

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza výrobního procesu elektrotechnické firmy

Originál (kopie) zadání BP/DP

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na řešení výrobního procesu ve společnosti Hutchinson, s.r.o. pomocí metody layoutu pracoviště. Hlavním cílem této práce bylo najít neoptimálnější variantu prostorového uspořádání, odhadnout náklady na jednotlivé varianty, a odhadnout případnou vyrobenou skutečnou metráž za využití celkové efektivity linky.

Klíčová slova

Výroba, výrobní proces, layout, šachovnicová tabulka, Sankeyův diagram, metoda souřadnic, I-D diagram, metoda CRAFT, layout pracoviště, koextruze, projekt, hadice

Abstract

Presented diploma thesis is focus on solving the manufacturing process in the engineering firm Hutchinson, Ltd., using the method of layout. The main objective of this work was to find the optimal variant layout, estimate the costs of the various options, and estimate the eventual made real footage for use in the efficiency of the line.

Key words

Production, process, layout, checkered table, Sankey diagram, methods of coordinates, I-D diagram, CRAFT method, workplace layout, coextrusion, project, hoses

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že veškerý software použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 5.5.2015

Richard Čechura

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Řeřichovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky, metodické vedení práce a veškerý věnovaný čas při konzultacích. Dále bych rád poděkoval pracovníkům společnosti Hutchinson, s.r.o. za jejich ochotu a čas, který mi věnovali. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině a přátelům, kteří mě během mého studia vždy podporovali.

Obsah

ÚVOD	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
CHARAKTERISTIKA VÝROBY A VÝROBNÍHO PROCESU	10
1.1 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES	10
1.2 TYPY VÝROBY	13
1.2.1 Kusová výroba	13
1.2.2 Sériová výroba	14
1.2.3 Hromadná výroba	14
1.2.4 Druhá výroba	14
1.2.5 Výroba šarží, partií	15
TVORBA LAYOUTŮ V ZÁVISLOSTI NA TYPU VÝROBY	16
1.3 CHARAKTERISTIKA LAYOUTU	16
1.3.1 Cíle layoutu	18
1.4 KLASIFIKACE LAYOUTU	19
1.4.1 Technologické uspořádání	22
1.4.2 Předmětné uspořádