palety doposud nebylo třeba speciálních vyhrazených míst, ale s tak různorodou výrobou, je tento krok nevyhnutelný. Dalším problémem skladování je zmiňovaná nosnost podlah, tudíž nelze palety stohovat a ušetřit potřebné místo především ve výrobě. Není ani možnost využít venkovní sklad, kde by se mohly nacházet prázdné palety, vstupní materiál nebo výrobky k odvozu.

3.1.6 Plnění norem

Společnost si sama vytváří normy, které ale nejsou rozpracované na jednotlivé úkony. Počítá se v nich se zapracovaností zaměstnanců. Zaměstnanci se snaží normy plnit a iniciativně hledají cesty, jak toho dosáhnout. Někteří pracují na jednom výrobku a provádí na něm postupně všechny předepsané úkony. Jiní se snaží ušetřit čas tím, pokud to situace dovolí, že provádí každou operaci na několika výrobcích současně.

Dochází také ke zmiňované změně výrobního plánu na žádost zákazníka a přeorientování se na výrobu jiného zákazníka, který má odlišný postup a materiál. Tato změna má také vliv na obtížné plnění norem.

Proč faktor existuje?

Při menším počtu zákazníků, a ne tak různorodé výrobě, dosavadní normy na výrobky a kontrolu stačily. Zaměstnanci nejsou dostatečně zapracovaní, protože často dochází k přerušování a změně výroby. Norma s touto skutečností nepočítá a je příliš krátká. Na kontrolu, která se provádí u výrobků dvakrát, norma také nestačí. Faktor je opět propojen jak s plánováním, tak především s variabilitou výrobků.

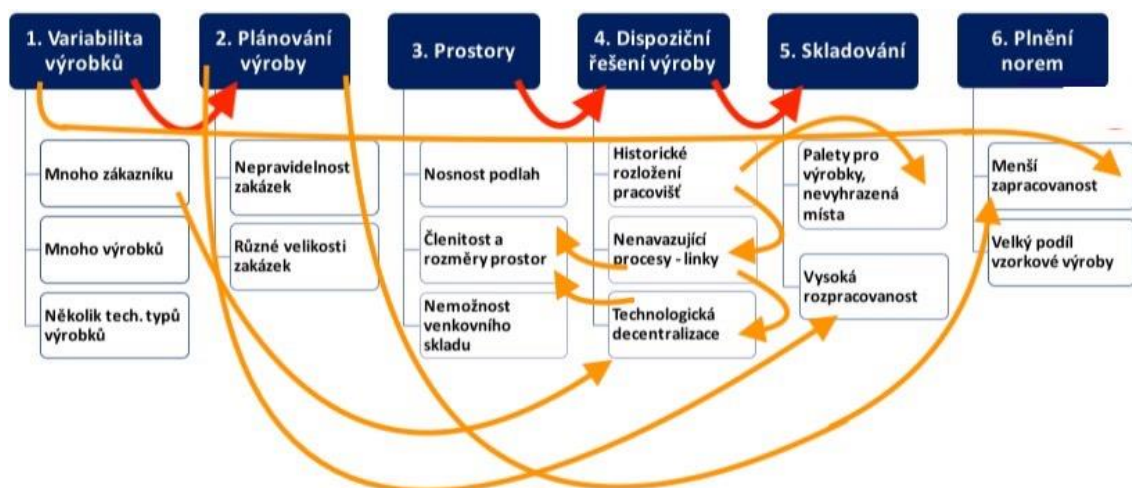
3.2 Shrnutí analýzy

Po sepsání šesti nejdůležitějších faktorů, které mají z analýzy vliv na chod ve výrobě je také důležité si uvědomit, že zmíněné faktory na sebe navazují a jsou mezi sebou vzájemně propojeny.

Faktor dispozičního řešení výroby představuje největší vliv ze všech uvedených faktorů a je propojený spolu s prostory a možností skladování ve výrobě. Prostory jsou omezeny a nedají se příliš ovlivnit, ale při změně dispozičního řešení by se dala vyřešit situace v oblasti skladování.

Dalším důležitým faktorem je variabilita výrobků. Pokud se má tento faktor napravit, tak se musí jednoznačně změnit přístup v plánování. Dále by se zlepšilo plnění norem, pokud by se podařilo optimalizovat zmíněné dva faktory.

Na následujícím Obr. 22 jsou zaznamenány jednotlivé faktory a vztahy mezi nimi. Toto zobrazení je důležité k pochopení, jak složitý proces tato optimalizace představuje.



Obr. 22: Základní zobrazení jednotlivých faktorů a výběr nejdůležitějších vztahů

4 Návrh optimalizačního opatření

Po předložení provedené analýzy firmě, bylo možné přistoupit k samotnému zpracování návrhů optimalizačních opatření.

V kapitole jsou představeny návrhy pro konkrétní faktory, které byly uvedeny v kapitole 3.1. Jsou zde navrženy takové optimalizační návrhy, kterých lze ve středisku reálně dosáhnout a danou optimalizací docílit opět efektivně fungujícího výrobního systému.

4.1 Důvody pro optimalizační opatření

Hlavním důvodem k optimalizaci výrobního systému je momentální stav ve středisku, který se při současném dispozičním řešení jeví jako nevyhovující. Ve středisku se od roku 2008 začal postupně navyšovat počet zákazníků a s nimi vzrostla různorodost výroby. Při menším počtu zákazníků a menší variabilitě výrobků mohla být pracoviště rozdělena podle zákazníků. Výrobní program střediska je dnes složitý a je nutné v optimalizačních návrzích uspořádat pracoviště podle technologicky podobných výrobků a současně s tím napřímit materiálové toky.

Postupným navyšováním výroby se také zvýšil počet paletových pozic ve výrobě. Doposud se středisko obešlo bez vyhrazených míst pro konkrétní palety.

Cílem optimalizace by měla být reorganizace dispozičního řešení ve výrobě s následným napřímením materiálových toků, podle technologické podobnosti výrobků.

Je velice přínosné, že je společnost ke změnám otevřená, uvědomuje si své přetížení a chce do svého systému zasáhnout.

4.2 Optimalizované faktory

Z analýzy byly vyzvořovány faktory, které ovlivňují efektivnost ve výrobě a vzájemně se ovlivňují, což je zobrazeno na Obr. 22. Mezi tyto faktory patří variabilita výrobků, plánování výroby, prostory, dispoziční řešení výroby, skladování a plnění norem.

4.2.1 Variabilita výrobků

Vhodným optimalizačním řešením by mohlo být vhodnější rozložení zakázek a zvýšení sériovosti. Tím by se ušetřil čas, který je vynakládán při přechodu z výrobku na výrobek. Pokud by zaměstnanec pracoval na jednom typu výrobku, nebylo by nutné se stále přeorientovávat na odlišný styl práce. Tato optimalizace by měla zároveň vliv na lepší plnění norem, protože by došlo

k většímu zautomatizování pracovního postupu. Zároveň by se mohlo na pracoviště najednou nachystat větší množství polotovarů a komponentů a opět tím ušetřit čas.

4.2.2 Plánování výroby

Jedním z optimalizačních prvků by mohlo být doplnění ERP systému o plánovací software, který by umožnil dlouhodobější výhled na plánovanou výrobu. Díky tomu by mohl být vypracován podrobnější týdenní plán. Tento program by také upozornil na množství zásob, které je nutné pro výrobu.

Středisko flexibilně reaguje na požadavky zákazníků nejen ve změně objednávky, ale i přednostnímu zpracování expresních zakázek. Protože však časté změny zakázek způsobují problémy v plynulém chodu výroby, bylo by vhodné zvážit vyjednání změn podmínek ve smlouvách se zákazníky, aby k těmto situacím nedocházelo tak často.

4.2.3 Prostory

Prostor výroby nenabízí téměř žádné možnosti k optimalizaci. Je možné pouze měnit umístění příček, což bylo také využito v návrhu č. 1 (kapitola 5). V porovnání s ostatními návrhy optimalizace u jiných faktorů jsou tyto změny ale zanedbatelné.

4.2.4 Dispoziční řešení výroby

Dispozičnímu řešení je věnována celá následující kapitola 5. V rámci optimalizace je zde návrh ke kompletní reorganizaci výrobního systému, s důrazem na návaznost procesů ve výrobě.

4.2.5 Skladování

Faktor skladování má velký vliv na výrobní systém. Míchání palet rozpracované výroby se vstupním materiálem je nepřehledný a zpomaluje výrobní proces. Návrh tohoto řešení je uveden v kapitole 5, kde jsou v návrzích 1 až 4 odděleny palety s rozpracovanou výrobou a vstupním materiálem. Tím by nedocházelo ke zbytečné manipulaci z důvodu přemísťování těchto palet.

U návrhu č. 4 se navíc vytvořil prostor mezi paletami, který by umožnil lepší přístup k paletovým pozicím. V návrhu jsou zavedeny i tzv. zóny pro konkrétní palety. Vše, co je umístěno na paletách, by tak mělo jasně stanovené místo. Vstupní materiál pro výrobu velkých satorů, rotorů a satorů by se nacházel na vyhrazeném místě ve skladu. Vstupní materiál pro

výrobu segmentů by měl také vyhrazené místo a nacházel by se přímo u pracoviště pro výrobu segmentů.

Další zvažovanou možností bylo sjednocení manipulačních jednotek. Momentálně si zaměstnanci sami chystají nové palety s polotovary. Pokud by se palety nahradily vozíčky, bylo by potřeba vyhradit místo pro jejich vychystávání a přeskládávání. Ale vzhledem k nedostatku prostoru, se toto řešení v žádném z návrhů nerealizovalo.

Regály s bedýnkami nyní popsané jsou, ale např. barevné rozlišení samotných bedýnek by mohlo vést k lepší orientaci v hledání komponentů. Pomohlo by i vyčlenění pracovníka, který by měl na starosti doplňování komponentů do bedýnek. Tento pracovník by dále mohli reagovat na aktuální požadavky zaměstnanců ve výrobě.

Efektivním rozložením pracovišť podle technologické podobnosti, které je uvedeno v kapitole 5.5, by došlo k tomu, že budou komponenty uskladněny přímo u konkrétního pracoviště.

4.2.6 Plnění norem

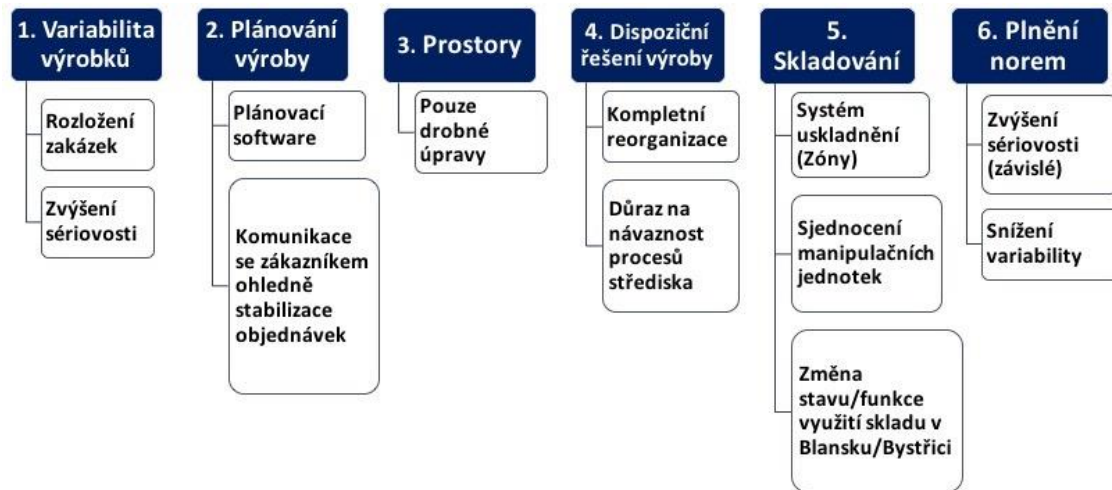
Jedním z řešení pro plnění norem by bylo navýšení sériovosti a snížení variability výrobků. Zvýšila by se rychlost výroby, protože by nedocházelo k častému střídání práce jako doposud. Realizování tohoto návrhu by mělo velký vliv na plnění norem.

U větších zakázek by bylo na místě zavést přesně danou sekvenci operací. Hlavní slovo by měli mít u toto bodu zkušeni zaměstnanci se svými cennými radami.

4.3 Shrnutí optimalizace

Cílem optimalizace by měla být hlavně kompletní reorganizace dispozičního řešení ve výrobě s následným napřímením materiálových toků podle technologické podobnosti výrobků a vytvoření nového skladovacího systému.

Všechny možnosti optimalizace ve výrobním středisku jsou přehledně znázorněny na příloženém Obr. 23.



Obr. 23: Schéma možností optimalizace

Analýza, která sloužila k vypracování návrhů k optimalizaci jasně ukázala, jak je výrobní systém ve středisku složitý. U **variability výrobků**, která je v současnosti ve středisku veliká, by pomohlo rozložení zakázek spolu se zvýšením sériovosti. Zda se tento faktor podaří optimalizovat bude záležet především na zákaznících. Při **plánování zakázek** u tak různorodé výroby by stálo za zvážení zakoupení plánovacího softwaru podle finančních možností střediska. Snažit se zavádět štíhlou logistiku ve firmách je nedílnou součástí k efektivnímu fungování v dnešní době. **Dispoziční řešení** je potřeba celé přeorganizovat a docílit k navazování procesů při výrobě. **Prostory** způsobují problémy a je nutné je brát v úvahu, ale u tohoto faktoru není konkrétní návrh k optimalizaci. Jsou možné malé úpravy, a to v podobě umístění příček. Tím by došlo k vytvoření nových prostů, pokud by to bylo potřeba. U **skladování** při změně dispozičního řešení vznikne spousta možností, jak tento faktor optimalizovat. Jedním z návrhů je zavést systém uskladnění a vytvořit, tak konkrétní zóny pro palety s rozpracovanou výrobou a vstupním materiálem. Díky tomu nebude docházet ke zbytečné manipulaci těchto materiálů a dojde k eliminaci zbytečných pohybů, které nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu. Návrh, jak optimalizovat **plnění norem** je představen prostřednictvím navýšení sériovosti a snížením variability.

Navrhnuté varianty jsou reálné k optimalizaci. Pokud se podaří aplikovat alespoň některé navrhnuté řešení ve středisku, bude to mít efektivní dopad.

5 Návrh variant dispozičního řešení výrobního systému

Hlavním cílem diplomové práce bylo předložení nových dispozičních řešení výrobního systému. Po seznámení se s chodem výroby a provedení analýzy ve výrobě, bylo možné zpracovávat návrhy nových dispozičních řešení.

V kapitole jsou popsány návrhy dispozičních řešení výrobního systému. Vždy je představena nová varianta a jsou popsány změny, které byly provedeny. Celkem vzniklo pět návrhů dispozičních řešení, plus dispoziční řešení současného stavu, ze kterého se nové návrhy odvíjely. Navržené varianty se liší především v přemístění stávajících pracovišť, které na sebe z výrobního hlediska nenasazují a také v přemístění paletových pozic s rozpracovanou výrobou nebo se vstupním materiálem. Hlavním cílem bylo především sjednotit materiálový tok a uspořádat pracoviště z hlediska návaznosti technologie. Další prioritou bylo oddělit palety se vstupním materiálem od palet s rozpracovanou výrobou.

Nejprve bylo zapotřebí vymodelovat dispoziční řešení současného stavu výrobního systému. Po sestavení původního dispozičního řešení, následovalo samotné vypracování nových návrhů. Navržené layouty byly vytvořeny v programu Autodesk Inventor 2019. Veškeré předměty, které se nacházejí ve výrobě, byly vymodelovány v programu podle skutečně změřených hodnot, aby byly se návrhy mohly lépe realizovat. Náplní diplomové práce bylo vytvoření dispozičního řešení, tedy nového rozmístění pracovišť, a ne modelování detailního vypracování stolů, nářadí, strojů a dalších předmětů, které se nacházejí ve výrobě. Bylo důležité především přesně zaměřit objekty ve výrobě.

Důvody pro sestavení nového dispozičního řešení

Hlavním důvodem k reorganizaci výroby ve středisku, bylo vytvoření logicky kontinuálního materiálového toku v rámci střediska a technologických uzlů. Jak už bylo zmíněno v předchozích kapitolách, společnost svá pracoviště doposud skládala podle přibývajících výroby, až se dostala do situace, kdy na sebe pracoviště přestala navazovat. Tím začalo docházet k prostojům a k mírnému zpomalování ve výrobě.

Kritická místa a omezující podmínky pro sestavení nového dispozičního řešení

Při navrhování nového dispozičního řešení bylo nutné brát v úvahu řadu omezujících faktorů, z nichž některé byly známy již ze zpracované analýzy.

Hlavní omezující podmínky pro sestavení nového layoutu:

- Nosnost podlah
- Možné požadavky zákazníků na oddělenou linku
- Množství paletových pozic
- Odvětrávání konkrétních pracovišť
- Dostupnost materiálu
- Úzká kooperace kanceláře výroby a kontroly
- Nutnost správného systému skladování
- Dostatek místa na vozíky a zásobení každého pracoviště
- Dostatek pracovního prostoru a dobrá pracovní atmosféra

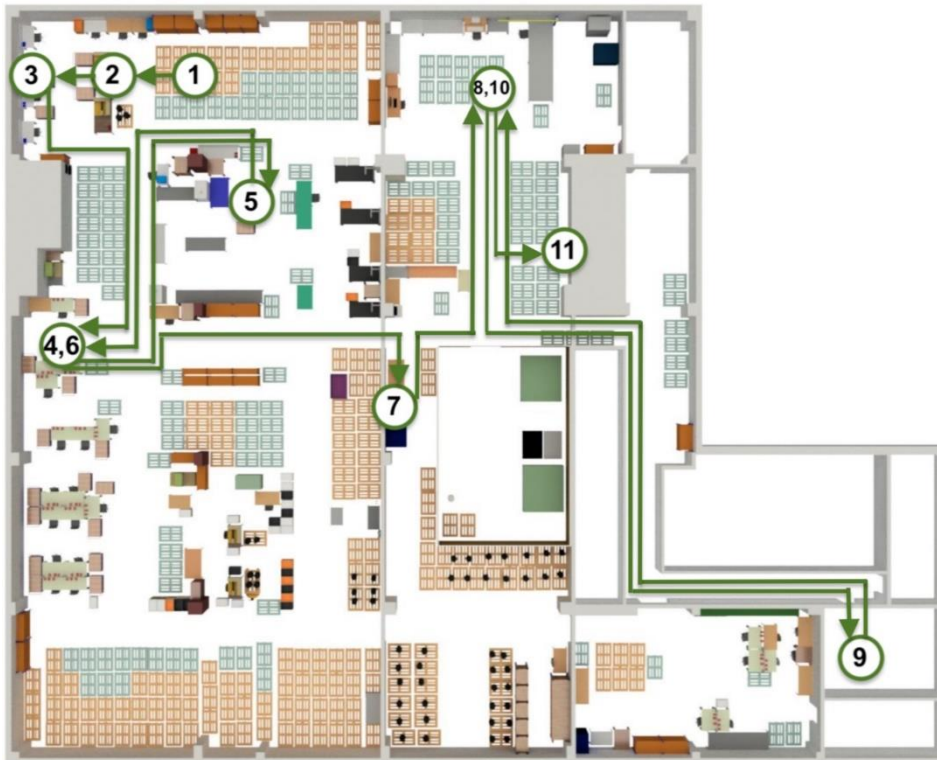
5.1 Současný stav dispozičního řešení

Nejdříve bylo nutné zpracovat dispoziční řešení, aby na layoutu mohl být detailně popsán současný stav. Práce obnášela proměření pracovišť a celého výrobního prostoru pro sestavení layoutu současného stavu. Do dispozičního řešení patří první patro výroby, tři přízemní prostory a také možnost využití dvou prostorů mimo středisko, které jsou v podobě skladů. Později, na vytvořeném layoutu současného stavu, probíhala diskuze s vedením a byl zaznamenán tzv. špagetový diagram, v němž byl zaznačen pohyb zaměstnanců a materiálový toku ve výrobě u všech pracovišť. Výroba zatím fungovala tak, že jednotlivá pracoviště vyráběla výrobky podle svých zákazníků. Tento postup s přibývajícím počtem zákazníků a technologicky odlišných výrobků ukázal postupem času nepřímou materiálového toku a také odlišné umístění vstupních materiálů, neboť výroba začíná na různých místech ve výrobě. Pro zorientování se v současném stavu byl materiálový tok rozdělen podle technologické podobnosti výrobků výrobního programu na tři materiálové toky.

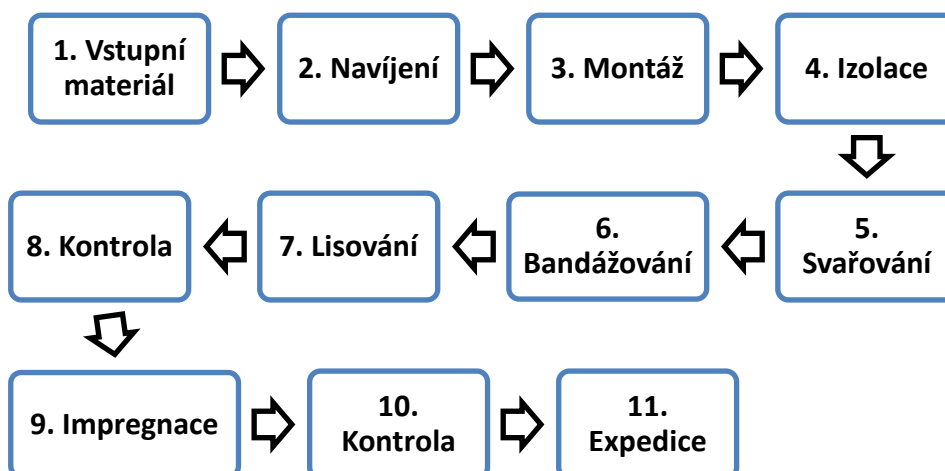
Na Obr. 33 je představen layout současného dispozičního řešení ve výrobě. Výrobní prostory v prvním patře jsou rozděleny a označeny písmeny (A, B, C, D, E, F), a bude na ně při popisu pracovišť odkazováno. Dále jsou představeny i tři přízemní prostory, které jsou označeny na Obr. 50 číslicemi (1, 2, 3). Budou také přidány popsání obrázky s detailem konkrétních pracovišť.

Materiálový tok – segmenty

Tok materiálu pro výrobu segmentů se skládá z jedenácti kroků a je zobrazen na Obr. 24. Délka toku je 208 metrů. Z analýzy vyplývá, že kroky jedna až tři na sebe navazují a jsou plynulé. V dalších krocích čtyři až šest dochází k chaotickému vracení se na pracoviště a materiálový tok ztrácí svoji plynulost. Tyto kroky bude potřeba v optimalizačních návrzích eliminovat.



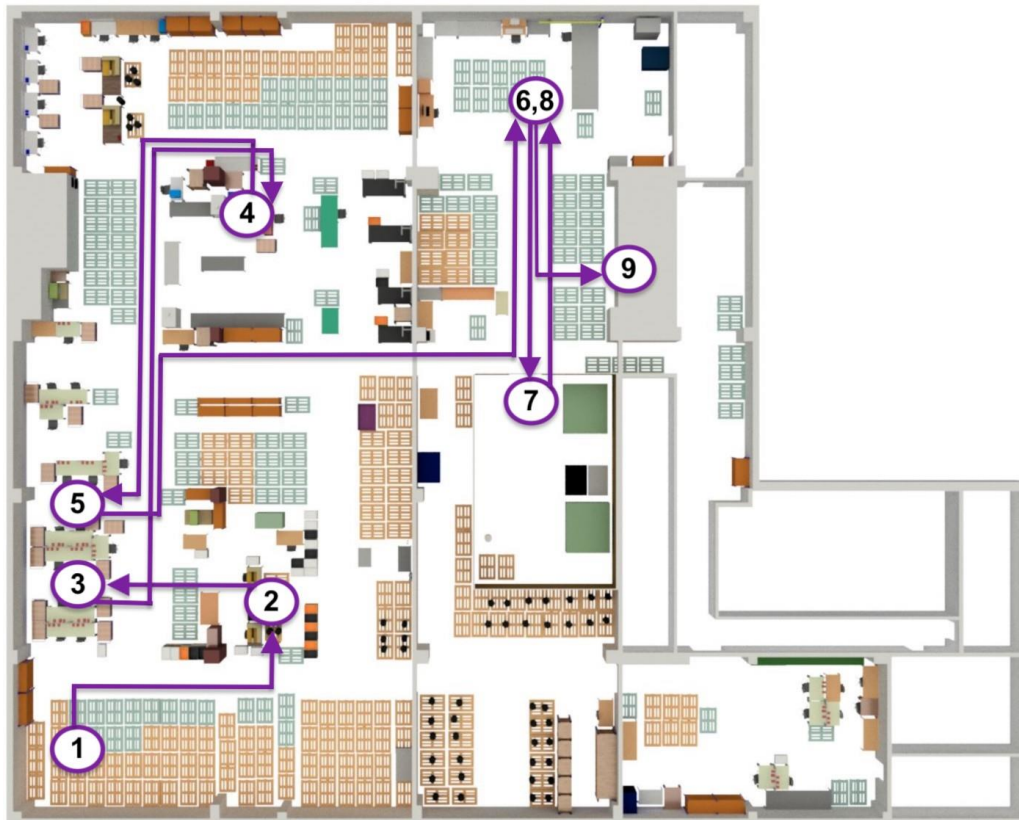
Obr. 24: Schéma materiálového toku – segmenty



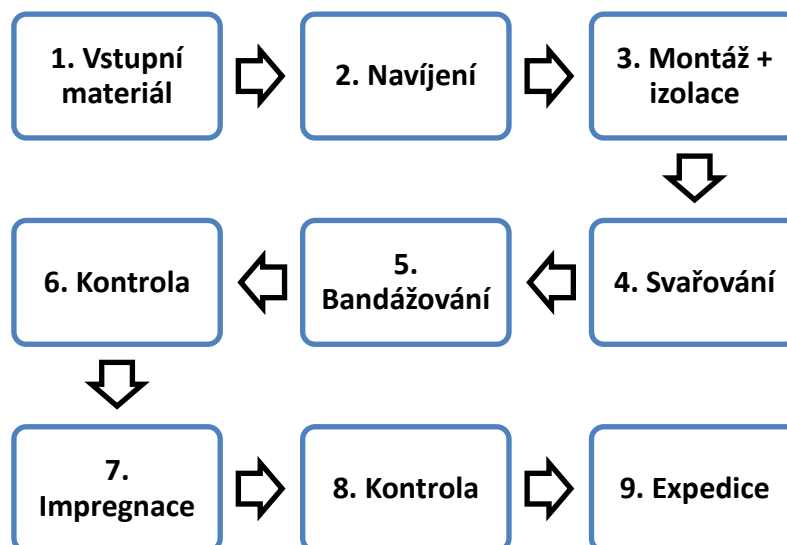
Obr. 25: Materiálový tok – segmenty

Materiálový tok – rotory a statory

Tok materiálu pro výrobu rotorů a statorů se skládá z devíti kroků a je zobrazen na Obr. 26. Délka toku je 167 metrů. Z analýzy toku materiálu vyplývá, že mezi stanovišti čtyři a pět dochází k velkému plýtvání v podobě velké vzdálenosti mezi těmito pracovišti. Trasa mezi nimi se ke všemu opakuje. Tyto kroky bude potřeba v optimalizačních návrzích eliminovat.



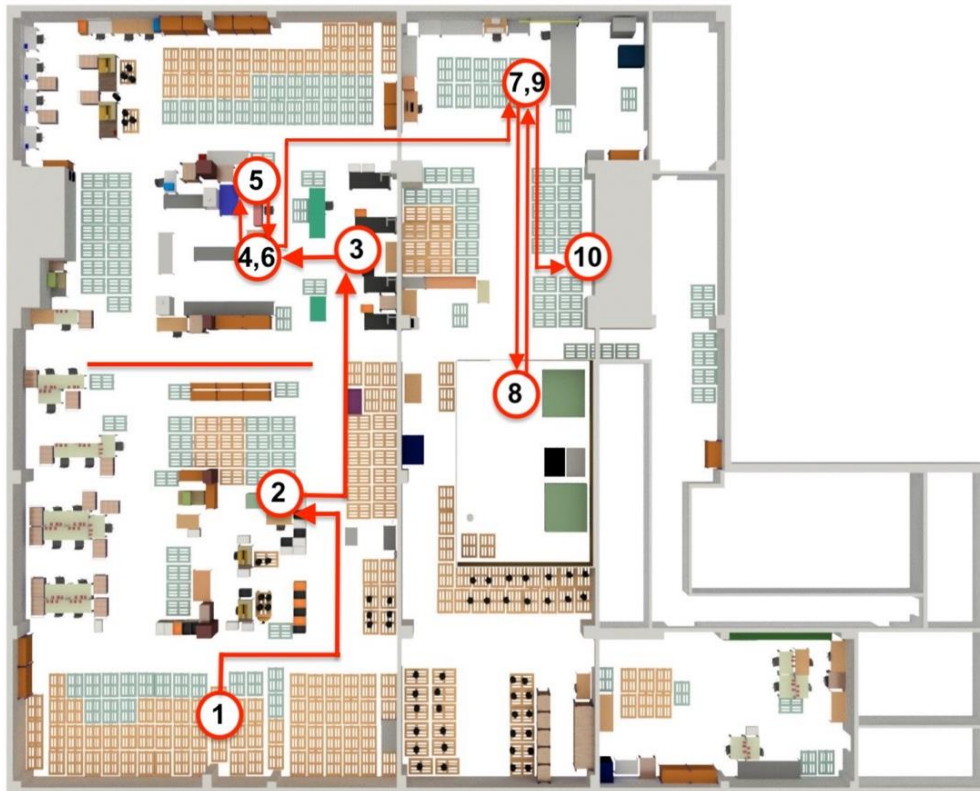
Obr. 26: Schéma materiálového toku – rotory a statory



Obr. 27: Materiálový tok – rotory a statory

Materiálový tok – velké statory

Tok materiálu pro výrobu velkých statorů se skládá z desíti kroků a je zobrazen na Obr. 28. Délka toku je 114 metrů. Z analýzy toku materiálu vyplývá, že zaznačený tok je vcelku plynulý. Pouze mezi kroky dva a tři je větší vzdálenost. Bylo by vhodné v optimalizačních návrzích tyto pracoviště více přiblížit.



Obr. 28: Schéma materiálového toku – velké statory



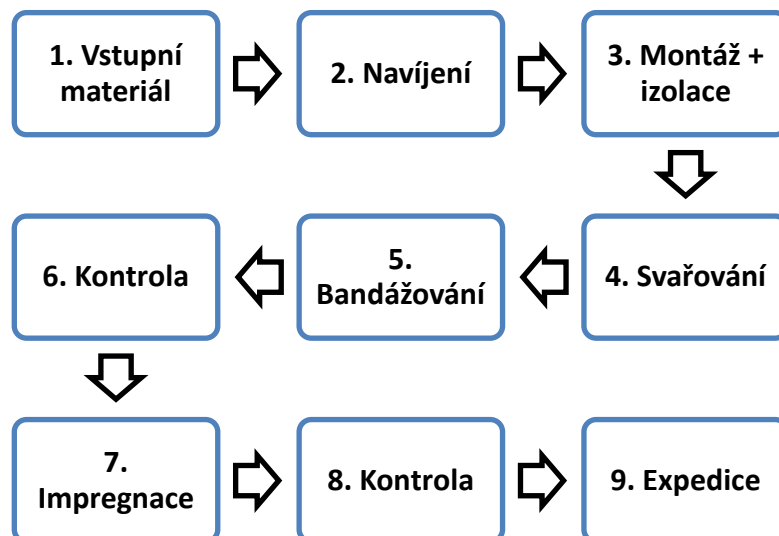
Obr. 29: Materiálový tok – velké statory

Materiálový tok – malá dílna rotory a statory

Tok materiálu pro výrobu rotorů a statorů v malé dílně se skládá z devíti kroků a je zobrazen na Obr. 30. Délka toku je 158 metrů. Z analýzy toku materiálu vyplývá, že stanoviště pod číslem 2 tvoří velkou vzdálenost mezi ostatními stanovišti a dochází tady k plýtvání mezi kroky jedna a dva. Tyto kroky bude potřeba v optimalizačních návrzích eliminovat.



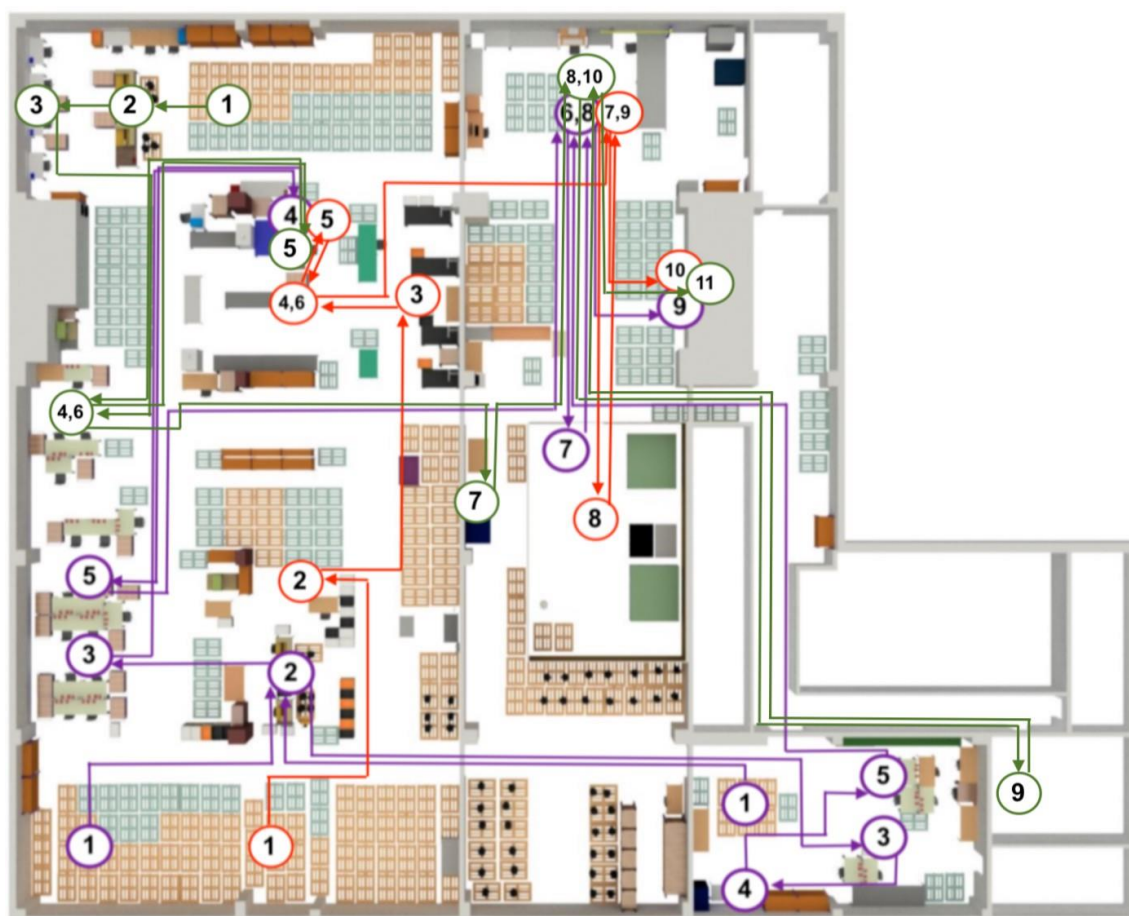
Obr. 30: Schéma materiálového toku – malá dílna rotory a statory



Obr. 31: Materiálový tok – malá dílna rotory a statory

Materiálový tok – kompletní

Na Obr. 32 jsou zaznačeny všechny toky výrobního programu. Schéma ukazuje, velkou frekvenci materiálových toků v pravé části tohoto schématu. Je to z toho důvodu, že se tam nachází kontrola, impregnace a expedice. Kompletně představená analýza materiálových toků ukazuje, že se vstupní materiál ve výrobě nachází na několika různých místech. Můžeme říct, že se nachází téměř po celé výrobní části. Také si jde všimnout, že jsou mezi některými pracovišti velké vzdálenosti. Zmíněné poznatky budou v optimalizačních návrzích řešeny.



Obr. 32: Schéma kompletních materiálových toků současného stavu

5.1.1 První patro výroby

První patro je rozděleno na několik částí. Na Obr. 33 jsou místnosti rozděleny a označeny písmeny A–F, kde:

- A. Kancelář
- B. Kontrola + Expedice
- C. Impregnace, C. a Impregnace segmenty
- D. Sklad cívek
- E. Malá dílna
- F. Hlavní část výroby

Dále jsou v layoutu rozlišeny palety se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou. Rozpracovaná výroba je označena zelenou barvou a vstupní materiál je označen hnědou barvou.



Obr. 33: Layout současného stavu

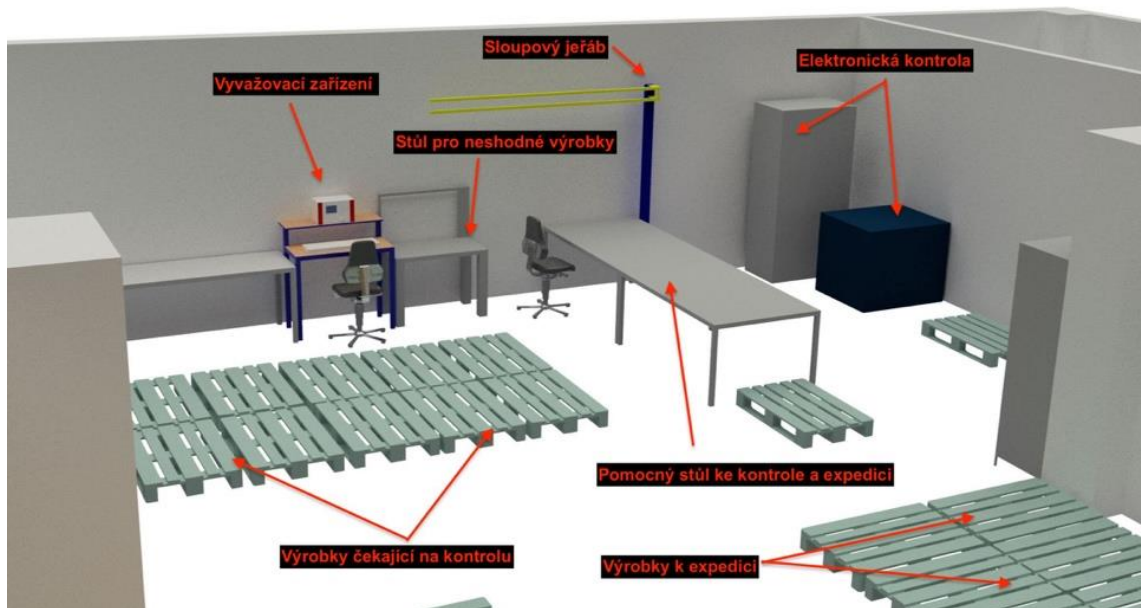
Kancelář

Umístění kanceláře je na Obr. 33 označeno písmenem A. Nachází se na strategickém místě, hned vedle kontroly a expedice. Mistr a vedoucí výroby tak mohou přímo komunikovat se zaměstnanci, kteří se nacházejí na kontrole a expedici. Mohou s nimi ihned prodiskutovat

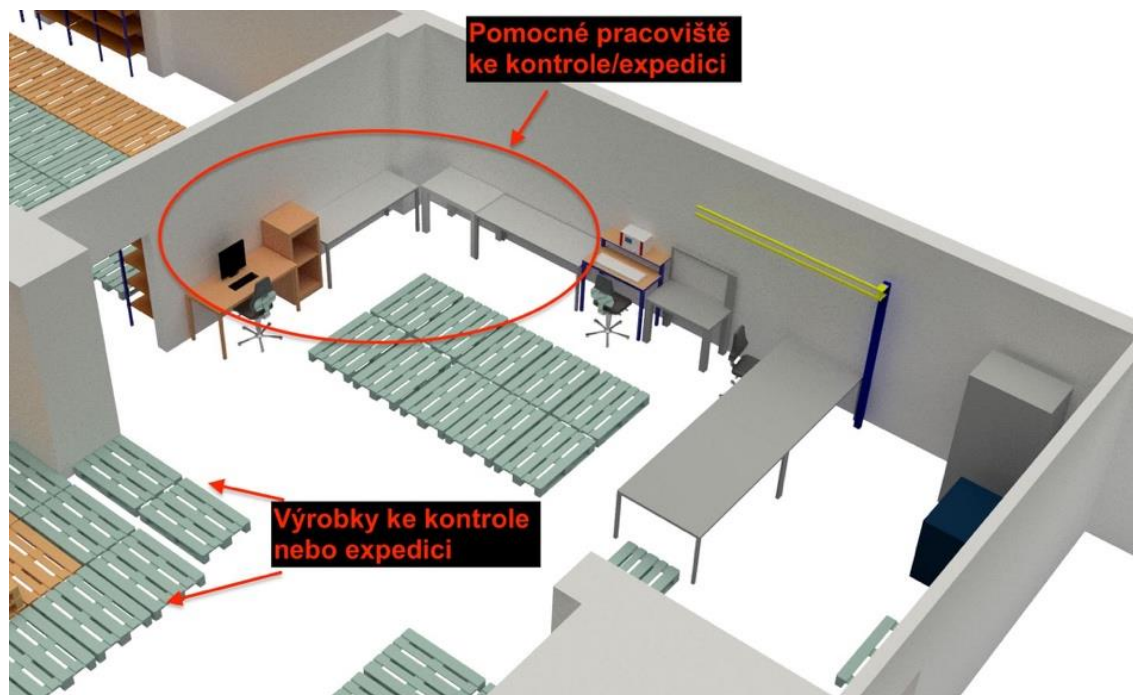
případné změny, týkající se plánu výroby. Když potřebují zaměstnanci poradit, mají taktéž dveře do kanceláře otevřené a komunikace je mezi vedením a zaměstnanci velice rychlá.

Kontrola a expedice

V místnosti, která je označena na Obr. 33 písmenem B, se nachází místo vyhrazené kontrole a expedici. **Kontrola** probíhá vizuálně a elektronicky. Celý proces kontroly se u každého kusu provádí dvakrát. Pokud je připraveno k odvozu větší množství výrobků, které je třeba zkontrolovat, podílí se na kontrole i pracovníci z výroby. V místnosti probíhá také balení hotových výrobků, které jsou určeny k **expedici**. Výrobky před odvozem zaplňují volná místa na pracovišti, případně chodbě. Výrobky tak nemají přesně vyhrazené místo. Výroba se nachází v prvním patře, takže vstupní materiál a výrobky k expedici se přepravují pomocí výtahu. Největší část vyrobeného zboží (asi 20 palet) je připraveno k expedici v pondělí. V úterý se odváží odpad a pokud je potřeba, tak se odvezou čtyři palety. Ve středu a v pátek je odvezeno kolem 4-8 palet. Na Obr. 34 a Obr. 35 je zobrazen detail pracoviště kontroly a expedice.



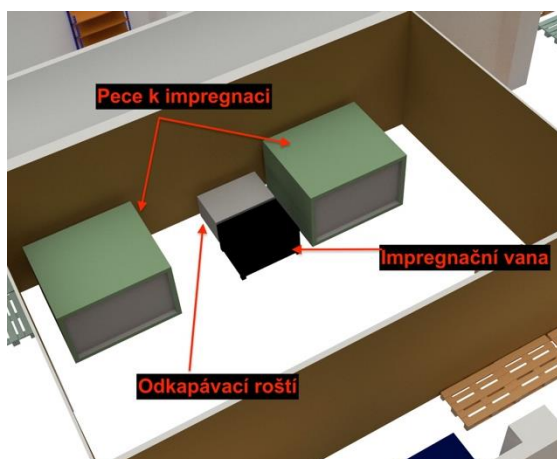
Obr. 34: Pracoviště kontroly a expedice současný stav – pohled č.1



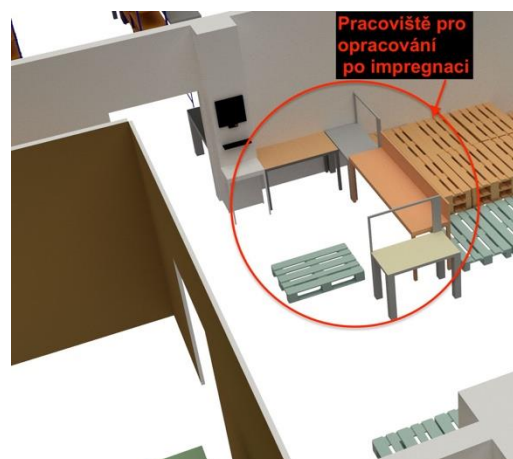
Obr. 35: Pracoviště kontroly a expedice současný stav – pohled č.2

Impregnace

Místnost je zobrazena na Obr. 33 pod písmeny C a C. a. Místnost pro impregnaci, která byla v minulosti postavena pomocí příček, je označena písmenem C a detailněji je zobrazena na Obr. 36. Ve zmiňované místnosti se nachází dvě pece, impregnační vana a rošt na odkapávání. Pece kvůli své hmotnosti a omezené nosnosti podlah nemohou být umístěny nad sebou a musí stát vedle sebe. Pece se také nemohou umístit do jakékoliv části výroby, opět kvůli své hmotnosti. Před místností impregnace se nachází pracoviště pro opracování výrobků po impregnaci. Pracoviště je detailněji zobrazeno na Obr. 37. V místnosti se impregnují rotory, statory a velké rotory. Na Obr. 33 je pod písmenem C. a označena místnost s novou impregnací, která je určena pro impregnaci segmentů.



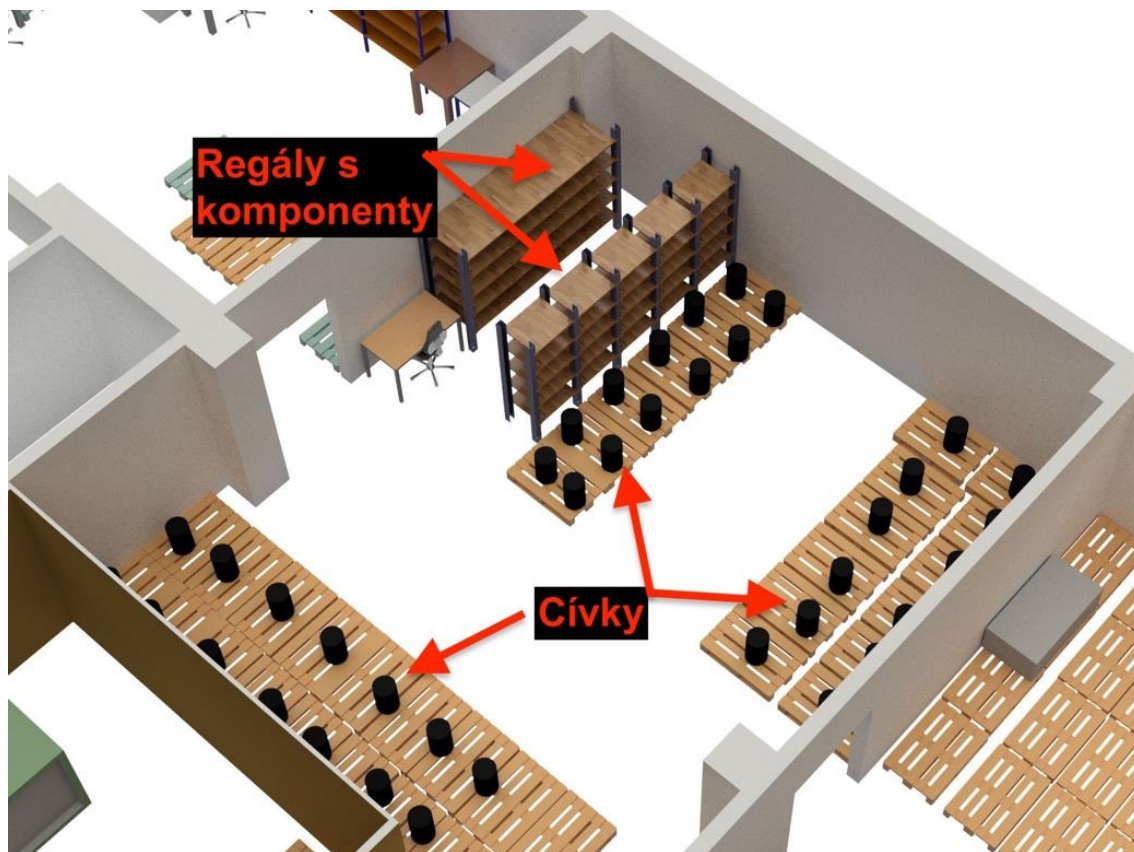
Obr. 36: Místnost pro impregnaci – současný stav



Obr. 37: Pracoviště pro opracování výrobků z impregnace – současný stav

Sklad pro cívky

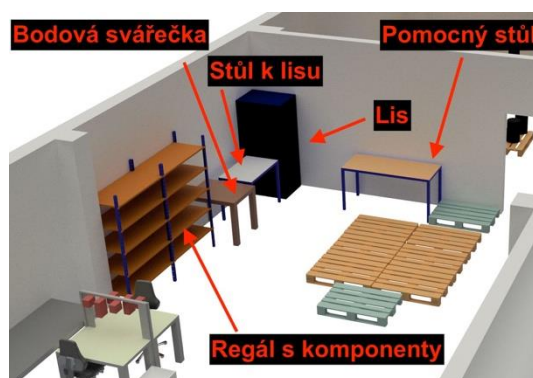
Vedle impregnace se nachází sklad cívek k navíjení, který je zobrazen na Obr. 33 a označen písmenem D. Cívky váží kolem 40 kg a jsou umístěny na paletách. K pracovištím jsou dováženy ručním paletovým vozíkem nebo na vozíčcích. Zaměstnanci si je k pracovišti dovážejí podle své potřeby. Dále se ve skladu nachází dva regály s komponenty, pro které si zaměstnanci také chodí podle potřeby a odnáší si materiál do svých boxů. Detailnější pohled na sklad je zobrazen na Obr. 38.



Obr. 38: Sklad cívek – současný stav

Malá dílna

Za skladem cívek se nachází malá dílna, která je na Obr. 33 označena písmenem E. V dílně probíhá doplňková výroba, výroba rotorů a statorů. Na Obr. 39 a Obr. 40 je detailnější pohled na malou dílnu. Dílna dále slouží jako průchod do šatny pro ženy.



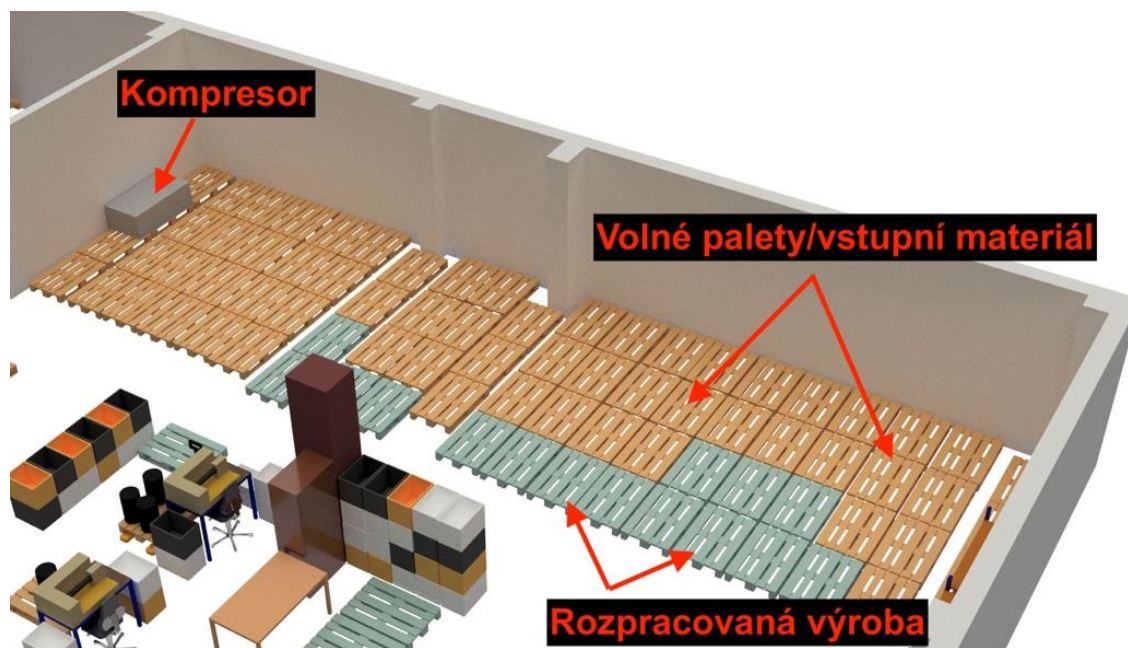
Obr. 39: Malá dílna současný stav – pohled č.1



Obr. 40: Malá dílna současný stav – pohled č.2

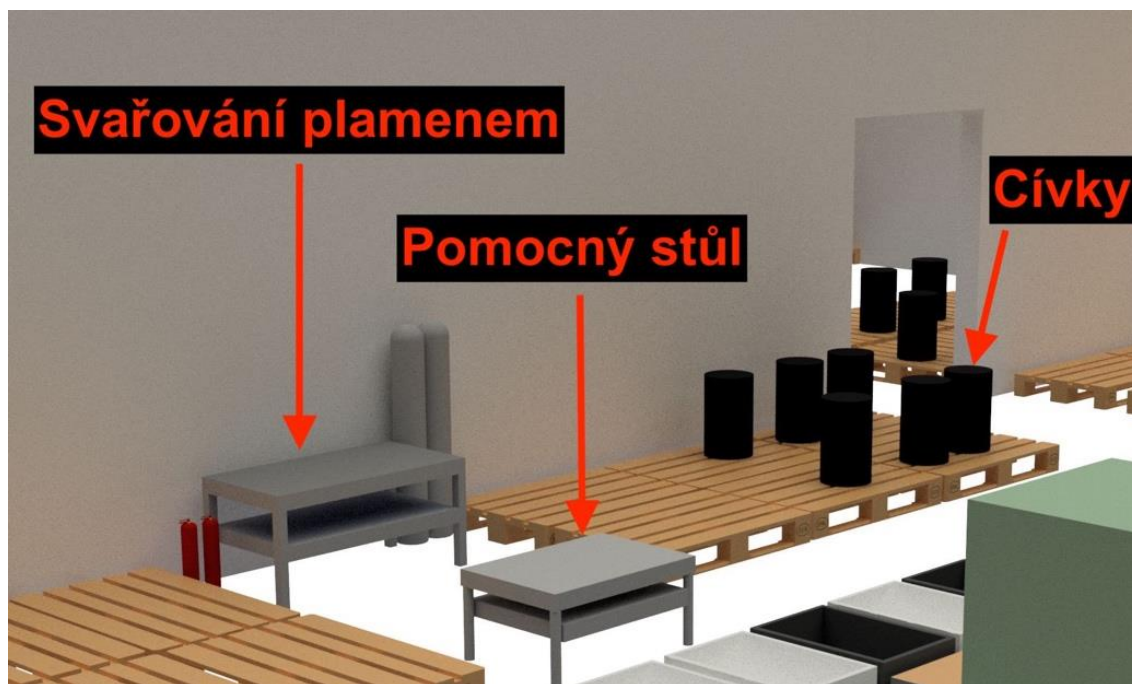
Hlavní část výroby

Hlavní část výroby je označena na Obr. 33 písmenem F. V prostorách největší místnosti probíhá veškerý výrobní program. Při vstupu do místnosti ze skladu cívek se v levé části nachází volné palety a vstupní materiál společně s rozpracovanou výrobou. Tato plocha obsahuje přibližně 80 paletových pozic. Pracovníci se ke vstupnímu materiálu musí dostávat přes rozpracovanou výrobu. Detailnější pohled je zobrazen na Obr. 41.



Obr. 41: Rozpracovaná výroba a vstupní materiál – současný stav

Při vstupu ze skladu do místnosti F se v pravé části nachází pracoviště pro svařování plamenem. Kolem pracoviště je volný prostor pro palety s cívkami. Z druhé strany se ukládají impregnační koše a část místa je vyhrazena pro odpad z výroby. Detail je na Obr. 42 a Obr. 43.

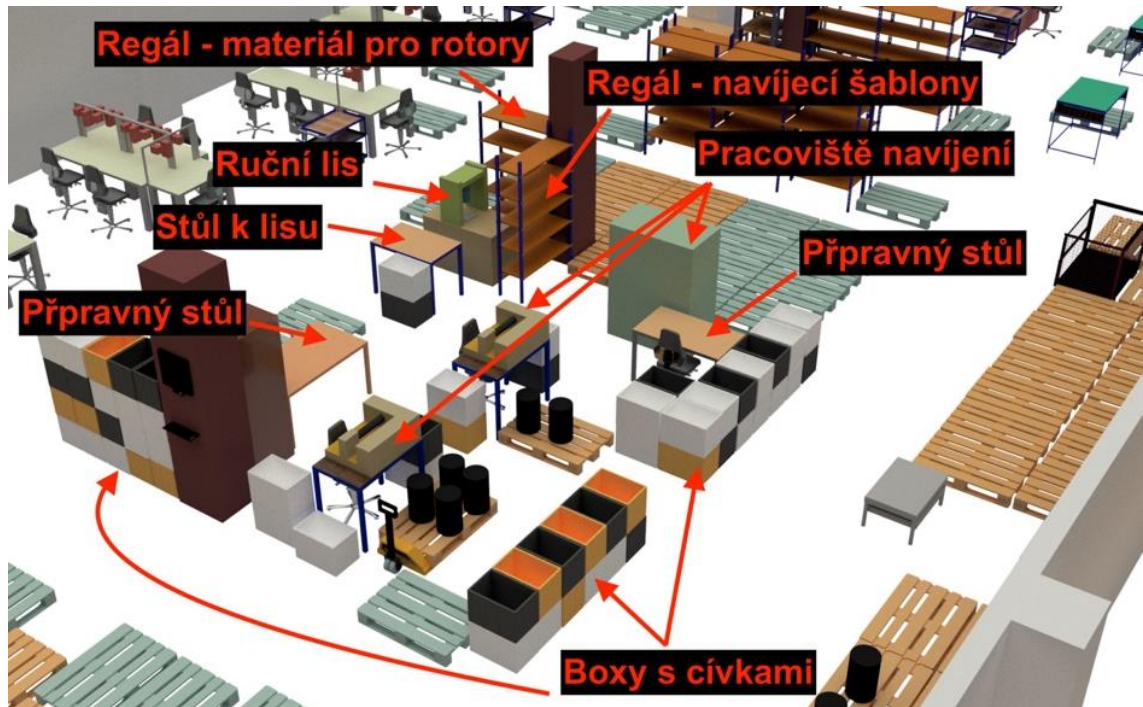


Obr. 42: Svařování plamenem – současný stav



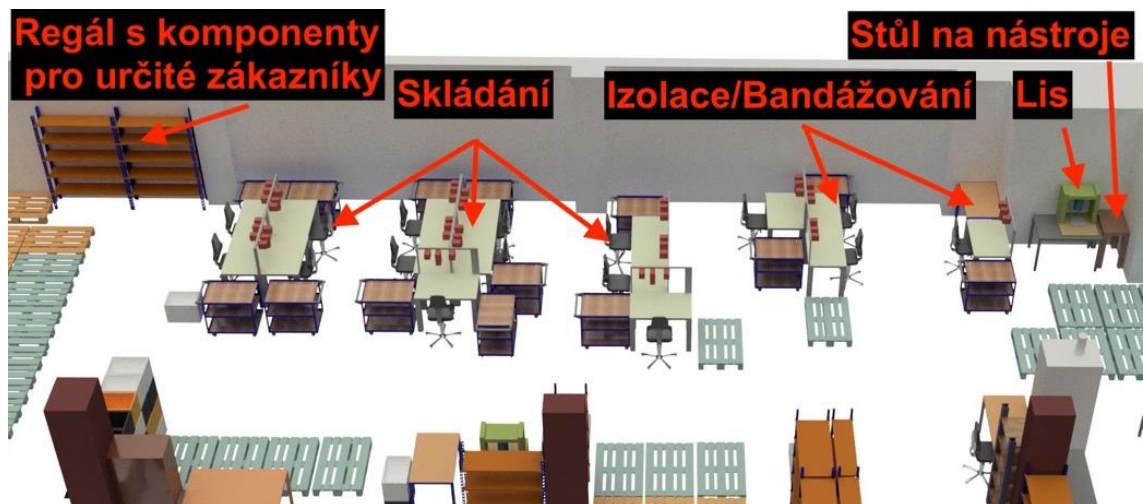
Obr. 43: Sklad impregnačních košů a místo pro odpad z výroby – současný stav

Naproti svařování plamenem se nachází pracoviště k navíjení a je tvořeno třemi navíječkami, které obsluhují dva zaměstnanci. Navinuté cívky operátor vkládá do plastových boxů, nebo je věší na stojan. Navinuté cívky si poté podle potřeby berou pracovníci pro operaci vtahování pro velké statory nebo pracovníci k montáži statorů a rotorů. Detail pracoviště je na Obr. 44.



Obr. 44: Pracoviště navíjení – současný stav

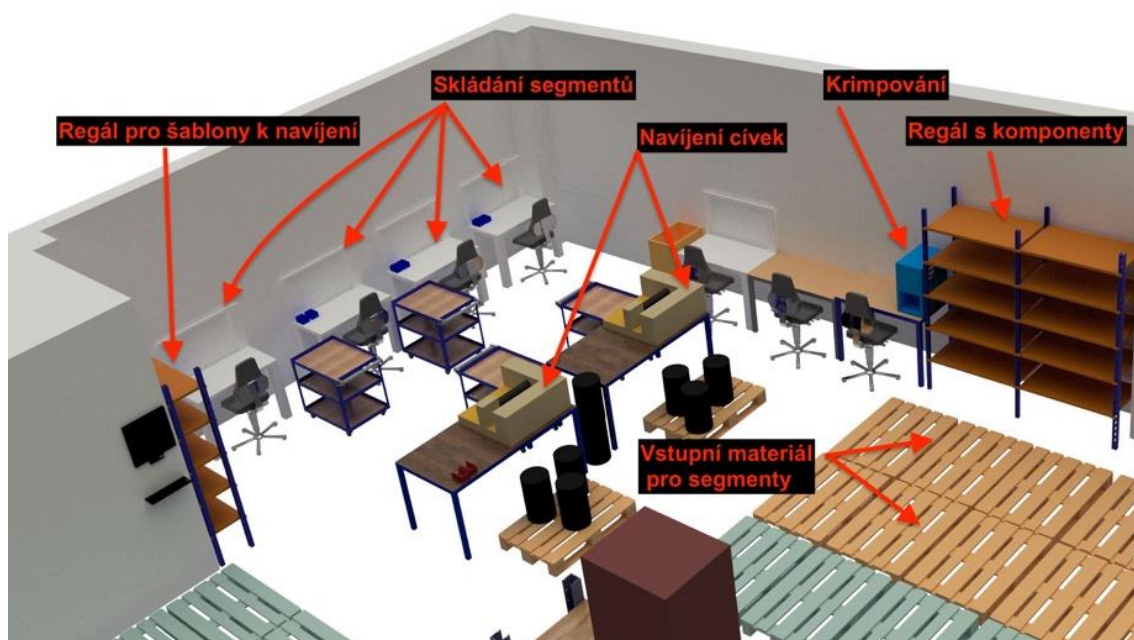
Naproti pracoviště navíjení se v zadní části místnosti nachází pracoviště skládání, izolování a bandážování k výrobě statorů, rotorů a segmentů. Pracovníci si sami vychystávají vstupní materiál z palet a umísťují si ho na vozíčky, které si pak přivezou ke svému pracovišti. Detail pracovišť je na Obr. 45.



Obr. 45: Detail pracoviště skládání, bandážování, izolování – současný stav

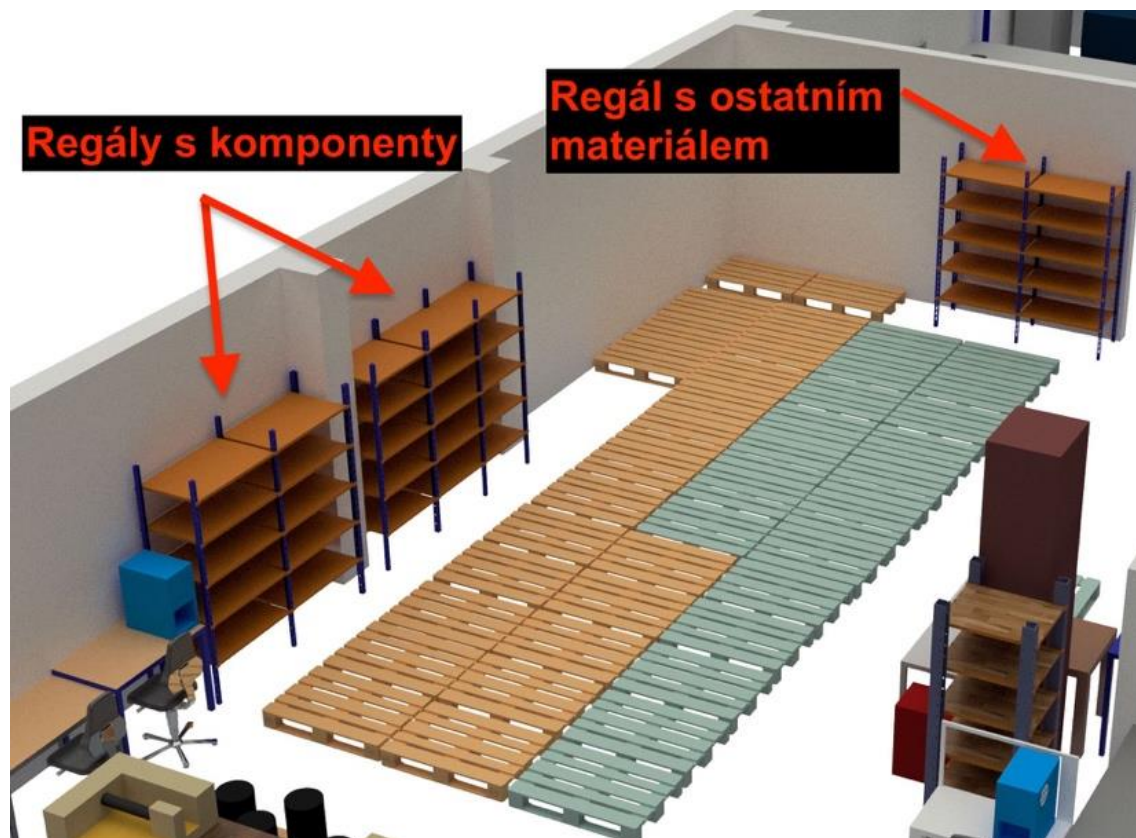
Na dalším pracovišti, které je umístěné v zadní části se provádí navíjení a skládání segmentů. Toto pracoviště má čtyři stoly ke skládání, dva stoly s navíječkami a tři pomocné stoly

k montáží. Vstupní materiál se nachází na paletách před stoly s navíječkami. Pracoviště je v detailu zobrazeno na Obr. 46.



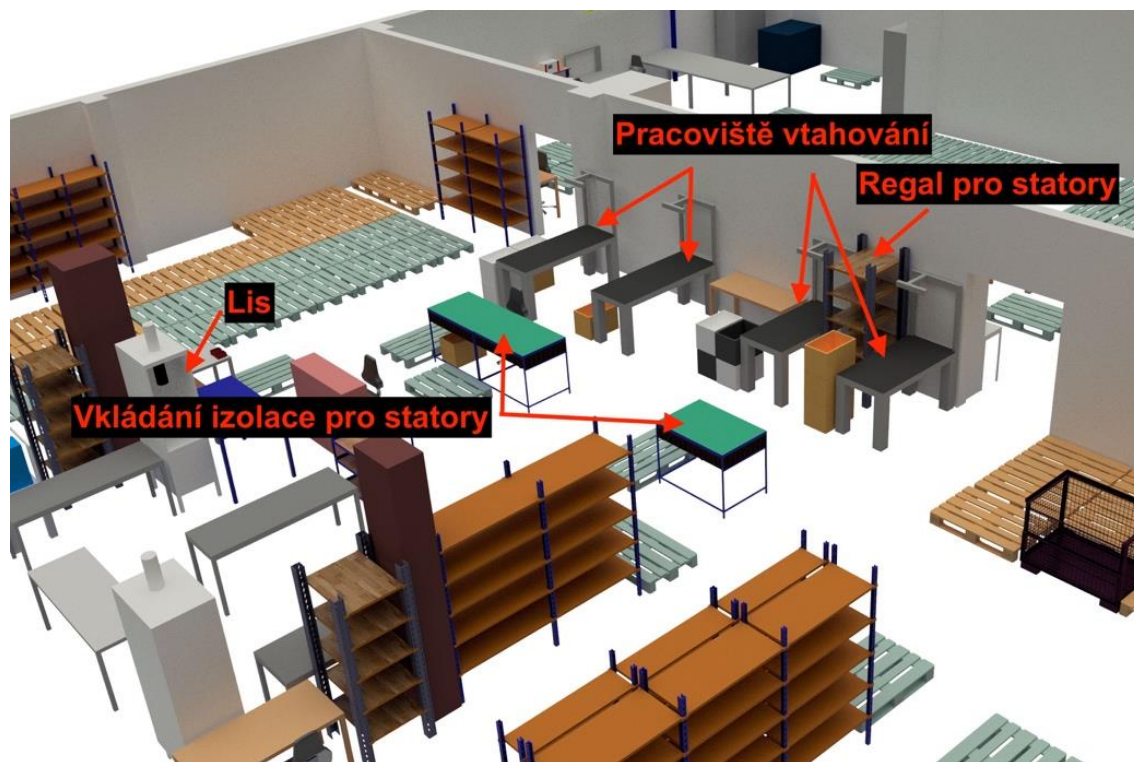
Obr. 46: Detail pracoviště navíjení a skládání segmentů současný stav

Ve stejné části se opět nachází palety jak s rozpracovanou výrobou, tak se vstupním materiálem. Na místě jsou dva regály s komponenty a jeden regál s ostatním materiálem. Tato část je detailně zobrazena na Obr. 47.

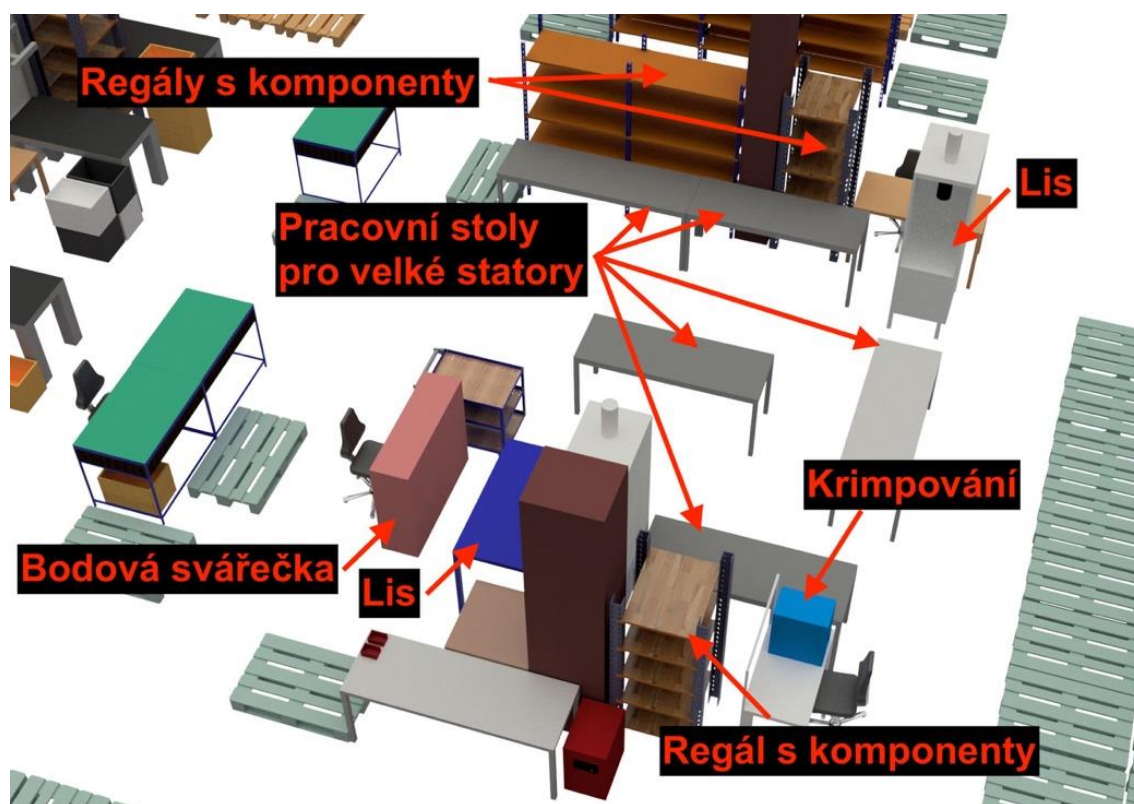


Obr. 47: Detail s rozpracovanou výrobou a vstupním materiálem

Od místa s paletami s rozpracovanou výrobou a polotovary se přes uličku nachází pracoviště vtahování, které obsluhují čtyři zaměstnanci. V této části je také umístěna jedna bodová svářečka a tři lisy. Je zde i pracoviště pro montáž velkých statorů, které obsluhují tři pracovníci. Pracoviště jsou detailně zobrazena na Obr. 48 a Obr. 49.



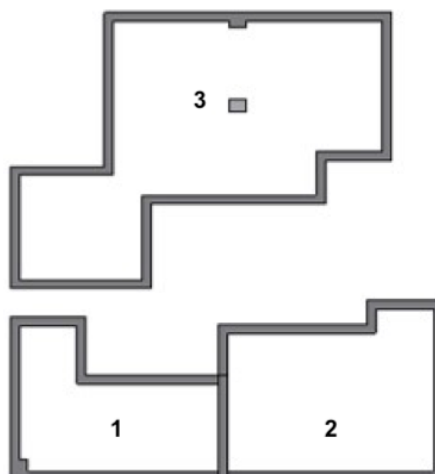
Obr. 48: Pracoviště vtažení – současný stav



Obr. 49: Pracoviště velkých statorů – současný stav

5.1.2 Přízemní prostory

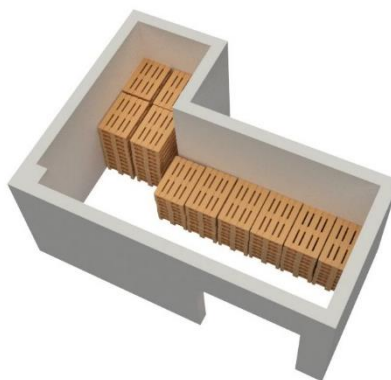
Zde jsou představeny tři přízemní prostory, které jsou označeny na Obr. 50 číslicemi (1, 2, 3).



Obr. 50: Přízemní prostory

Garáž č.1

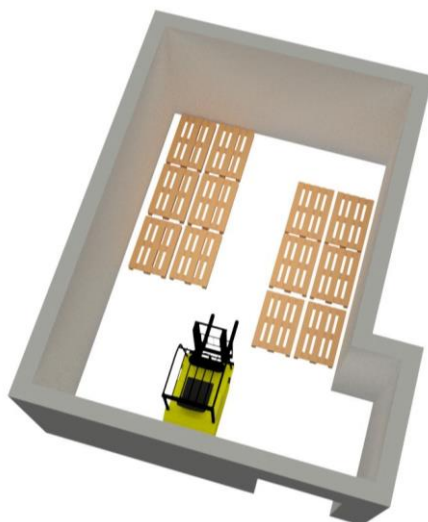
Malá garáž, která je na Obr. 50 označena číslicí 1 slouží především k úschově nových palet a polotovarů. Využívá se jako menší sklad a detail garáže je zobrazen na Obr. 51.



Obr. 51: Detail garáže č.1

Garáž č.2

V místnosti, která je na Obr. 50 a je označena číslicí dva se nachází vysokozdvizný vozík. Ten slouží k manipulaci s materiálem určeným do výroby a k odvozu hotových výrobků. Dále se zde nachází palety a materiál s těžkými výrobky. Detail místnosti je na Obr. 52.



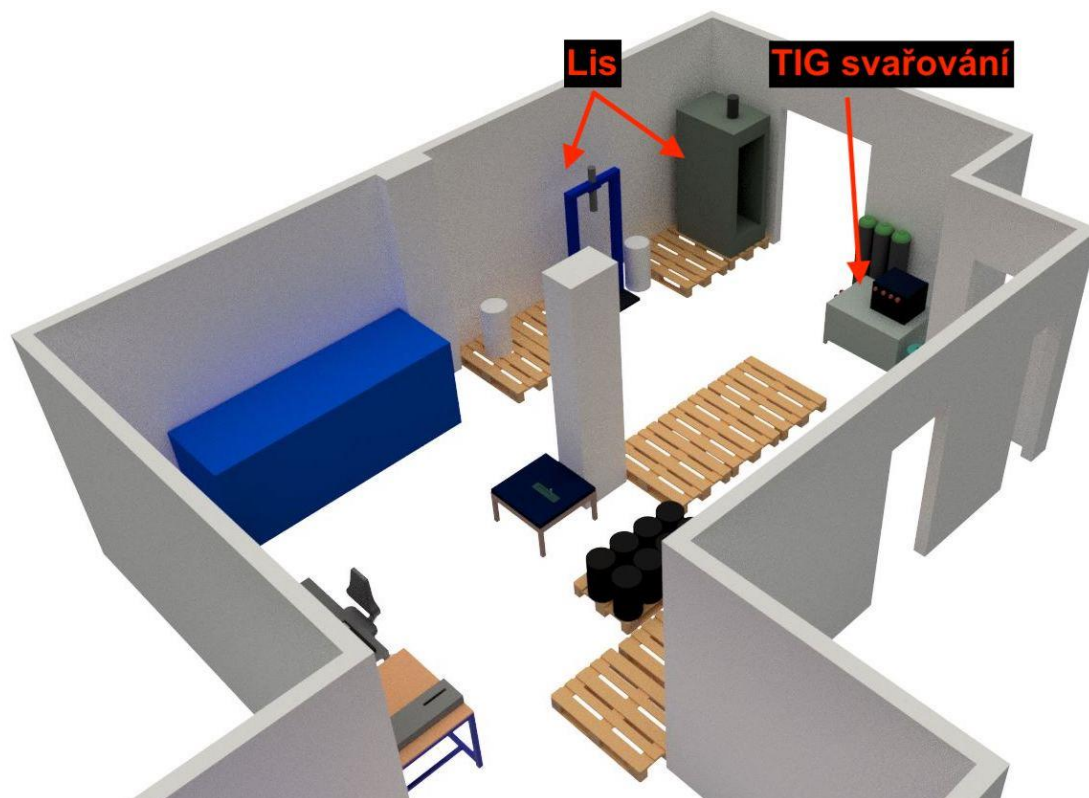
Obr. 52: Detail garáže č.2

Garáž č.3

Místnost na Obr. 50 označena číslicí tři, je ze zmiňovaných přízemních místností největší. Místnost slouží k dokončování výroby rotorů a také jako sklad. Vzhledem k dispozičnímu řešení v prvním patře se zde nachází soustruh, svařování TIG, dva lisy, pracoviště pro kontrolu házení a pracoviště k prořezávání. Nachází se zde také vyřazené věci jako impregnační vana, nebo prázdné cívky. Efektivnější využití daného prostoru je omezeno sloupem, který se nachází přímo uprostřed místnosti. Detail místnosti je na Obr. 53 a Obr. 54.



Obr. 53: Detail garáže č.3- pohled č.1



Obr. 54: Detail garáže č.3 - pohled č.2

5.2 Návrh optimalizovaného layoutu č. 1

Cíl návrhu

- Přesunout a sloučit impregnaci
- Skladovat vstupní materiál mimo výrobní oblast
- Vytvořit plynulý materiálový tok
- Navázat technologie



Obr. 55: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 1

5.2.1 První patro výroby

První patro je rozděleno na několik částí. Na Obr. 55 jsou místnosti rozděleny a označeny písmeny A–E, kde:

- A. Kancelář
- B. Kontrola + Expedice
- C. Impregnace
- D. Sklad cívek a vstupního materiálu
- E. Hlavní část výroby

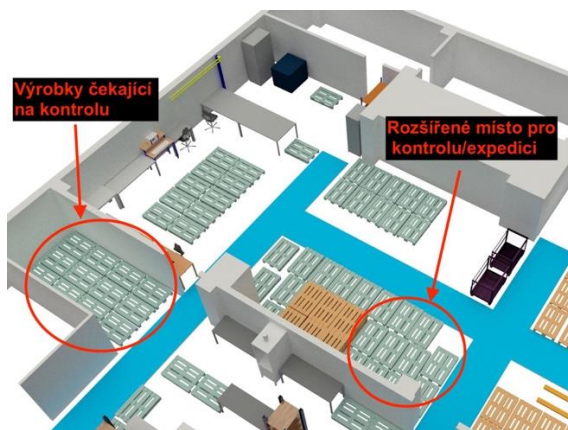
Dále jsou v layoutu rozlišeny palety se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou. Rozpracovaná výroba je označena zelenou barvou a vstupní materiál je označen hnědou barvou.

Kancelář

Místo kanceláře je na Obr. 55 označeno písmenem A. Ze strategického hlediska by zůstalo na stejném místě jako v layoutu současného stavu dispozičního řešení, neboť sousedí s kontrolou a expedicí.

Kontrola a expedice

Na Obr. 55 je pod písmenem B označen prostor pro kontrolu a expedici. Kontrola by z velké části zůstala na stejném místě jako v současném stavu. Týká se to přístrojů a pracoviště pro kontrolu a expedici. Prostor kontroly by byl rozšířen do hlavní části výroby, kde by díky tomu vzniklo 12 vyhrazených pozic pro palety s hotovými výrobky, které čekají na kontrolu. Tyto palety se tím oddělí od palet se vstupním materiálem a díky tomu nebude docházet k přeorganizování palet a zdlouhavému hledání materiálu ke kontrole. Kontrola tak ještě dále využije místo po předchozím umístění pracoviště pro opracování výrobků po impregnaci. Prostor pro kontrolu a expedici se tedy výrazně rozšíří a jasně oddělí od palet se vstupním materiálem. Detail provedených změn i současný stav je zobrazen na Obr. 56 a Obr. 57.



Obr. 56: Pracoviště kontroly a expedice – návrh č. 1

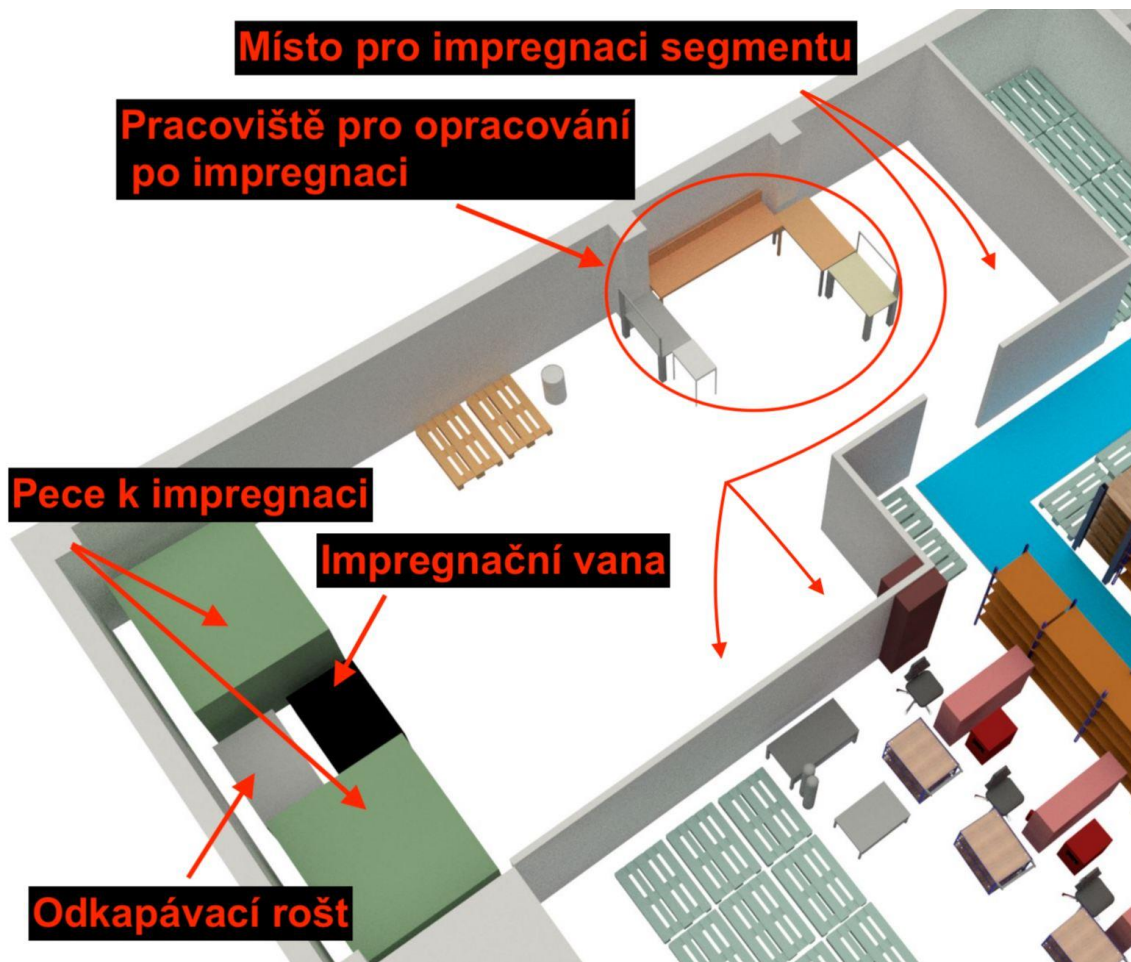


Obr. 57: Pracoviště kontroly a expedice – současný stav pro porovnání s návrhem č.1

Impregnace

Impregnace je znázorněna na Obr. 55. Místnost impregnace by byla celá kompletně přestavěna a přesunuta do hlavní části výroby. Zároveň by se spojila s impregnací pro segmenty

a pracovištěm pro opracování výrobků po impregnaci. Podle návrhu by zde muselo dojít k menším stavebním úpravám. Jednalo by se o zrušení příček ze staré impregnace a vytvoření nové místnosti pro impregnaci. Zrušením současné místnosti impregnace, která se nachází vedle kontroly a expedice by se vytvořil velký prostor pro sklad vstupního materiálu, který by se už díky tomu nemusel nacházet v hlavní části výroby. Detail přesunutí impregnace je zobrazen na Obr. 58.

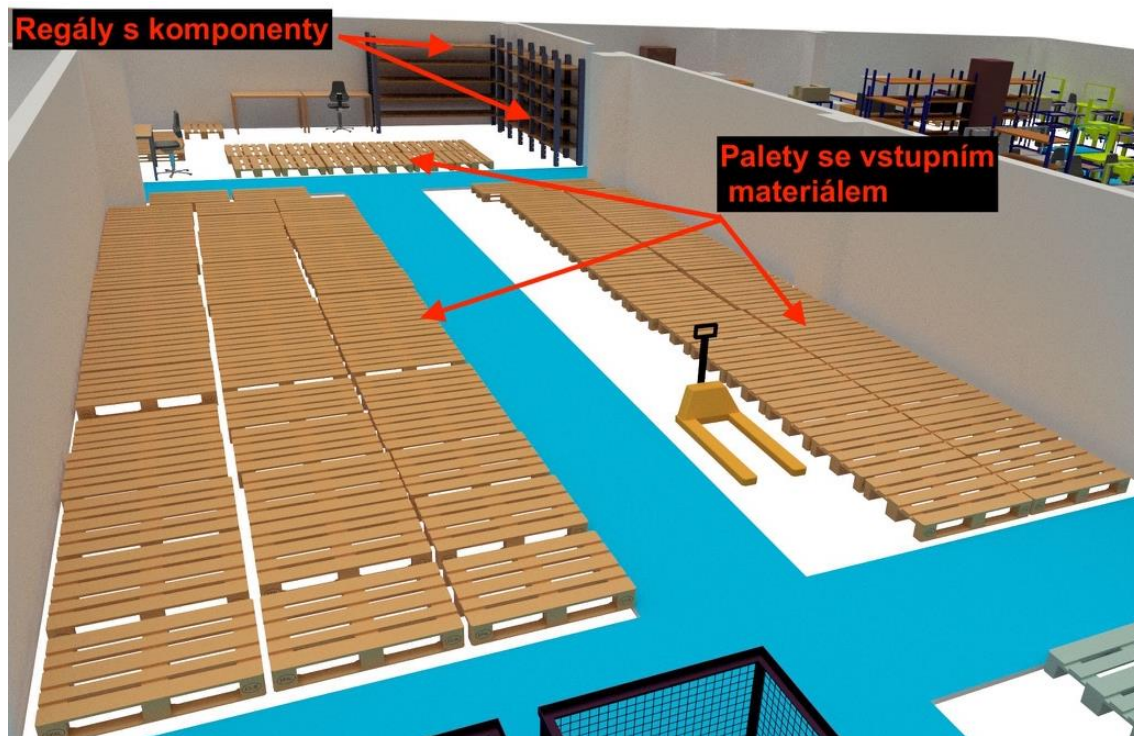


Obr. 58: Impregnace – návrh č. 1

Sklad cívek a vstupního materiálu

Tato část je zobrazena na Obr. 55 pod písmenem D. Přesunutím impregnace by vznikla velká volná plocha, která by byla využita pro uložení vstupního materiálu a zároveň zvětšení skladu. Prostor bude dostatečně velký a přehledný pro manipulaci s materiálem. Nově přijatý materiál by se nemusel rozvážet a byl by uložen ihned do skladu, který by teď měl pozici vedle výtahu, kterým se veškerý materiál do výroby dostává. Detail pracoviště je na Obr. 59. Porovnání

s využitím prostoru v současném stavu je na Obr. 60. Tímto přesunem by se především docílilo oddělení vstupního materiálu z výrobního prostoru, což bylo cílem tohoto návrhu.

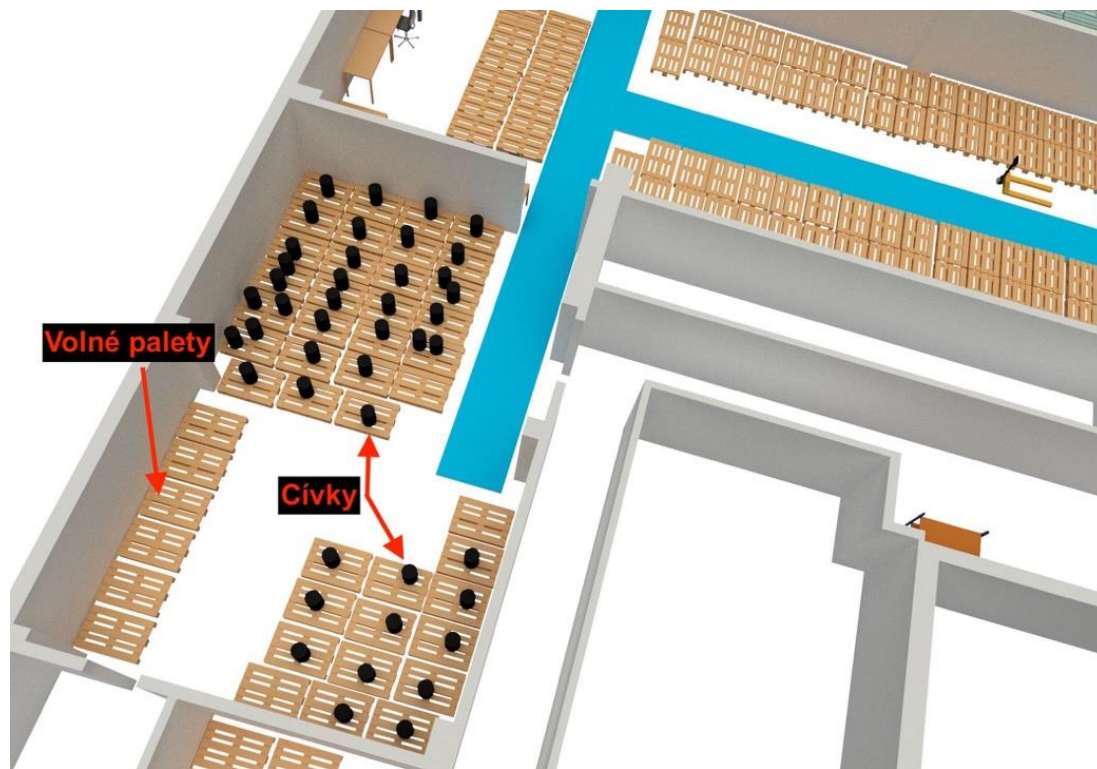


Obr. 59: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 1

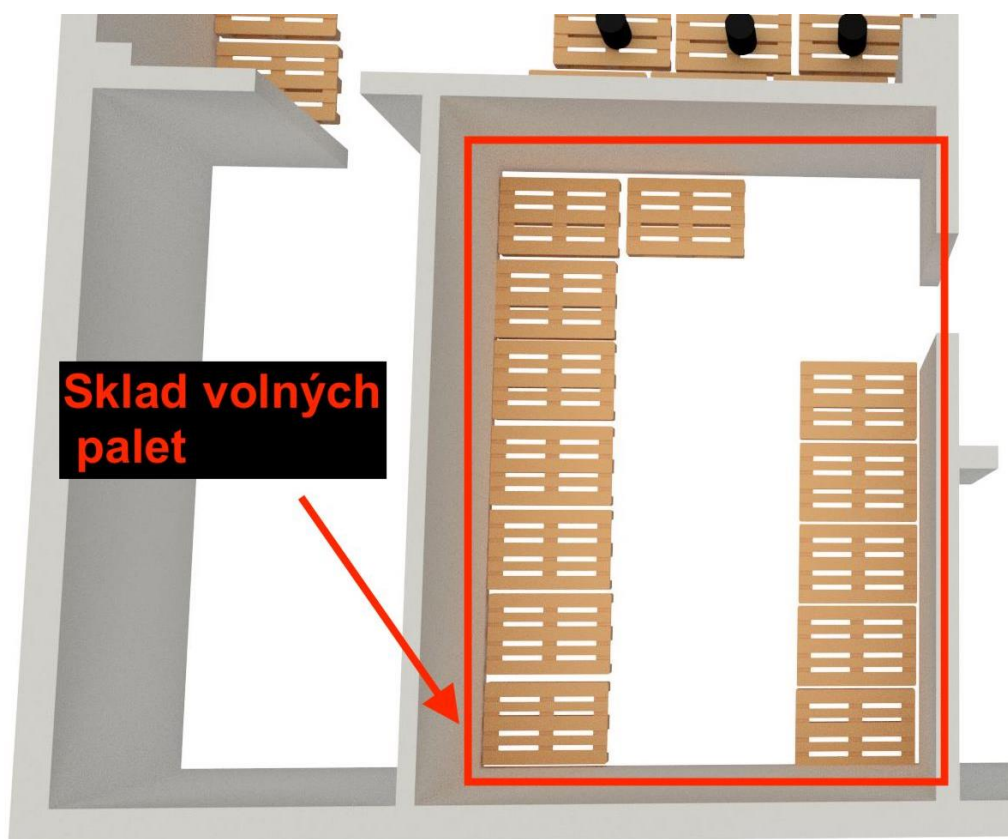


Obr. 60: Využití prostoru v současném stavu pro porovnání návrhu č. 1

Cívky by byly přesunuty do místnosti, kde se v současném stavu nachází malá dílna. Prostor by se mohl využít jak pro cívky, tak i pro volné palety. Ostatní volné palety by byly uskladněny v místnosti, která se uvolnila přesunutím impregnace pro segmenty. Detail nového rozmístění je zobrazen na Obr. 61 a Obr. 62.



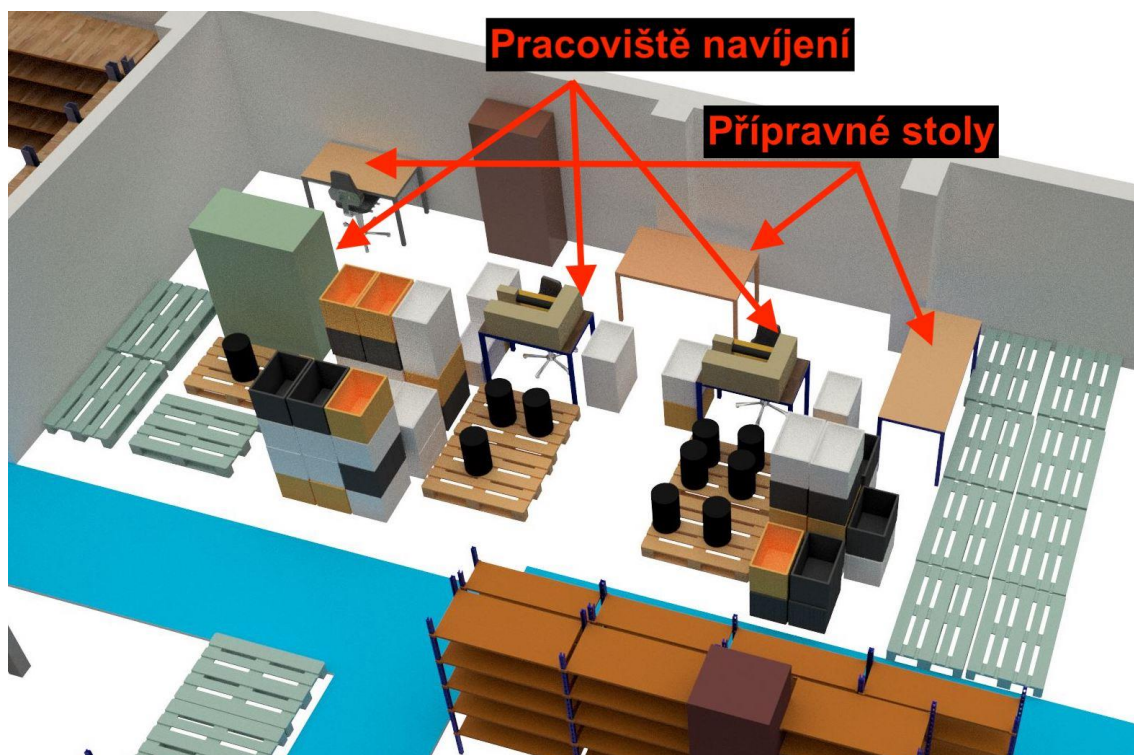
Obr. 61: Sklad cívky na místě bývalé malé dílny – návrh č. 1



Obr. 62: Sklad volných palet – návrh č. 1

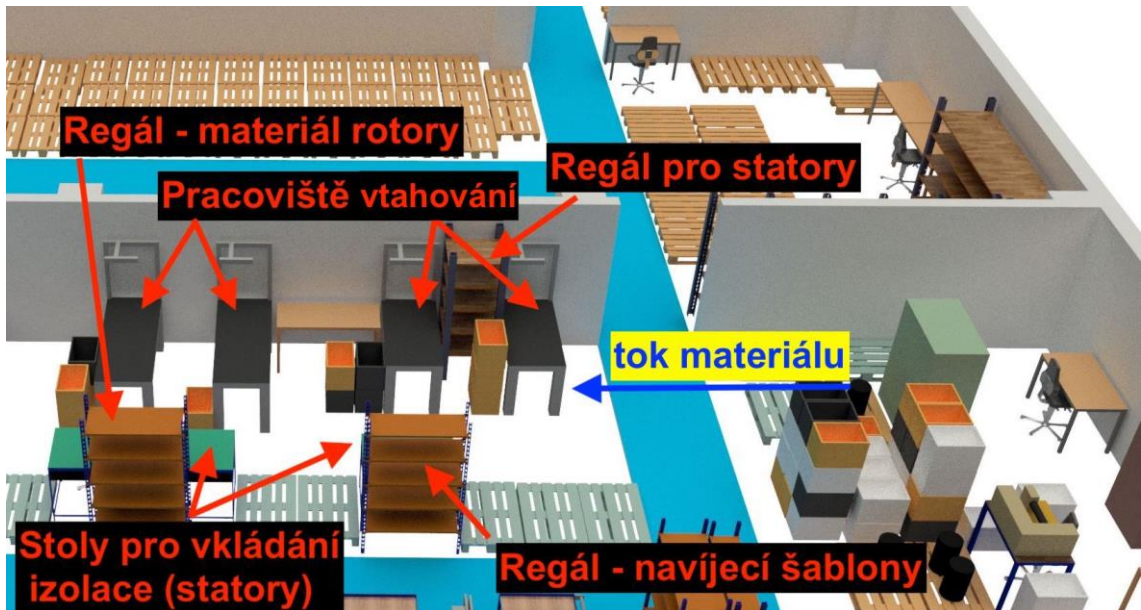
Hlavní část výroby

Hlavní část výroby je na Obr. 55 označena písmenem E. Při vstupu do hlavní části výroby ze skladu vstupního materiálu by se na uvolněné levé straně vytvořilo **pracoviště pro navíjení velkých statorů, statorů a rotorů**. Provedená změna pracoviště je zobrazena na Obr. 63.



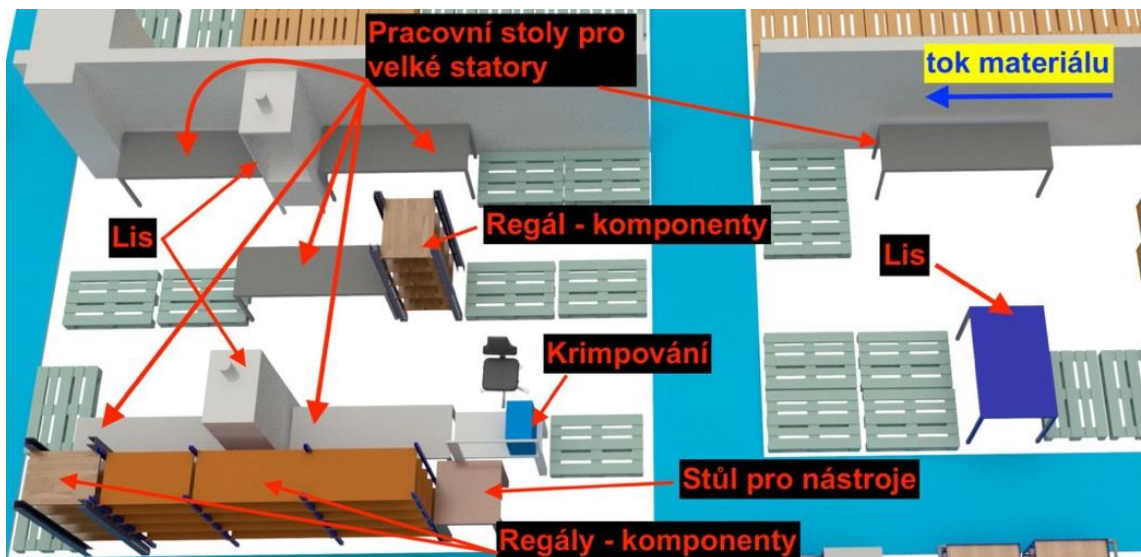
Obr. 63: Pracoviště navíjení – návrh č. 1

Navinuté cívky by tak navazovaly k další operaci, a to ke vtahování nebo k montáži rotorů a statorů. **Pracoviště vtahování** by si zachovalo své uspořádání, pouze by se posunulo blíže k pracovišti navíjení. Detail je zobrazen na Obr. 64.



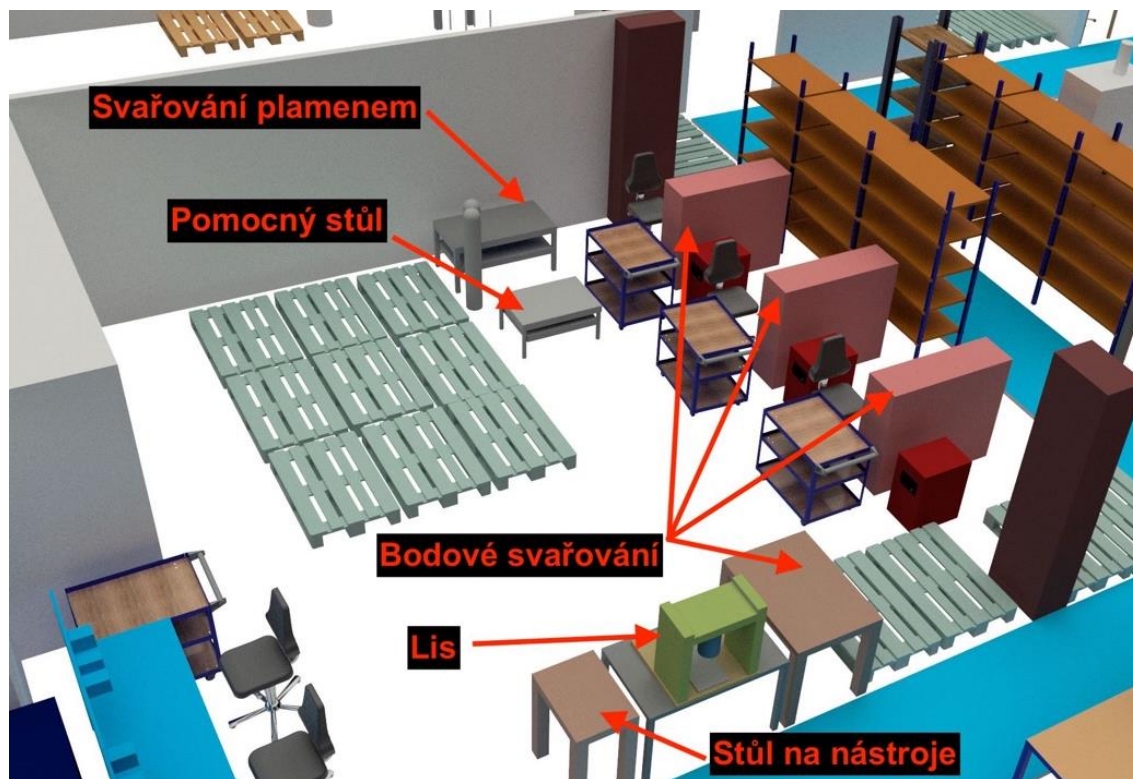
Obr. 64: Pracoviště vtahování – návrh č. 1

Vedle pracoviště navíjení by byla **montáž velkých statorů** a materiálový tok by plynule navazoval na další operaci. Z pracoviště by se odebrala bodová svářečka a umístila by se na jedno místo k ostatním svářečkám z prvního patra. V místě by se tak pohybovali pouze pracovníci, kteří pracují na velkých statorech a na pracoviště by nevstupovali ostatní zaměstnanci. Detail předělaného pracoviště je na Obr. 65.



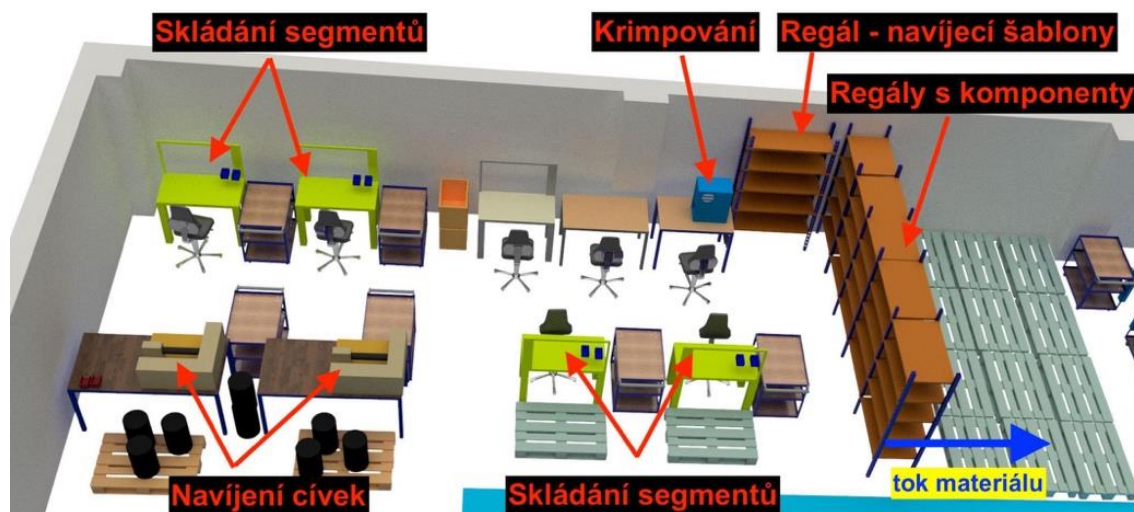
Obr. 65: Montáž velkých statorů – návrh č. 1

Přes uličku od pracoviště montáže velkých statorů navazuje vytvořené **pracoviště svařování**. Na jednom místě by se nacházely všechny svářečky z prvního patra, které by se tak mohly efektivněji využívat. Detail pracoviště je na Obr. 66 .

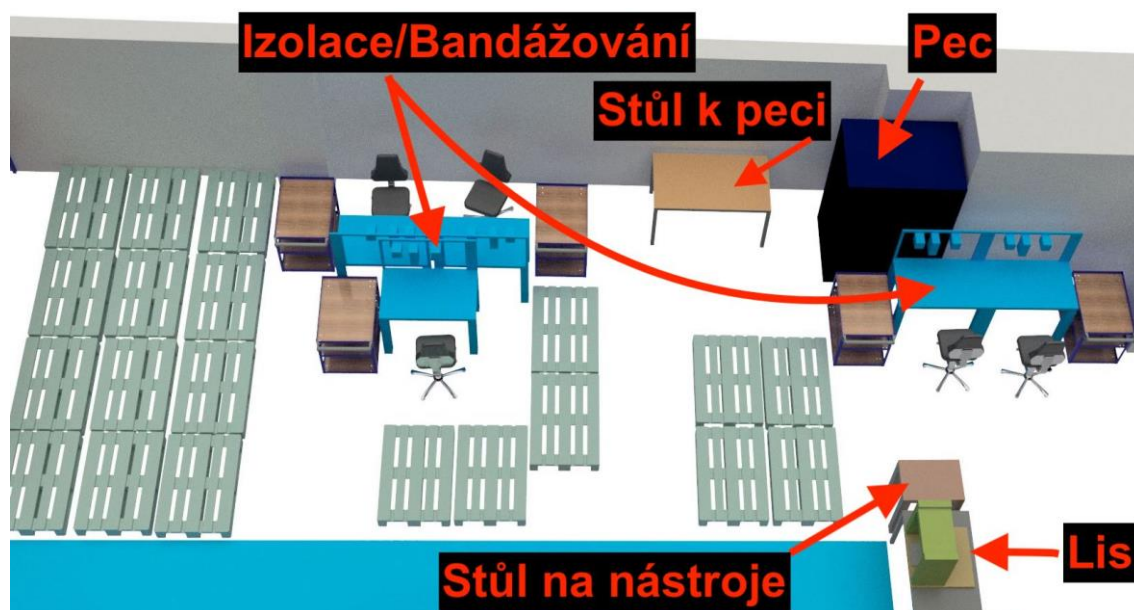


Obr. 66: Pracoviště svařování – návrh č. 1

Všechna dosavadní pracoviště, která se podílí na **výrobě segmentů**, by byla v návrhu přesunuta na jedno místo. Detail přeskldávaného pracoviště je na Obr. 67 a Obr. 68.



Obr. 67: Pracoviště navíjení a montáž segmentů – návrh č. 1



Obr. 68: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 1

Posledním pracovištěm je výroba **statorů a rotorů**. V současném stavu se výroba provádí v hlavní části místnosti pro výrobu a v malé dílně. V tomto návrhu by došlo ke zrušení malé dílny a spojení pracovišť na jedno místo uprostřed místnosti. Z omezujících dispozičních důvodů by ale nebyl zachován úplně plynulý materiálový tok, o který v návrhu šlo. Detail pracoviště je na Obr. 69.



Obr. 69: Pracoviště skládání statorů a rotorů – návrh č. 1

5.3 Návrh optimalizovaného layoutu č. 2

Cíl návrhu

- Zachovat umístění impregnace na současném místě
- Oddělit vstupní materiál od rozpracované výroby
- Vytvořit plynulý materiálový tok
- Navázat technologie



Obr. 70: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 2

5.3.1 První patro výroby

První patro je rozděleno na několik částí. Na Obr. 70 jsou místnosti rozděleny a označeny písmeny A–E, kde:

- A. Kancelář
- B. Kontrola + Expedice
- C. Impregnace, C. a Impregnace segmentů
- D. Sklad vstupního materiálu
- E. Hlavní část výroby

Dále jsou v layoutu rozlišeny palety se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou. Rozpracovaná výroba je označena zelenou barvou a vstupní materiál je označen hnědou barvou.

Kancelář

Místo kanceláře je na Obr. 70 označeno písmenem A. Ze strategického hlediska by zůstala na stejném místě jako v layoutu současného stavu dispozičního řešení, neboť sousedí s kontrolou a expedicí.

Kontrola a expedice

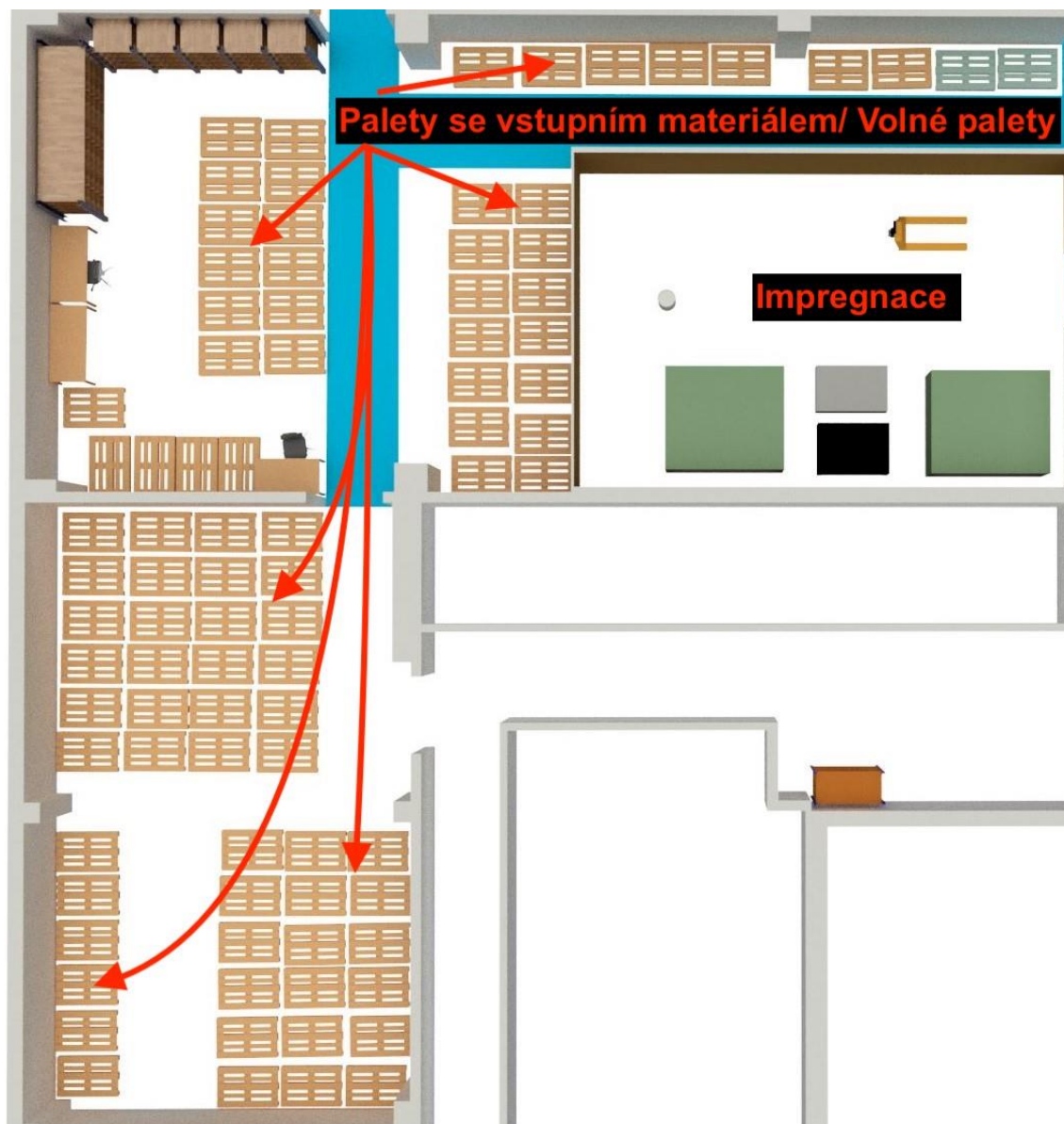
Prostor určený ke kontrole a expedici je na Obr. 70 označen písmenem B. Kontrola z velké části zůstává na stejném místě jako v současném stavu. Týká se to přístrojů a pracoviště pro kontrolu a expedici. Kontrola by v tomto návrhu přišla o paletové pozice čekající na kontrolu.

Impregnace

Místnost pro impregnaci je na Obr. 70 pod písmenem C a písmenem C. a. Taktéž místnosti pro impregnaci a pracoviště pro opracování výrobků po impregnaci by si si zachovaly stejné umístění jako v současném stavu.

Sklad vstupního materiálu

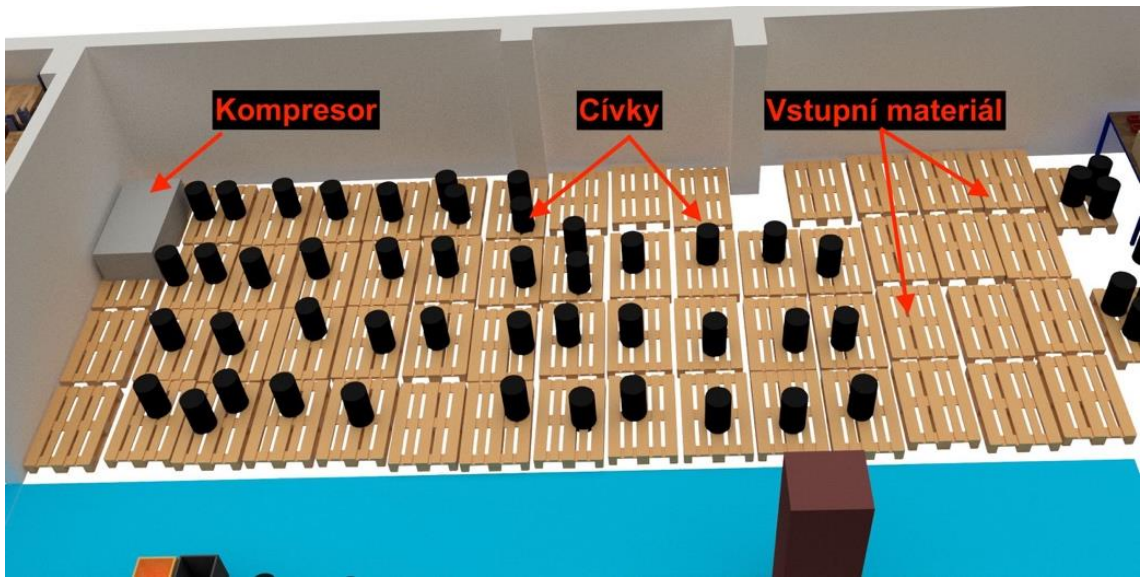
Sklad se na Obr. 70 nachází pod písmenem D. Na rozdíl od současného stavu by se z místnosti malé dílny stal sklad pro vstupní materiál. Další místnost, která by sloužila jako sklad vstupního materiálu, je hned vedle nově popisované místnosti. V porovnání se současným stavem by se zde ale uskladoval pouze vstupní materiál a ne cívky. Detail pracoviště je na Obr. 71.



Obr. 71: Sklad vstupního materiálu a volných palet – návrh č. 2

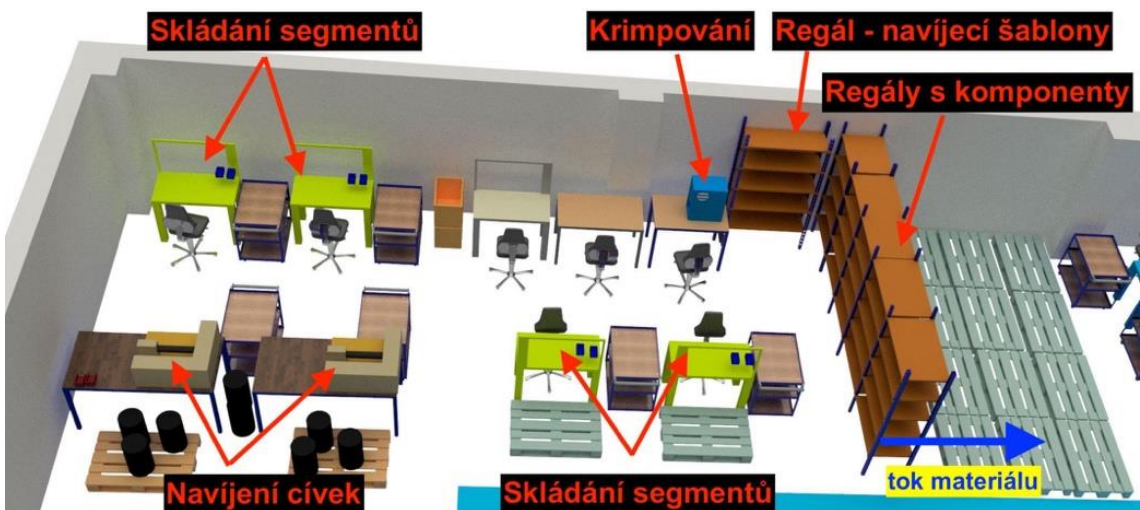
Hlavní část výroby

Hlavní část výroby je na Obr. 70 označena písmenem E. Při vstupu do místnosti ze skladu vstupního materiálu by se na levé straně místnosti nacházely cívky a 15 palet se vstupním materiálem pro segmentové vinutí. Cívky by se tak nemusely dovážet z vedlejší místnosti, jako je tomu v současném stavu. Palety se vstupním materiálem by ale nebyly umístěny zcela mimo výrobu. Detail pracoviště je na Obr. 72.



Obr. 72: Paletové pozice s cívkami a vstupním materiálem – návrh č. 2

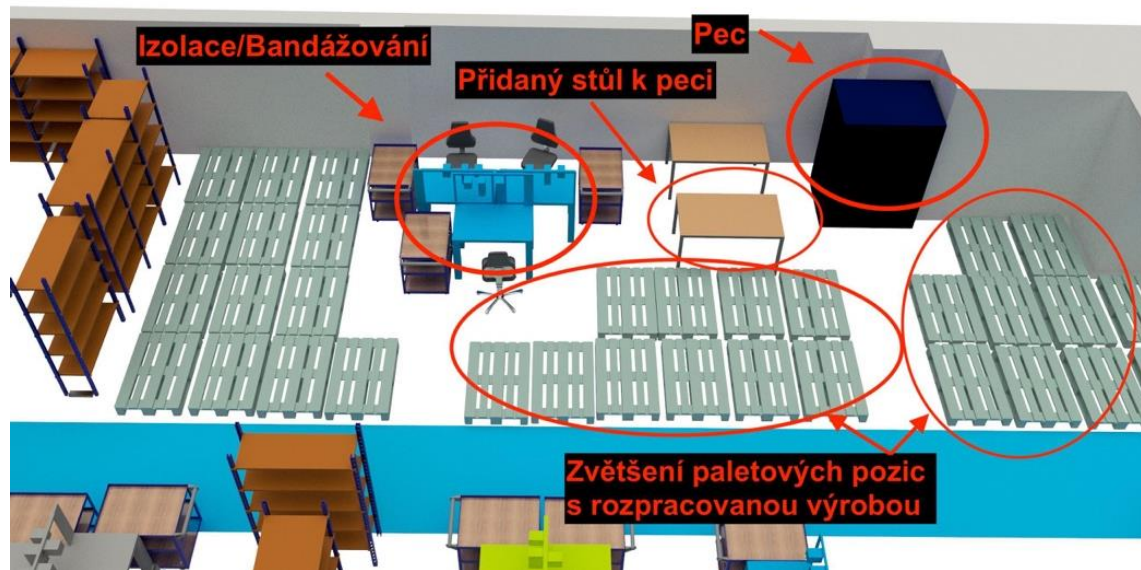
Vedle části uloženého vstupního by začínalo pracoviště pro segmentové vinutí, které by bylo oproti současnému stavu zcela přesunuto na druhou stranu místnosti. Tento přesun pracoviště by byl z důvodu stanovení začátku materiálového toku z jedné části výroby. Po rozdělení materiálového toku po technologiích by došlo k vytvoření sloučeného pracoviště pro výrobu segmentů. Detail přeskádaného pracoviště je na Obr. 73.



Obr. 73: Pracoviště navíjení a skládání segmentů – návrh č. 2

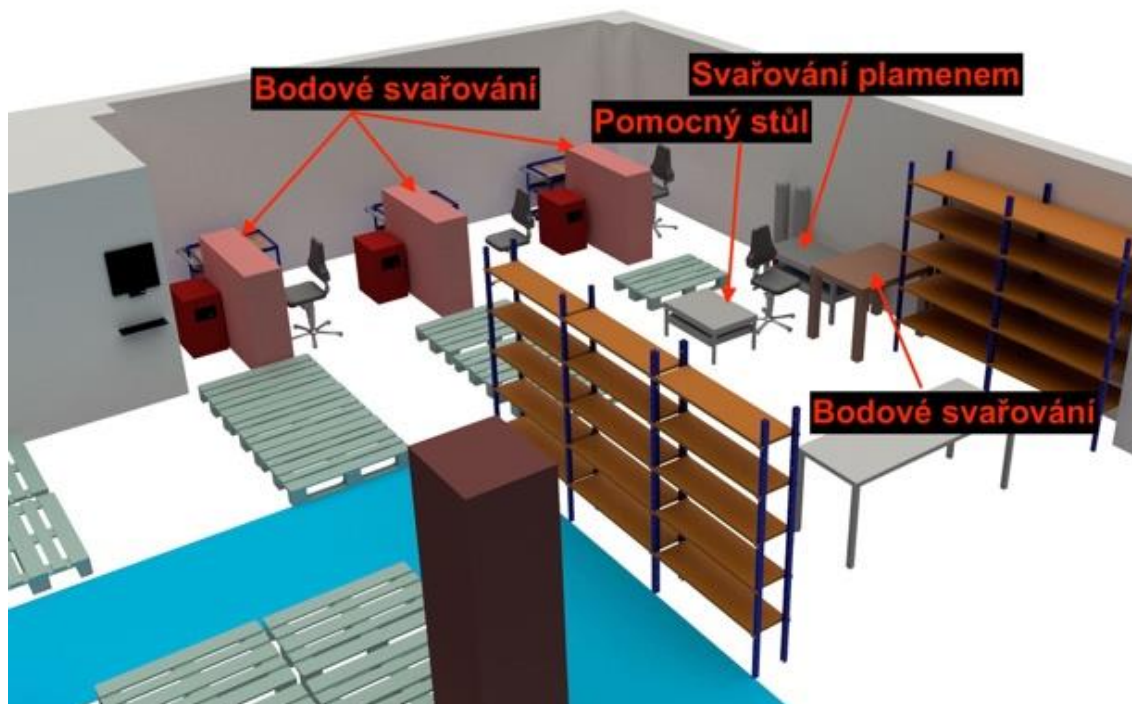
Po operaci navíjení a montáži by následovalo pracoviště pro bandážování a izolaci, které by bylo hned vedle. Následná pec na lisování do skříní, by také byla v místě pracoviště.

V současném stavu je pec umístěna mimo hlavní místnost výroby. Detail pokračujícího pracoviště je na Obr. 74.



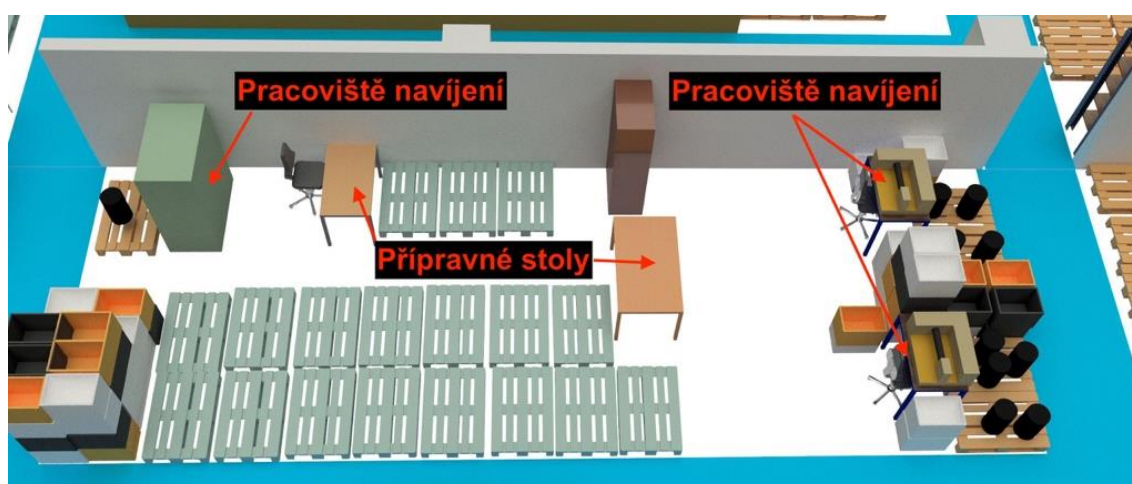
Obr. 74: Obr. 5: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 2

Na konci této stěny, kde by se nacházelo pracoviště pro výrobu segmentů by došlo k umístění sloučeného **pracoviště pro svařování**. Všechna svařování by se nacházela na jednom místě a nedocházelo by k blokacím pracoviště, jako tomu je v současném stavu, kdy se svářečky nachází na různých místech ve výrobě. Detail tohoto pracoviště je na Obr. 75.



Obr. 75: Pracoviště svařování – návrh č. 2

Při vstupu do hlavní části výroby ze skladu vstupního materiálu by se na pravé straně nacházelo **pracoviště navijení** určené pro **velké statory, rotory a statory**. Detail pracoviště je na Obr. 76. Přes uličku by se na stejné stěně nacházelo pracoviště vtahování pro velké statory, které by bylo umístěno na stejném místě jako v současném stavu. Detail pracoviště je na Obr. 77.

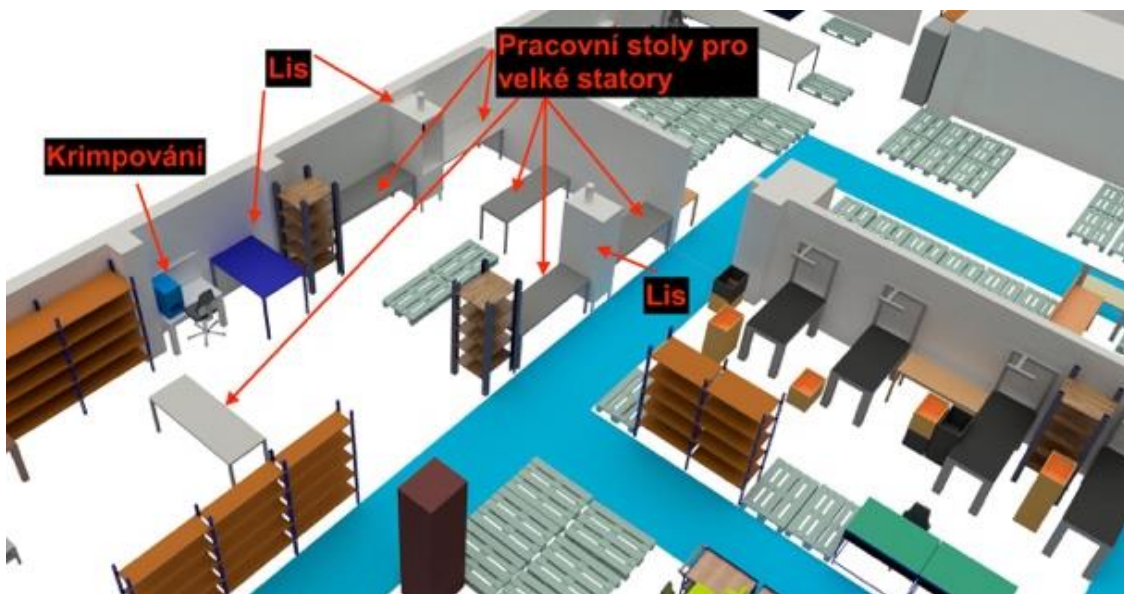


Obr. 76: Pracoviště navijení velkých statorů, rotorů a statorů – návrh č. 2



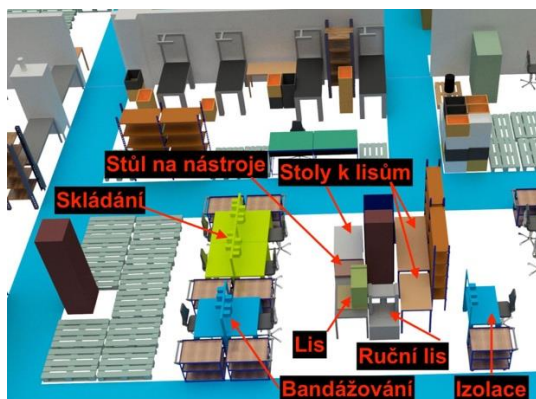
Obr. 77: Pracoviště vtahování – návrh č. 2

Na pracoviště vtahování by přes uličku navazovalo pracoviště pro **montáž velkých statorů**. Z pracoviště by se odebrala bodová svářečka a umístila by se na jedno místo k ostatním svářečkám, jak už bylo v návrhu zmíněno. V prostoru by se tedy pohybovali pouze pracovníci, kteří pracují na výrobě velkých statorů. Detail pracoviště je na Obr. 78.



Obr. 78: Montáž velkých statorů – návrh č. 2

Uprostřed výroby by se nacházelo pracoviště pro **výrobu statorů a rotorů**. V místě by se dále nacházely tři lisy. Oproti současnému stavu by se pracoviště zvětšilo, protože by bylo sloučeno s pracovištěm současné malé dílny. Výroba by tak probíhala na jednom místě. V přiloženém detailu je pracoviště zobrazeno na Obr. 81 a Obr. 80. Je vidět, že by se rozpracovaná výroba odkládala přes uličku jak na jedné, tak na druhé straně pracoviště. Na Obr. 80 je také vidět, že se vstupní materiál nepodařilo oddělit od rozpracované výroby. Zmiňované pracoviště také omezují tři sloupy, které jsou v detailech označeny hnědou barvou.



Obr. 79: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů
pohled č. 1 – návrh č. 2



Obr. 80: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů
pohled č. 2 – návrh č. 2

5.4 Návrh optimalizovaného layoutu č. 3

Cíl návrhu

- Zachovat umístění impregnace na současném místě
- Rozšířit paletové pozice pro kontrolu
- Vytvořit plynulý materiálový tok
- Navázat technologie



Obr. 81: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 3

5.4.1 První patro výroby

První patro je rozděleno na několik částí. Na Obr. 81 jsou místnosti rozděleny a označeny písmeny A–E, kde:

- A. Kancelář
- B. Kontrola + Expedice
- C. Impregnace, C. a Impregnace segmentů
- D. Sklad vstupního materiálu
- E. Hlavní část výroby

Dále jsou v layoutu rozlišeny palety se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou. Rozpracovaná výroba je označena zelenou barvou a vstupní materiál je označen hnědou barvou.

Kancelář

Místo kanceláře je na Obr. 81 označeno písmenem A. Ze strategického hlediska by zůstalo na stejném místě jako v layoutu současného stavu dispozičního řešení, neboť sousedí s kontrolou a expedicí.

Kontrola a expedice

Prostor určený ke kontrole a expedici je na Obr. 81 označen písmenem B. Kontrola by z velké části zůstala na stejném místě jako v současném stavu. Týká se to přístrojů a pracoviště pro kontrolu a expedici. Prostor kontroly by byl rozšířen do hlavní části výroby, kde by díky tomu vzniklo 40 vyhrazených pozic pro palety s hotovými výrobky, které čekají na kontrolu. Tyto palety by se tím oddělily od palet se vstupním materiálem a díky tomu by nedocházelo k jejich zbytečnému přemísťování a zdlouhavému hledání materiálu ke kontrole. Detail pracoviště je na Obr. 82. Na Obr. 83 je zobrazen současný stav paletových pozic sloužící pro porovnání s návrhem č. 3.



Obr. 82: Kontrola – návrh č. 3



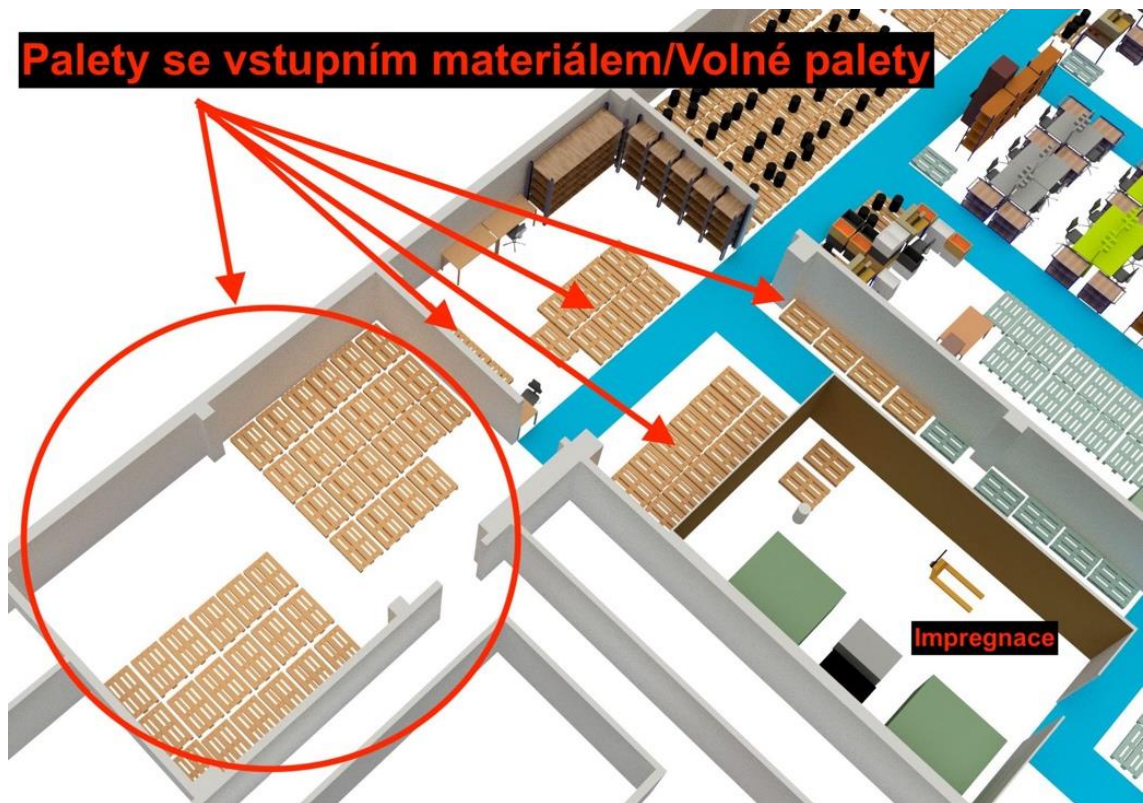
Obr. 83: Porovnání současného stavu kontroly s návrhem č. 3

Impregnace

Místnosti pro impregnace jsou na Obr. 81 pod písmeny C a C. a. impregnace segmentů písmenem C. a. Místnosti pro impregnace a pracoviště pro opracování výrobků by si zachovaly stejné umístění jako v současném stavu.

Sklad vstupního materiálu

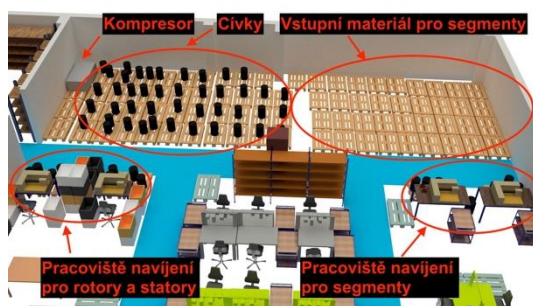
Sklad se na Obr. 81 nachází pod písmenem D. Z původního skladu cívek by se stal sklad pouze pro vstupní materiál a volné palety. Cívky by se přesunuly do hlavní části výroby, která je na Obr. 81 označena písmenem E. Tímto by došlo ke zrušení malé dílny. Uskladněný materiál by sloužil pro velké statory, statory a rotory. Detail pracoviště je na Obr. 84.



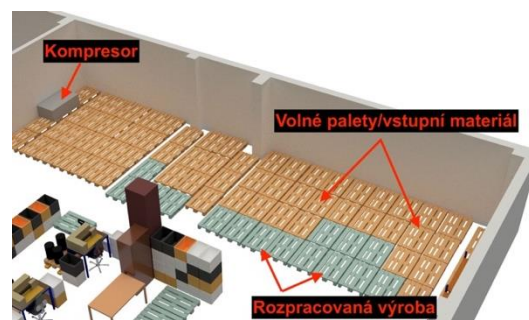
Obr. 84: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 3

Hlavní část výroby

Hlavní část výroby je na Obr. 81 označena písmenem E. Po vstupu do místnosti ze skladu vstupního materiálu by se na levé straně oddělily paletové pozice s rozpracovanou výrobou. V současném stavu se na tomto místě nachází dohromady palety se vstupním materiálem i s rozpracovanou výrobou. Paletové pozice by teď obnášely z poloviny vstupní materiál pro výrobu segmentů a z poloviny by bylo místo pokryto cívkami k navíjení. Detail návrhu je na Obr. 85 a na Obr. 86 je zobrazeno využití prostoru v současném stavu.

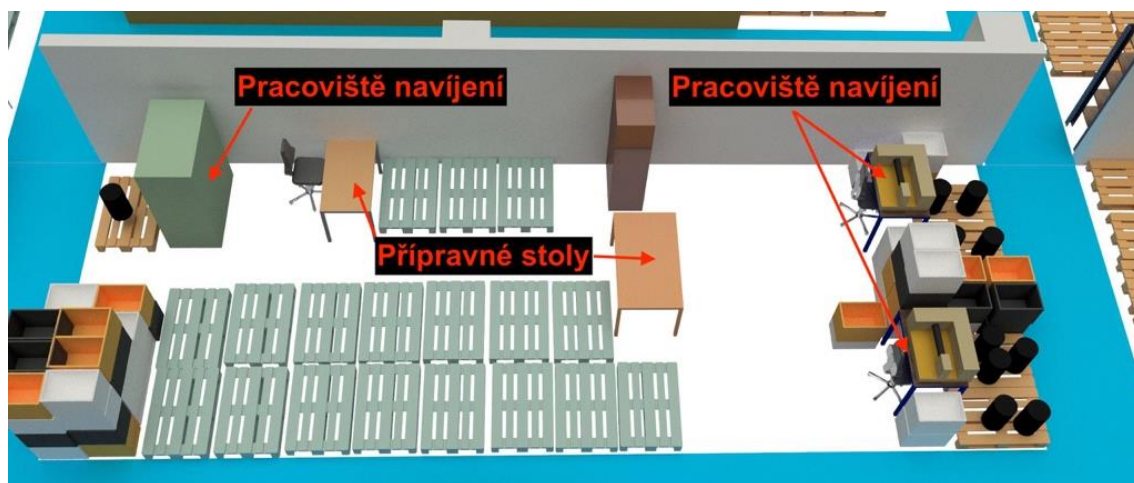


Obr. 85: Vstupní materiál pro segmenty a sklad cívek – návrh č. 3

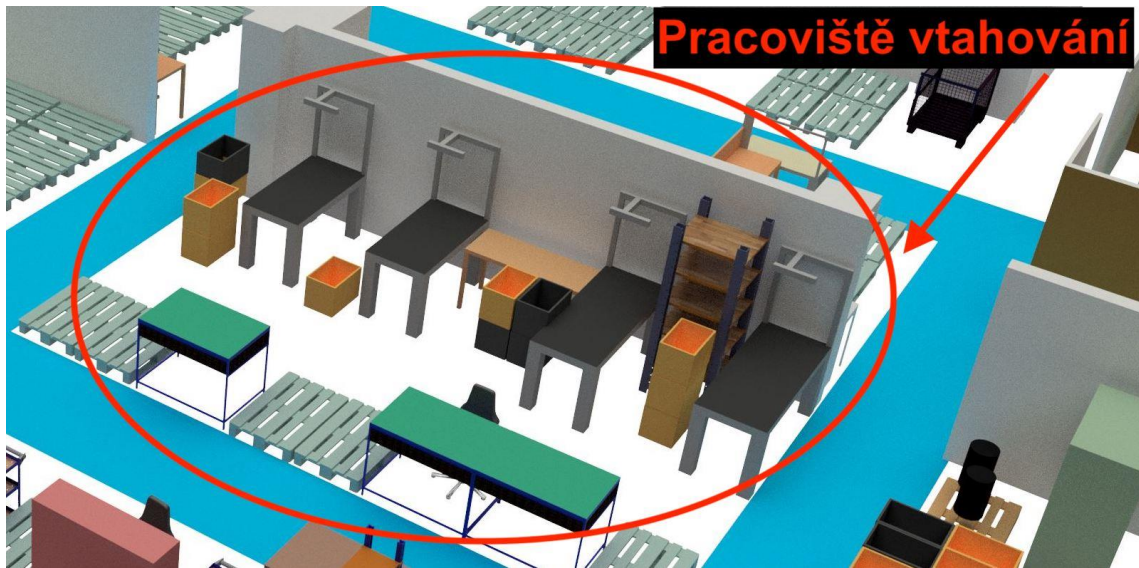


Obr. 86: Porovnání uspořádání místa ze současného stavu s návrhem č. 3

Při vstupu do hlavní části výroby ze skladu vstupního materiálu by se na pravé straně nacházelo **pracoviště navíjení**. Pracoviště by bylo určené pro navíjení velkých statorů, rotorů a statorů. Detail pracoviště je na Obr. 87. Přes uličku na stejné stěně by se nacházelo pracoviště vtahování pro velké statory, které by bylo umístěno na stejném místě jako v současném stavu.

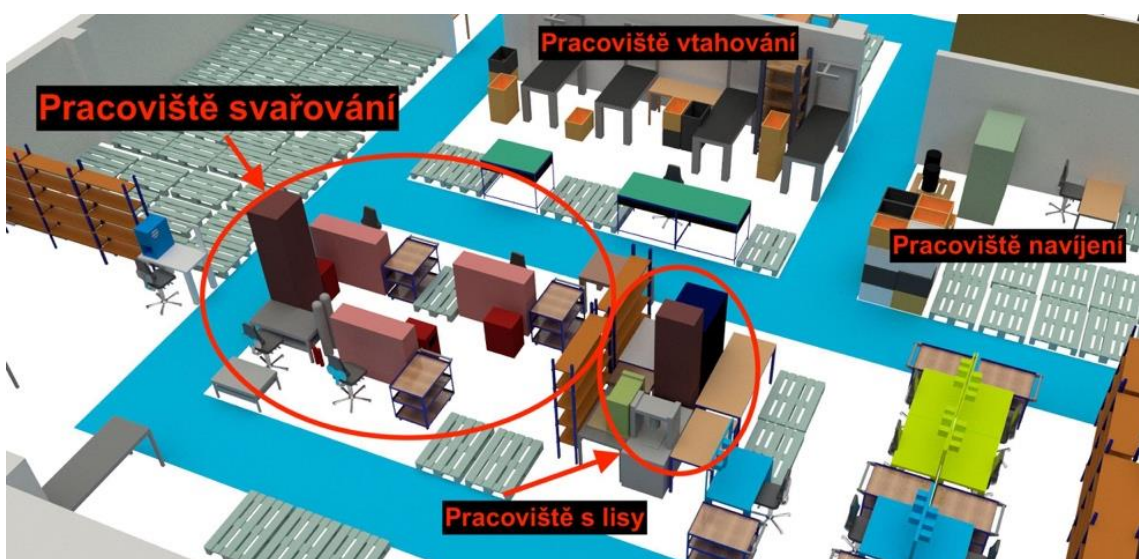


Obr. 87: Pracoviště navíjení velkých statorů, rotorů a statorů – návrh č. 3

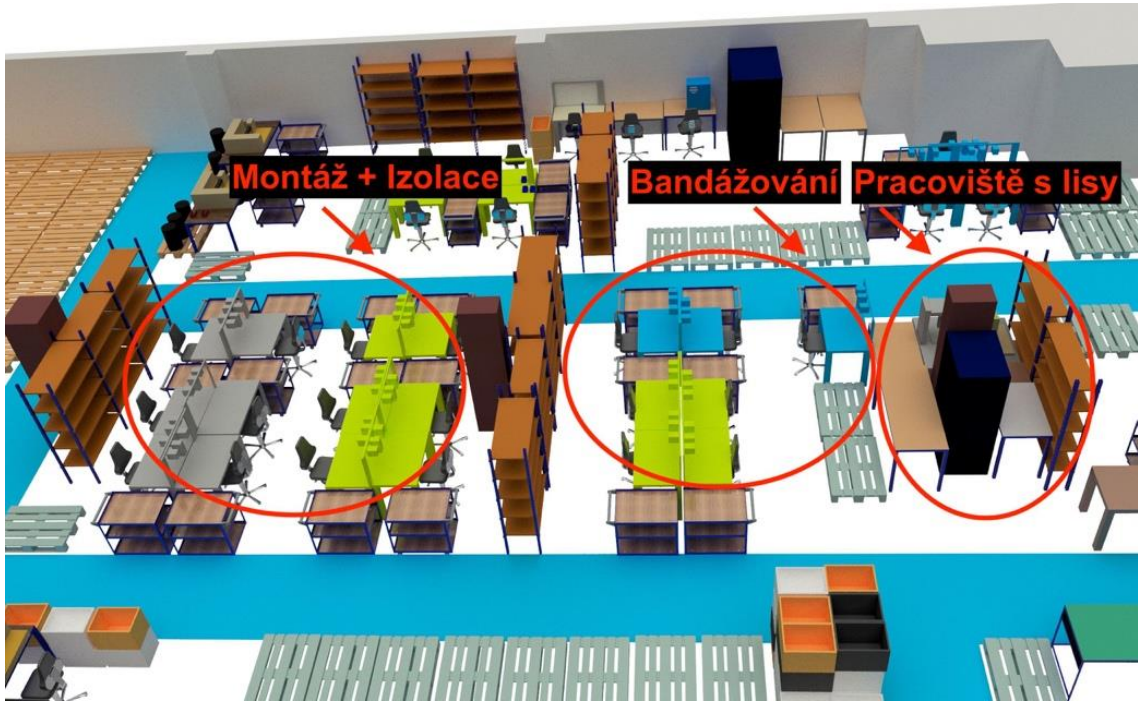


Obr. 88: Pracoviště vtahování – návrh č. 3

Uprostřed výroby by se nacházelo pracoviště pro výrobu **statorů** a **rotorů**, na které by navazovalo **pracoviště svařování**, které bylo sjednoceno na jedno místo. Nedošlo by k blokacím pracoviště, jako tomu bylo v současném stavu, když se svářečky pohybovaly na několika různých místech. V místě by se nacházely také tři lisy. Detail pracoviště je na Obr. 89. Oproti současnému stavu se pracoviště pro výrobu rotorů a statorů zvětšilo, protože se sloučilo s malou dílnou. V přiloženém detailu je pracoviště zobrazeno na Obr. 90. Lze vidět, že by se rozpracovaná výroba odkládala přes uličku u pracoviště navíjení. Pracoviště omezují 3 sloupy, které jsou v detailech označeny hnědou barvou.

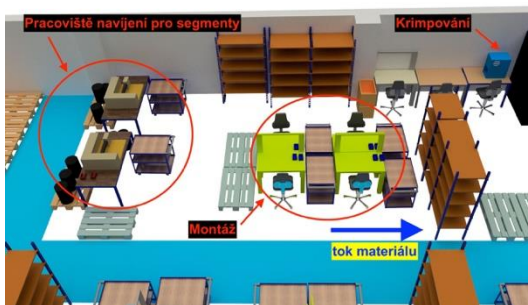


Obr. 89: Pracoviště svařování – návrh č. 3

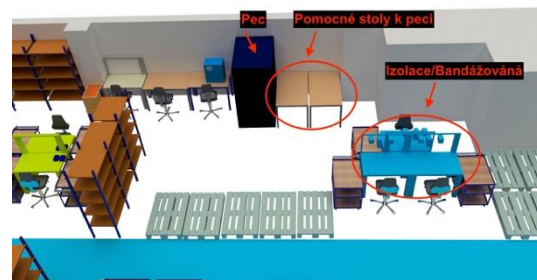


Obr. 90: Pracoviště pro segmenty – návrh č. 3

Pracoviště pro **navíjení segmentů** by se přesunulo na stejnou úroveň jako navíjení pro rotory a statory. Pracoviště bylo přesunuto na opačnou stranu místnosti, protože byl zvolený materiálový tok z jedné části výroby. V současném stavu začíná výroba na různých místech. V návrhu došlo k přiblížení pracoviště pro izolaci a bandážování a do místa pracoviště byla umístěna i pec, která je v současném stavu mimo hlavní část výroby. Detail pracoviště je na Obr. 91 a Obr. 92.



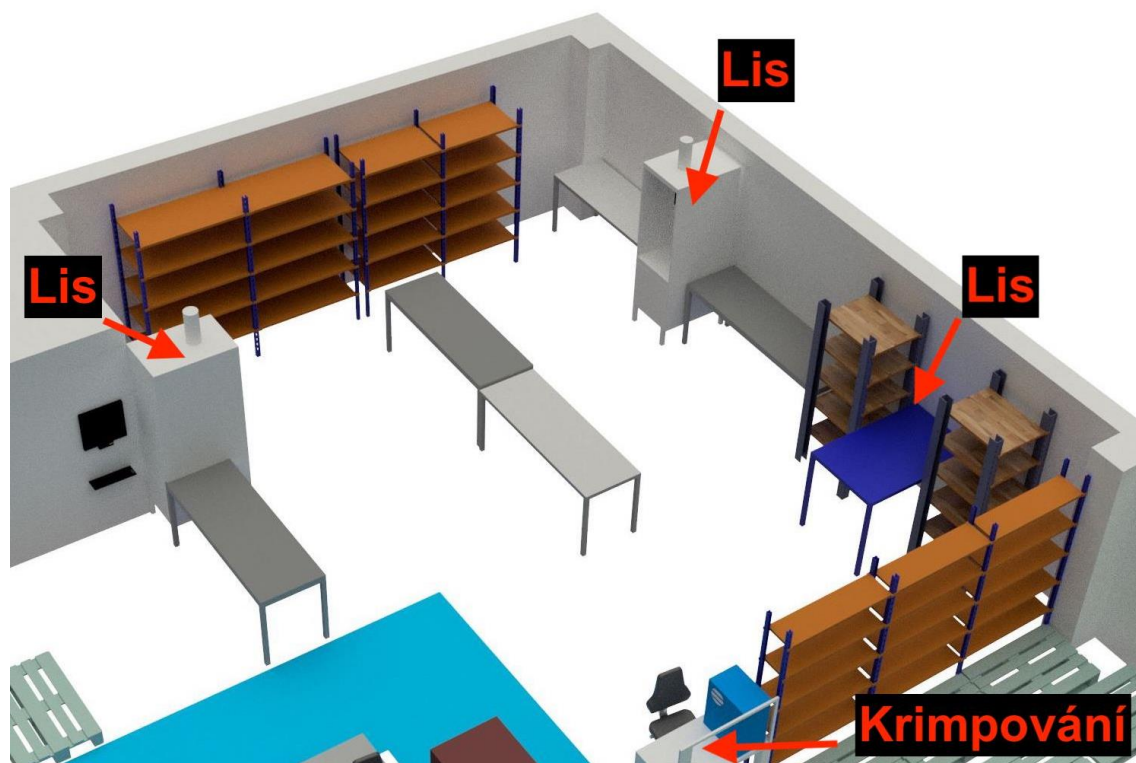
Obr. 91: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 3



Obr. 92: Pracoviště pro výrobu segmentů druhá část – návrh č. 3

Posledním pracovištěm by se v horní části místnosti nacházelo pracoviště k **montáži velkých statorů**. Z pracoviště by zmizela bodová svářečka, který by měla místo pouze přes uličku,

kde by se nacházely všechny svářečky z prvního patra. V místě by se pohybovali pouze pracovníci velkých statorů. Detail pracoviště je na Obr. 93.



Obr. 93: Pracoviště velkých statorů – návrh č. 3

5.5 Návrh optimalizovaného layoutu č.4

Cíl návrhu

- Přesunout pouze impregnaci pro segmenty
- Vytvořit plynulý materiálový tok
- Navázat technologie



Obr. 94: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 4

5.5.1 První patro výroby

První patro je rozděleno na několik částí. Na Obr. 94 jsou místnosti rozděleny a označeny písmeny A–E, kde:

- A. Kancelář
- B. Kontrola + Expedice
- C. Impregnace, C. a Impregnace segmentů
- D. Sklad vstupního materiálu
- E. Hlavní část výroby

Dále jsou v layoutu rozlišeny palety se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou. Rozpracovaná výroba je označena zelenou barvou a vstupní materiál je označen hnědou barvou.

Kancelář

Místo kanceláře je na Obr. 94 označeno písmenem A. Ze strategického hlediska by zůstala na stejném místě jako v layoutu současného stavu dispozičního řešení, neboť sousedí s kontrolou a expedicí.

Kontrola a expedice

Kontrola je na Obr. 94 označena písmenem B. Kontrola by z velké části zůstala na stejném místě jako v současném stavu. Týká se to přístrojů a pracoviště pro kontrolu a expedici. Prostor kontroly by byl rozšířen do hlavní části výroby, kde by díky tomu vzniklo vyhrazené místo pro palety, s hotovými výrobky, které čekají na kontrolu. Tyto palety se tím oddělí od palet se vstupním materiálem a díky tomu nebude docházet k přeorganizování palet a zdlouhavému hledání materiálu ke kontrole jako je tomu v současném stavu. Detail pracoviště je na Obr. 95.



Obr. 95: Paletové pozice pro kontrolu – návrh č. 4

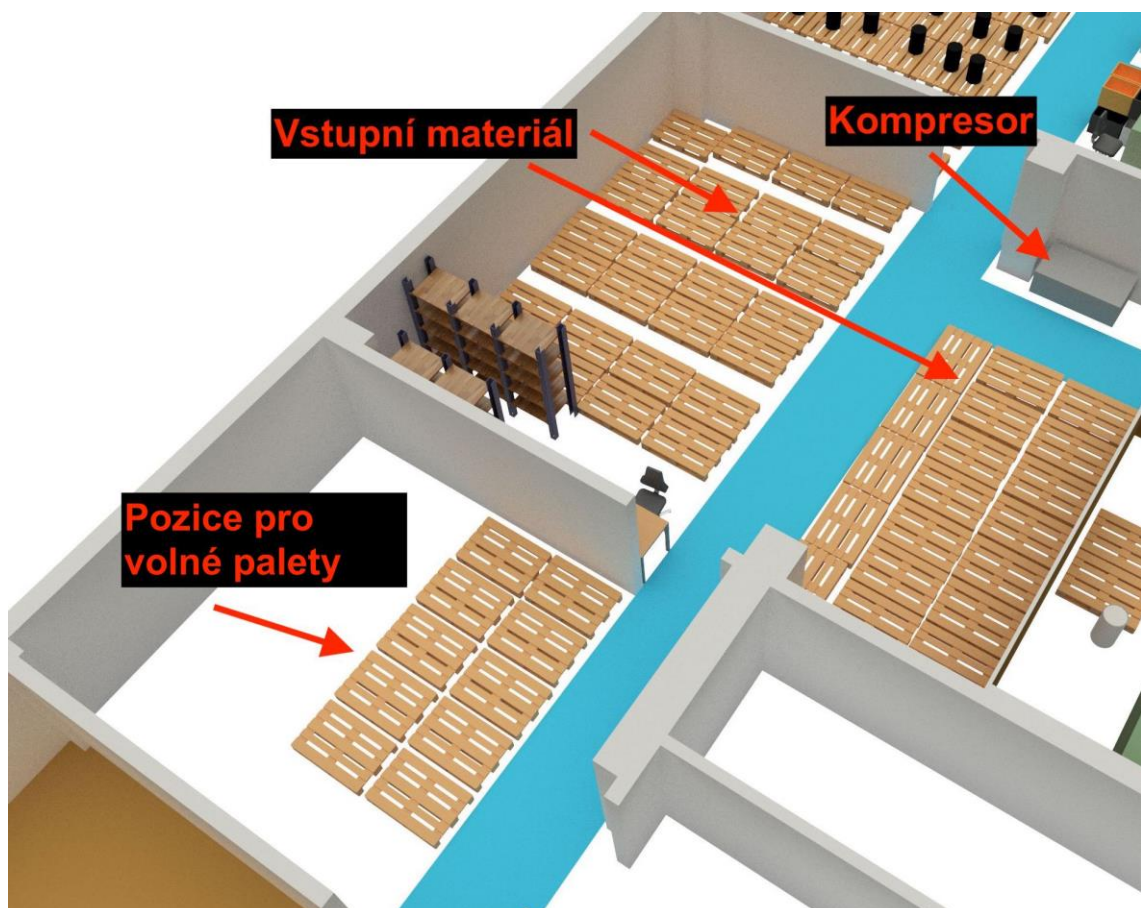
Impregnace

Místnost impregnace, která se využívá pro velké statory, rotory a statory by zůstala na svém místě jako v současném stavu. Místnost je na Obr. 94 zaznačena pod písmenem C. V návrhu by ale došlo k přesunutí impregnace pro segmenty, která by se přesunula do poloviny

místnosti bývalé malé dílny a na Obr. 94 je zobrazena pod písmenem C. a. Muselo by zde dojít k menší stavební úpravě, aby byla místnost oddělena od paletových pozic se vstupním materiálem. Místnost pro impregnaci segmentů by se tak značně zvětšila a byla by o něco blíže ke kontrole a hlavní části výroby.

Sklad vstupního materiálu

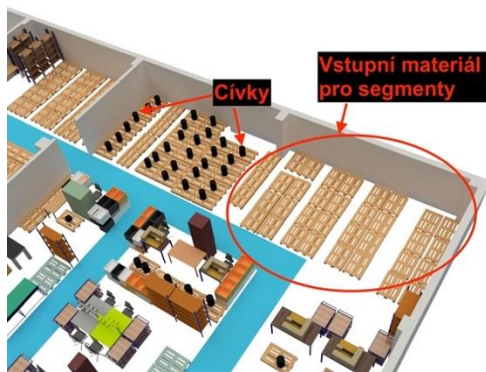
Sklad se na Obr. 94 nachází pod písmenem D. V porovnání se současným stavem by došlo k výměně paletových pozic se vstupním materiálem a s cívkami, které byly v návrhu přesunuty do hlavní části výroby. Jak lze v detailu na Obr. 96 vidět, vytvořil se také větší prostor mezi paletami, aby byl vstupní materiál lépe dostupný. Částečný sklad by se dále rozšířil do poloviny místnosti, kde je v současném stavu malá dílna a místnost by tak mohla sloužit pro uchování volných palet. Druhá polovina místnosti by sloužila už ke zmiňované impregnaci pro segmenty.



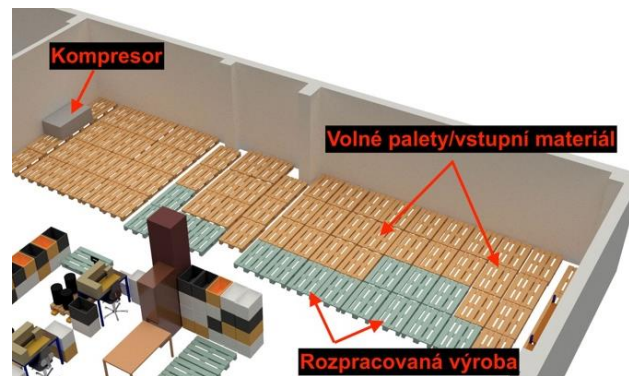
Obr. 96: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 4

Hlavní část výroby

Výroba je na Obr. 94 označena písmenem E. Při vstupu do místnosti ze skladu vstupního materiálu by se na levé straně po celé délce stěny nacházely z poloviny umístěné cívky a z poloviny vstupní materiál pro výrobu segmentů. V porovnání se současným stavem by byl prostor mezi paletami dostupnější a palety by byly odděleny od rozpracované výroby. Detail je zobrazen na Obr. 97 a na Obr. 98 je ukázka současného řešení.



Obr. 97: Cívky a vstupní materiál pro segmenty – návrh č. 4



Obr. 98: Porovnání návrhu č. 4 se současným stavem

Při vstupu do hlavní části výroby ze skladu vstupního materiálu by se na pravé straně vytvořilo pracoviště pro **navíjení velkých statorů**. Dále by navazovalo pracoviště vtahování, které by si zachovalo stejné rozložení jako v současném stavu a bylo by pouze přesunuto. Detail pracoviště je na Obr. 99.



Obr. 99: Pracoviště navíjení a vtahování pro velké statory – návrh č. 4

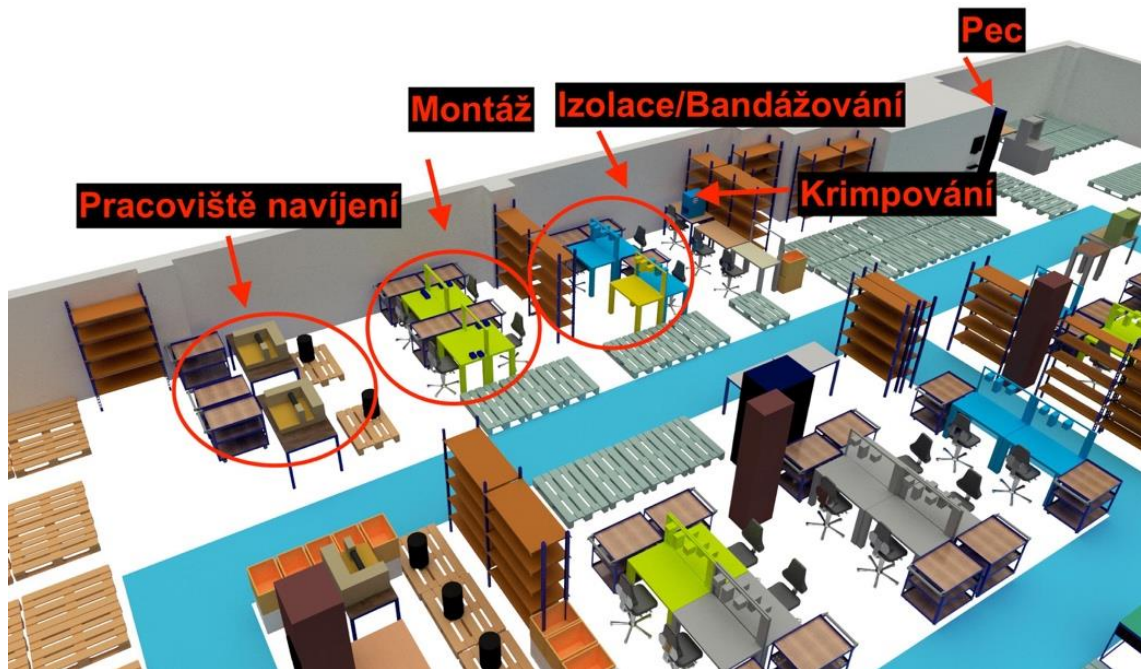
Uprostřed místnosti by se přes uličku od pracoviště pro velké statory nacházelo **navíjení pro statory a rotory**, na které by navazovala montáž s izolací. Pracoviště by se rozšířilo, protože

by došlo ke sloučení s pracovištěm z malé dílny a výroba by se tak nacházela na jednom místě. Detail pracoviště je na Obr. 100.



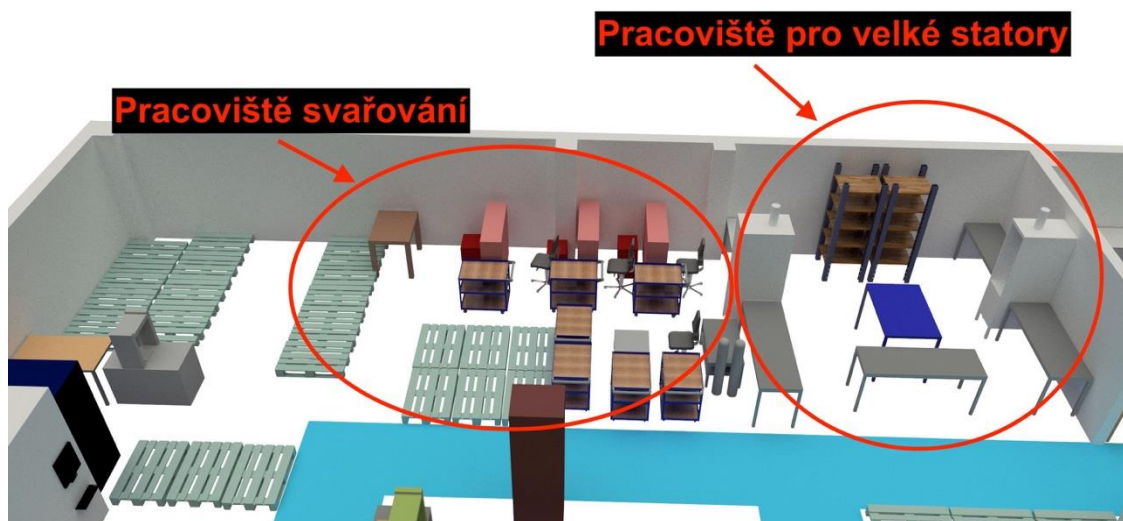
Obr. 100: Pracoviště pro rotory a statory – návrh č. 4

V poslední části by se nacházelo **pracoviště pro segmenty**. Navíjení by začínalo ve stejné části jako navíjení pro velké statory, statory a rotory. Pracoviště by bylo přesunuto na opačnou stranu místnosti, protože by byl zvolený odlišný materiálový tok, než tomu bylo v současném stavu. V návrhu by došlo k přiblížení pracoviště pro izolaci a bandážování. Také by se pouze přes uličku nacházela pec pro segmenty, která je v současném stavu mimo hlavní část pracoviště. Detail pracoviště je na Obr. 101.



Obr. 101: Pracoviště pro segmenty – návrh č. 4

Na konci pracoviště pro segmenty by se nacházelo **pracoviště svařování** a **pracoviště pro velké statory**. Pracoviště svařování by bylo sjednoceno na jedno místo ve výrobě. Nedošlo by k blokacím pracoviště, jak tomu je v současném stavu, když jsou svářečky umístěny na několika různých místech. Z pracoviště pro montáž velkých satorů by se odebrala bodová svářečka a umístila by se na jedno místo s ostatními svářečkami. V místě velkých satorů se tak budou nacházet pouze pracovníci velkých satorů. Detail pracovišť je na Obr. 102.



Obr. 102: Pracoviště svařování a velkých satorů – návrh č. 4

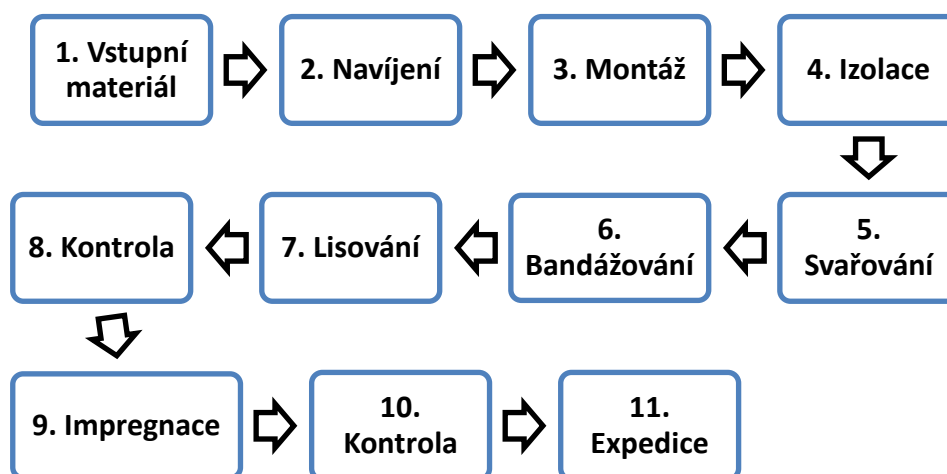
5.5.2 Materiálový tok

Materiálový tok – segmenty

Tok materiálu pro výrobu segmentů se skládá z jedenácti kroků a je zobrazen na Obr. 103. Délka toku je 220 metrů. Z analýzy vyplývá, že kroky jedna až pět na sebe plynule navazují. Návrh zlepšil plynulost toků ale i přes to je potřeba se mezi stanovištěm 5 až 7 vracet.



Obr. 103: Schéma materiálového toku návrhu č. 4 – segmenty



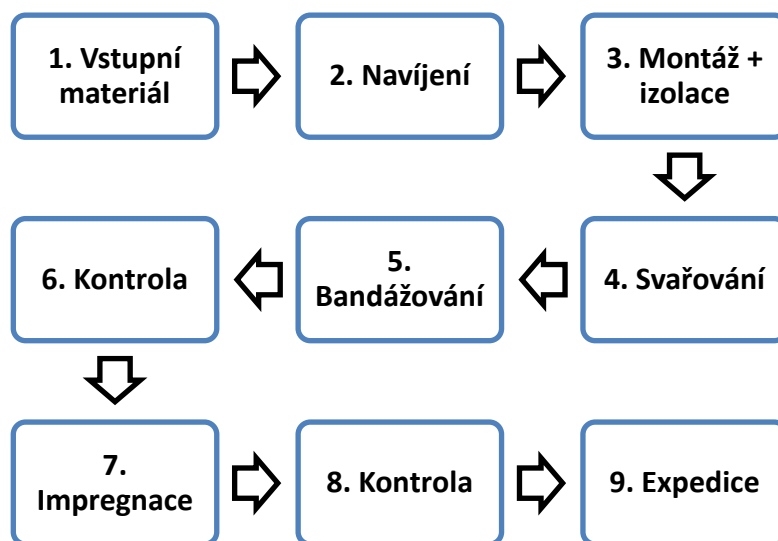
Obr. 104: Materiálový tok segmenty

Materiálový tok – rotory a statory

Tok materiálu pro výrobu statorů a rotorů se skládá z devíti kroků a je zobrazen na Obr. 105. Délka toku je 114 metrů. V optimalizaci došlo k sloučení pracovišť pro statory a rotory, které se doposud nacházely na dvou různých místech výroby. Z analýzy vyplývá, že kroky jsou plynule a navazují na sebe.



Obr. 105: Schéma materiálového toku – návrhu č. 4 - rotory a statory



Obr. 106: Materiálový tok – rotory a statory

Materiálový tok – velké statory

Tok materiálu pro výrobu velkých statorů se skládá z deseti kroků a je zobrazen na Obr. 107. Délka toku je 127 metrů. Z analýzy vyplývá, že materiálový tok na sebe plynule navazuje. V optimalizovaném návrhu došlo k větší vzdálenosti mezi stanovišti tři a čtyři.



Obr. 107: Schéma materiálového toku návrhu č. 4 - velké statory

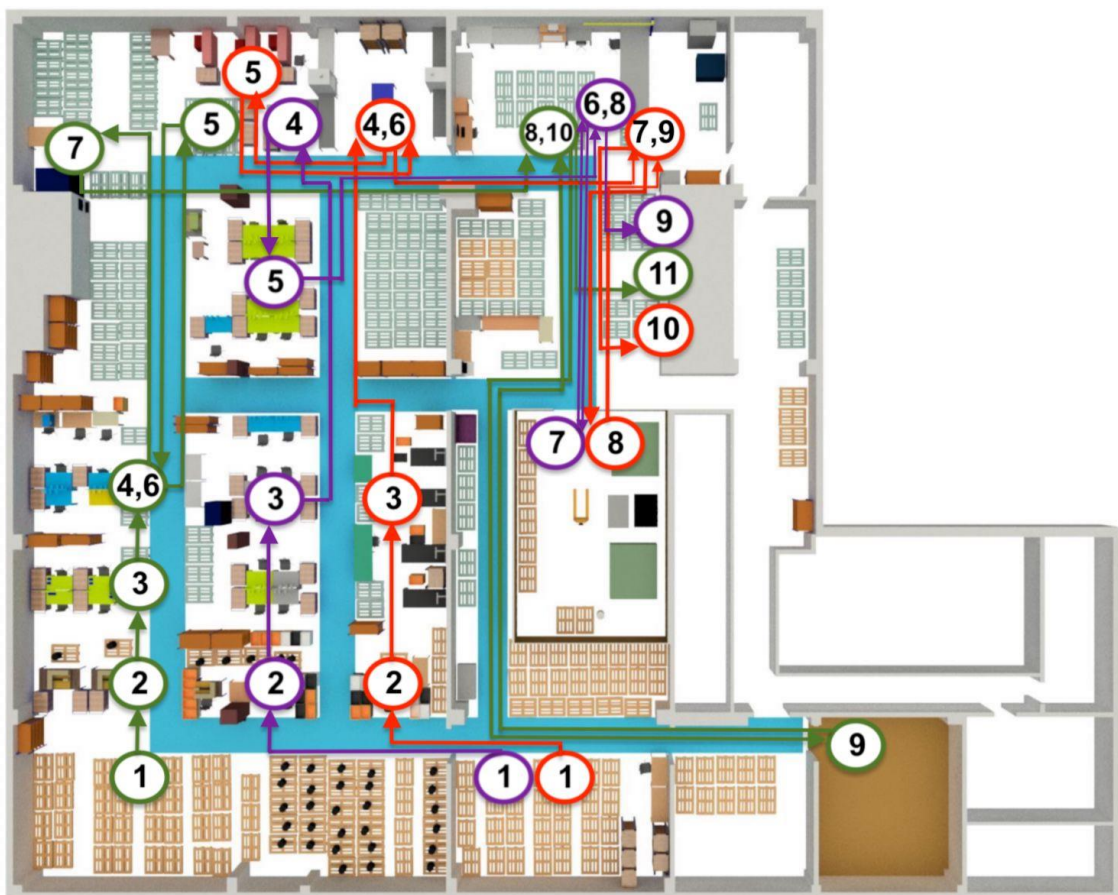


Obr. 108: Materiálový tok – velké statory

Materiálový tok – kompletní

Na Obr. 109 jsou zaznačeny všechny toky výrobního programu. Schéma ukazuje, opět velkou frekvenci materiálových toků v pravé části tohoto schématu. Je to z toho důvodu, že se tam nachází kontrola, impregnace a expedice jako v současném stavu.

Kompletně představená analýza materiálových toků ukazuje, že se vstupní materiál ve výrobě v optimalizovaném návrhu nachází v jedné části výroby a nenachází se na několika různých místech, jako v současném stavu. Díky tomu bude docházet k efektivnější manipulaci a dopravě se vstupním materiálem při jeho uskladnění. Také si jde všimnout, že v návrhu dochází k menšímu opakování cest mezi jednotlivými pracovišti.



Obr. 109: Schéma kompletního materiálového toku návrhu č. 4

Vzhledem ke všem omezujícím faktorům, které stály v sestavení nového layoutu by se materiálový tok u výroby velkých statorů a segmentů zvětšil v součtu o 25 metrů u dvou výrobních typů. V případě výroby statorů a rotorů by došlo ke sjednocení těchto pracovišť na jedno místo. Výroba by tedy neprobíhala na dvou odlišných místech jako doposud a celkem by se u tohoto typu výroby ušetřilo 97 metrů. Právě výroba stator a rotorů tvoří největší počet vyráběných výrobků ve středisku. V Tab. 6 je zobrazeno porovnání délek materiálových toků současného stavu a návrhu č.4.

Tab. 6: Délka současného materiálového toku a délka návrhu č. 4

	Porovnání materiálových toků [m]		
	Současný stav	Návrh č.4	Rozdíl
Velké statory	114	127	+ 13
Statory, rotory	167	114	- 53
Statory, rotory (malá dílna)	158	114	- 44
Segmenty	208	220	+ 12

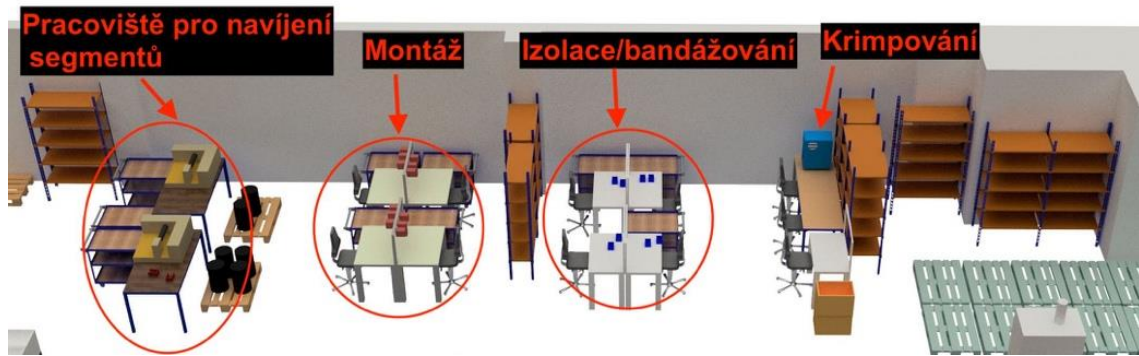
5.6 Návrh optimalizovaného layoutu č.5

Posledním návrhem byla vypracovaná varianta č.5, jejíž cílem bylo vyzkoušet pouze minimum změn v porovnání se současným stavem. Sestavený návrh č.5 je považován za zkušební a nevhodný k optimalizaci. Jak ukazuje přiložený Obr. 110, došlo pouze k výměně pracovišť, která jsou na obrázku označena. Zbytek celkové výroby zůstal bez jakýchkoliv změn. Návrh absolutně neřešil oddělení paletových pozic s rozpracovanou výrobou a vstupním materiálem, což bylo jedním z hlavních cílů. Proto varianta č.5 nebude v kapitole 6. zmíněna a hodnocena.



Obr. 110: Layout návrhu č.5

V návrhu vzniklo sjednocenější pracoviště pro výrobu segmentů, které je detailněji zobrazeno na Obr. 111.



Obr. 111: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č.5

Pracoviště pro výrobu statorů a rotorů by ale bylo více rozptýleno, neboť navíjení by se nacházelo ve stejné úrovni, jako navíjení segmentů a zbytek operací by byl na opačné straně místnosti. Rozmístění pracovišť je na Obr. 112. Jak jde z detailu na Obr. 112, nebo také z Obr. 110 vidět, byla by zde špatná dostupnost vstupního materiálu, který by byl z cesty zaskládán rozpracovanou výrobou. Také pec, která je určená pro výrobu segmentů by v místě pracoviště pro výrobu statorů a rotorů částečně překážela. I když návrh není vhodný pro optimalizaci, alespoň ukazuje, že k dosažení vhodného návrhu k optimalizaci, by bylo potřeba provést kompletní přeskládání dispozičního řešení a vypracovat více, jak jednu variantu tohoto dispozičního řešení.



Obr. 112: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů – návrh č.5

6 Zhodnocení variant

V této kapitole jsou porovnány navržené varianty optimalizovaných dispozičních řešení, které jsou představeny v kapitole 5. Jsou vždy vyzdvihnuty pozitivní, ale také negativní prvky u konkrétně představené varianty. Dále je pomocí vícekriteriální analýzy provedeno posouzení vytvořených návrhů dispozičních řešení z hlediska nejvíce vyhovujícího nově navrhnutému řešení pro středisko. Podle vlastního uvážení a podle výsledků z analýzy, které byly zdrojem informací o průběhu fungování výrobního procesu, byla stanovena vhodná kritéria, která jsou zásadní pro nový dispoziční návrh. Vícekriteriální analýza slouží jako přehled vytvořených variant a potvrzuje návrh č. 4 jako finální a vhodně zvolenou variantu k realizaci.

6.1 Porovnání navrhnutých variant

Po provedení analýzy výrobního systému a navržených optimalizačních řešení, je nyní možné shrnout dopady vytvořených návrhů. Pro porovnání jsou předloženy čtyři varianty, které byly představeny v kapitole 5. Návrhy se od sebe liší především v rozmístění technologií ve výrobě a tím také v odlišném postupu materiálového toku. Podle nového rozložení technologií jsou také odlišná umístění palet, která obsahují rozpracovanou výrobu nebo vstupní materiál. Středisko se nebránilo stavebním úpravám, přesto byly navrženy pouze dvě stavební úpravy. Konkrétně u návrhu č. 1, kde se jednalo o přemístění impregnace a u návrhu č. 4 k vytvoření stěny v místnosti pro impregnaci segmentů. Ve všech navržených optimalizovaných variantách byla podle současného stavu, jako jediná, vždy zachovaná místnost s kanceláří. U kontroly a expedice byl také zachován současný stav, pouze se rozšiřovaly paletové pozice pro výrobky čekající na kontrolu nebo expedici. Umístění kontroly a expedice je nejvýhodnější vzhledem k blízkosti výtahu. Důvodem zachování místa kontroly a expedice je umístění výtahu. S tím také souvisí kancelář, která musí mít místo vedle kontroly, neboť takto dochází k nejrychlejší komunikaci mezi kanceláří, kontrolou a expedicí. V návrzích se také nehýbalo se třemi přízemními místnostmi.

Pozitiva a negativa navrhovaných variant zachycuje Tab. 7, Tab. 8, Tab. 9 a Tab. 10.

Tab. 7: Zhodnocení návrhu č.1

Návrh optimalizace č.1	
Pozitiva	Negativa
Vznik velkého počtu míst pro palety	Není dostatečně plynulý materiálový tok
Skladování polotovaru mimo výrobu	
Oddělení vstupního materiálu a rozpracované výroby	

Tab. 8: Zhodnocení návrhu č.2

Návrh optimalizace č.2	
Pozitiva	Negativa
Vznik velkého počtu míst pro palety	Nepřímý materiálový tok
	Skladování v hlavním výrobním prostoru
	Ne zcela odděleny palety s polotovary a s rozpracovanou výrobou

Tab. 9: Zhodnocení návrhu č.3

Návrh optimalizace č.3	
Pozitiva	Negativa
Vznik velkého počtu míst pro palety	Skladování v hlavním výrobním prostoru
Oddělení palet se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou	
Vznik většího prostoru pro kontrolu	

Tab. 10: Zhodnocení návrhu č.4

Návrh optimalizace č.4	
Pozitiva	Negativa
Dostupné palety s polotovary	Nutnost uložit palety i na chodbě
Navazující technologie	
Oddělení palet se vstupním materiálem a s rozpracovanou výrobou	
Vznik většího prostoru pro kontrolu	

6.2 Vícekriteriální analýza

Návrhy nových optimalizovaných dispozičních řešení jsou pro účely zpracování analýzy označeny takto:

V1 Návrh optimalizovaného layoutu č.1

- V2 Návrh optimalizovaného layoutu č.2
V3 Návrh optimalizovaného layoutu č.3
V4 Návrh optimalizovaného layoutu č.4

Podle vlastního uvážení a podle výsledků z analýzy byla stanovena vhodná kritéria:

- K1 Návaznost technologie
K2 Materiálový tok
K3 tavební úpravy
K4 Dostupnost palet
K5 Skladování polotovaru mimo výrobu

Každé kritérium je opatřeno slovním popisem pro přiřazenou bodovou stupnici 1–5. Popis kritérií je znázorněn v Tab. 11.

Tab. 11: Bodovací stupnice

Body	Kritéria				
	Navazující technologie	Materiálový tok	Stavební úprava	Dostupnost palet	Skladování polotovarů mimo výrobu
1	Ne	Nevyhovující	Velká	Nevyhovující	Nevyhovující
2		Vyhovující	Střední	Vyhovující	Vyhovující
3		Dobrý	Malá	Dobrá	Dobrá
4		Velmi dobrý	Zanedbatelná	Velmi dobrá	Velmi dobrá
5	Ano	Výborný	Žádná	Výborná	Výborná

Na základě zvolené bodovací stupnice byl ke každému kritériu přiřazen vhodný počet bodů. Udělené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 12. Nejlepší varianta je s nejvyšším bodovým součtem.

Tab. 12: Výsledná tabulka s udělenými body a konečným pořadím

Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	Vážený součet	Pořadí
V1	1	3	2	5	5	16	3
V2	1	1	5	5	1	13	4
V3	1	5	5	4	2	17	2
V4	5	5	3	5	2	20	1

6.2.1 Zhodnocení analýzy

Představená analýza ukázala stručné porovnání mezi vytvořenými návrhy dispozičních řešení. Ukázalo se, že nejméně vhodný návrh k realizaci představuje varianta č. 2., která získala 13 bodů z 25. Už o něco lépe skončila varianta č. 1, která získala 16 bodů. Ve variantě se podařilo vytvořit skladování polotovarů mimo výrobu, zlepšit materiálový tok a zajistit dostupnost palet. Jako druhá nejlepší vyšla v analýze varianta č. 3, která získala 17 bodů a skončila těsně před variantou č. 1. V této variantě došlo především ke zlepšení materiálového toku. Jako první skončila varianta č. 1, která jako jediná dosáhla na navazující technologie.

Výsledky analýzy, tak potvrdily jako vhodnou variantu nového dispozičního řešení optimalizovaný návrh č. 4, který dosáhl nejlepšího hodnocení a získal 20 bodů z celkových 25.

Hodnocení návrhu č. 4

- **Navazující technologie**

Vhodným uspořádáním pracovišť bylo docíleno, že na sebe technologie ve výrobě navazují. Tento požadavek se podařilo dosáhnout pouze v návrhu č. 4. Díky tomuto uspořádání bude docíleno plynulého materiálového toku, který ve středisku momentálně chyběl.

- **Materiálový tok**

Díky vhodnému uspořádání pracovišť podle technologické podobnosti výrobků, bylo při ohledu na kritická místa ve výrobním prostoru docíleno plynulého materiálního toku. V návrhu č. 4 je zvolen materiálový tok podle technologické podobnosti výrobků, který se stanovil před samostatným navrhováním nových návrhů dispozičních řešení.

- **Stavební úprava**

Stavební úprava by se sice musela konat, ale jednalo by se pouze o vytvoření stěny pro nově vytvořenou místnost s impregnací segmentů. Stavební úpravy nebyly pro středisko problémem.

- **Dostupnost palet**

V návrhu se podařilo uspořádat paletové pozice tak, aby k nim byl snadný přístup. Ať už by se jednalo o manipulaci, nebo rychlý přístup ke vstupnímu materiálu. Palety by byly především odděleny od rozpracované výroby. Toto oddělení ušetří spoustu času, kterým se doposud ve středisku plýtvalo.

Skladování polotovaru mimo výrobu

Z omezujícího dispozičního řešení v prvním patře už v návrhu č. 4 nebylo možné, aby se palety se vstupním materiálem nacházely mimo výrobní prostory. Pozice pro palety se vstupním materiálem se umístily v návrhu tak, aby se k polotovarům dobře dostávalo a přehlednost o materiálu byla co největší. Také se určila vyhrazená místa, kde se bude nacházet konkrétní výrobek pro určitou technologii. Tím by ale došlo k menším paletovým pozicím ve výrobě a palety by se musely nacházet i na chodbách, jako je tomu v současném stavu. Požadavku, aby se vstupní materiál skladoval mimo výrobu se tedy v návrhu nedocílilo.

7 Závěr

Diplomová práce se zabývá optimalizací výrobního systému. Práce byla řešena ve společnosti SOPO, s. r. o., ve výrobním středisku v Jedovnici. Důvodem k návrhu optimalizace výrobního systému je momentální stav ve středisku, který se při současném dispozičním řešení jeví jako nevyhovující.

V teoretické části, byly formou literární rešerše představeny základní pojmy týkající se výrobních systémů. Také bylo přiblíženo, co obnáší štíhlá výroba a jaké metody se používají k efektivnosti ve výrobě. Dále byla představena společnost SOPO, s. r. o., od jejího založení až po současnost a byl představen výrobní program společnosti, který zahrnuje výrobu cívek, rotorů, statorů a segmentových vinutí.

Další část práce je praktická a má nejprve analytický charakter, který byl základním klíčem jak pro vytvoření návrhů optimalizačních opatření, tak také k novým návrhům dispozičních řešení. Podklady pro analýzu byly získány přímým pozorováním ve výrobním prostředí, videozáznamy, fotografiemi a také rozhovory s vedoucími pracovníky a zaměstnanci ve výrobním středisku. Následná analýza výroby byla zaměřena především na sledování materiálového toku a dispozičního řešení ve výrobě. Bylo navrženo reálné optimalizační opatření, které povede k zefektivnění chodu výrobního systému.

Bylo navrženo pět variant nových dispozičních řešení. Po zpracování současného stavu výroby byl zhotoven layout pracoviště. K zaznamenání současného stavu bylo potřeba zaměřit výrobní prostory a pracoviště s technologiemi. Na layoutu pomocí vyznačení materiálových toků byla zaznamenaná výroba, která je v současnosti rozdělena podle zákazníků. Prostřednictvím zaznačených materiálových toků byla zjištěna úzká místa, která mají omezující vliv na celkovou výkonnost ve výrobě. Ve středisku se od založení výrazně zvětšil počet zákazníků a rozšířila se různorodá výroba. Ještě před sestavením nových návrhů bylo nutné rozdělit pracoviště ne podle zákazníků, jako tomu bylo doteď, ale vytvořit materiálový tok podle technologické podobnosti výrobků. Proto došlo k vytvoření tří technologických skupin, podle kterých se navrhovalo nové rozmístění pracovišť. Při sestavování nových variant dispozičních řešení stálo v cestě spousta kritických míst. Tím nejvíce omezujícím faktorem byly jednoznačně malé prostory pro výrobu a nemožnost případného dostavění skladovacích prostor využít venkovního skladu poblíž budovy.

Na konci diplomové práce bylo provedeno zhodnocení vytvořených variant. U každé varianty byla uvedena pozitiva i negativa. Poslední část byla věnována vícekriteriální analýze, která po bodovém hodnocení stanovila jako finální a realizovatelnou variantu č. 4. Díky tomuto optimalizovanému dispozičnímu řešení dojde k plynulému navazování technologií a

k efektivnějšímu využívání pracovišť. Výsledky diplomové práce budou realizovány ve výrobním středisku za účelem optimalizace výrobního systému.

Použitá literatura

- [1] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [2] OAKLAND, John S. a Peter MORRIS. *TQM: obrázkový průvodce manažera*. Praha: Intequality, 1997. ISBN 80-238-1258-0.
- [3] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [4] Řízení hmotných toků ve výrobě. *IT SYSTEMS* [online]. 2014(2) [cit. 2019-06-14]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/rizeni-hmotnych-toku-ve-vyrobe.htm>
- [5] LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0504-0.
- [6] Špagetový diagram. *LEAN - FABRIKA* [online]. C2012 [cit. 2019-06-22]. Dostupné z: http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/spagetovy-diagram#.XUEq1i3fL_Q
- [7] SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika: 5., aktualizované a doplněné vydání*. 2011. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.
- [8] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- [9] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
- [10] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-010-1302-2
- [11] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-716-9394-4.
- [12] PETŘÍKOVÁ, Růžena. *Lidé v procesech řízení: (multikulturní dimenze podnikání)*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-28-3.
- [13] KOŠTURIÁK, Ján. *Podnik v roce 2001: revoluce v podnikové kultuře*. Praha: Grada, 1993. ISBN 9788071690030.
- [14] *Efektivní a štíhlá logistika: MM Průmyslové spektrum* [online]. 2014(4) [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/efektivni-a-stihla-logistika.html>
- [15] CIGÁNEKOVÁ, Monika. *Štíhlá logistika: IPA Czech* [online]. 2012, 17.4.2012 [cit. 2019-07-] Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-logistika> [upravit citaci]
- [16] *Lean enterprise Institute: TOYOTA PRODUCTION SYSTEM* [online]. c2000-2019 [cit. 2019-06-13]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>
- [17] *Výrobní systém: budoucnost nebo přežitek?*. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2016(4) [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/vyrobní-system-budoucnost-nebo-prezitek.html>
- [18] BAUER, Miroslav, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.

- [19] EHRENFELD, Tom. *Lean Roundup: Jidoka* [online]. 2016 [cit. 2019-07-12]. Dostupné z: <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=646>
- [20] SOPO s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.sopo.cz>
- [21] SOPO-SERVIS, s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.soposervis.cz>
- [22] FIRMY.CZ: SOPO, s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.firmy.cz/detail/2622672-sopo-jedovnice.html>

Seznam obrázků

Obr. 1: Princip výrobního procesu [2]	9
Obr. 2: Schéma technologického uspořádání [1]	12
Obr. 3: Schéma předmětného uspořádání [1]	13
Obr. 4: Co je štíhlá logistika [14]	16
Obr. 5: Toyota Production System [17].....	17
Obr. 6: Přínosy JIT [18]	17
Obr. 7: Sedm druhů ztrát [12]	18
Obr. 8: Kroky 5S.....	20
Obr. 9: Organizační schéma skupiny SOPO	22
Obr. 10: Stator [20]	23
Obr. 11: Cívky [20].....	23
Obr. 12: Rotor [20]	24
Obr. 13: Segmentové vinutí [20]	24
Obr. 14: Ukázka nové centrály v Modleticích pro rok 2019 [20]	25
Obr. 15: Paletové pozice v hlavní části výroby.....	27
Obr. 16: Výrobní středisko [22]	28
Obr. 17: Pracoviště skládání, izolování, bandážování	29
Obr. 18: Pracoviště vtahování	29
Obr. 19: a) rozpracovaná výroba, b) vstupní materiál	30
Obr. 20: Rozpracovaná výroba.....	30
Obr. 21: Regál ve výrobě	31
Obr. 22: Základní zobrazení jednotlivých faktorů a výběr nejdůležitějších vztahů.....	32
Obr. 23: Schéma možností optimalizace.....	36
Obr. 24: Schéma materiálového toku – segmenty	39
Obr. 25: Materiálový tok – segmenty	39
Obr. 26: Schéma materiálového toku – rotory a statory	40
Obr. 27: Materiálový tok – rotory a statory.....	40
Obr. 28: Schéma materiálového toku – velké statory	41
Obr. 29: Materiálový tok – velké statory	41
Obr. 30: Schéma materiálového toku – malá dílna rotory a statory	42
Obr. 31: Materiálový tok – malá dílna rotory a statory	42
Obr. 32: Schéma kompletních materiálových toků současného stavu.....	43
Obr. 33: Layout současného stavu.....	44
Obr. 34: Pracoviště kontroly a expedice současný stav – pohled č.1	45
Obr. 35: Pracoviště kontroly a expedice současný stav – pohled č.2	46
Obr. 36: Místnost pro impregnaci – současný stav.....	47
Obr. 37: Pracoviště pro opracování výrobků z impregnace – současný stav	47
Obr. 38: Sklad cívek – současný stav.....	48
Obr. 39: Malá dílna současný stav – pohled č.1.....	48
Obr. 40: Malá dílna současný stav – pohled č.2.....	48
Obr. 41: Rozpracovaná výroba a vstupní materiál – současný stav.....	49

Obr. 42: Svařování plamenem – současný stav	50
Obr. 43: Sklad impregnačních košů a místo pro odpad z výroby – současný stav.....	50
Obr. 44: Pracoviště navíjení – současný stav	51
Obr. 45: Detail pracoviště skládání, bandážování, izolování – současný stav.....	51
Obr. 46: Detail pracoviště navíjení a skládání segmentů současný stav.....	52
Obr. 47: Detail s rozpracovanou výrobou a vstupním materiálem.....	53
Obr. 48: Pracoviště vtahování – současný stav.....	54
Obr. 49: Pracoviště velkých statorů – současný stav	54
Obr. 50: Přízemní prostory.....	55
Obr. 51: Detail garáže č.1.....	55
Obr. 52: Detail garáže č.2.....	56
Obr. 53: Detail garáže č.3- pohled č.1.....	56
Obr. 54: Detail garáže č.3 - pohled č.2.....	57
Obr. 55: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 1	58
Obr. 56: Pracoviště kontroly a expedice – návrh č. 1.....	59
Obr. 57: Pracoviště kontroly a expedice – současný stav pro porovnání s návrhem č.1.....	59
Obr. 58: Impregnace – návrh č. 1.....	60
Obr. 59: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 1.....	61
Obr. 60: Využití prostoru v současném stavu pro porovnání návrhu č. 1.....	62
Obr. 61: Sklad cívek na místě bývalé malé dílny – návrh č. 1	63
Obr. 62: Sklad volných palet – návrh č. 1.....	63
Obr. 63: Pracoviště navíjení – návrh č. 1.....	64
Obr. 64: Pracoviště vtahování –návrh č. 1	65
Obr. 65: Montáž velkých statorů – návrh č. 1.....	65
Obr. 66: Pracoviště svařování – návrh č. 1.....	66
Obr. 67: Pracoviště navíjení a montáž segmentů – návrh č. 1.....	66
Obr. 68: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 1.....	67
Obr. 69: Pracoviště skládání statorů a rotorů – návrh č. 1	68
Obr. 70: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 2	69
Obr. 71: Sklad vstupního materiálu a volných palet – návrh č. 2.....	71
Obr. 72: Paletové pozice s cívkami a vstupním materiálem – návrh č. 2.....	72
Obr. 73: Pracoviště navíjení a skládání segmentů – návrh č. 2.....	72
Obr. 74: Obr. 5: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 2	73
Obr. 75: Pracoviště svařování – návrh č. 2.....	74
Obr. 76: Pracoviště navíjení velkých statorů, rotorů a statorů – návrh č. 2	74
Obr. 77: Pracoviště vtahování – návrh č. 2	75
Obr. 78: Montáž velkých statorů – návrh č. 2.....	75
Obr. 79: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů pohled č. 1 – návrh č. 2	76
Obr. 80: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů pohled č. 2 – návrh č. 2.....	76
Obr. 81: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 3	77
Obr. 82: Kontrola – návrh č. 3.....	78
Obr. 83: Porovnání současného stavu kontroly s návrhem č. 3	78
Obr. 84: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 3.....	79
Obr. 85: Vstupní materiál pro segmenty a sklad cívek – návrh č. 3.....	80

Obr. 86: Porovnání uspořádání místa ze současného stavu s návrhem č. 3.....	80
Obr. 87: Pracoviště navíjení velkých statorů, rotorů a statorů – návrh č. 3	80
Obr. 88: Pracoviště vtahování – návrh č. 3	81
Obr. 89: Pracoviště svařování – návrh č. 3	81
Obr. 90: Pracoviště pro segmenty – návrh č. 3	82
Obr. 91: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č. 3.....	82
Obr. 92: Pracoviště pro výrobu segmentů druhá část – návrh č. 3.....	82
Obr. 93: Pracoviště velkých statorů – návrh č. 3.....	83
Obr. 94: Layout optimalizovaného dispozičního řešení č. 4	84
Obr. 95: Paletové pozice pro kontrolu – návrh č. 4	85
Obr. 96: Sklad vstupního materiálu – návrh č. 4	86
Obr. 97: Cívky a vstupní materiál pro segmenty – návrh č. 4	87
Obr. 98: Porovnání návrhu č. 4 se současným stavem	87
Obr. 99: Pracoviště navíjení a vtahování pro velké statory – návrh č. 4.....	87
Obr. 100: Pracoviště pro rotory a statory – návrh č. 4.....	88
Obr. 101: Pracoviště pro segmenty – návrh č. 4	89
Obr. 102: Pracoviště svařování a velkých statorů – návrh č. 4	89
Obr. 103: Schéma materiálového toku návrhu č. 4 – segmenty.....	90
Obr. 104: Materiálový tok segmenty	90
Obr. 105: Schéma materiálového toku – návrhu č. 4 - rotory a statory	91
Obr. 106: Materiálový tok – rotory a statory.....	91
Obr. 107: Schéma materiálového toku návrhu č. 4 - velké statory	92
Obr. 108: Materiálový tok – velké statory	92
Obr. 109: Schéma kompletního materiálového toku návrhu č. 4.....	93
Obr. 110: Layout návrhu č.5.....	95
Obr. 111: Pracoviště pro výrobu segmentů – návrh č.5	96
Obr. 112: Pracoviště pro výrobu rotorů a statorů – návrh č.5.....	96

Seznam tabulek

Tab. 1: Výhody a nevýhody proudové výroby [9]	11
Tab. 2: Výhody a nevýhody technologického uspořádání [3]	13
Tab. 3: Výhody a nevýhody předmětného uspořádání [3]	13
Tab. 4: Výhody a nevýhody buňkového uspořádání [3].....	14
Tab. 5: Štíhlá výroba a tradiční principy [13].....	15
Tab. 6: Délka současného materiálového toku a délka návrhu č. 4.....	94
Tab. 7: Zhodnocení návrhu č.1.....	98
Tab. 8: Zhodnocení návrhu č.2.....	98
Tab. 9: Zhodnocení návrhu č.3.....	98
Tab. 10: Zhodnocení návrhu č.4.....	98
Tab. 11: Bodovací stupnice	99
Tab. 12: Výsledná tabulka s udělenými body a konečným pořadí.....	99

Seznam použitého software

Microsoft Word 2016

Microsoft Excel 2016

Autodesk Inventor Professional 2019

Seznam příloh

Obrázkové přílohy

Elektronické přílohy (uvedeny na DVD)

DP_Hlavacova_2019

Obrázkové přílohy

Layout - současný stav



Layout – návrh č. 1



Layout – návrh č.2



Layout – návrh č.3



Layout – návrh č.4



Layout – návrh č.5

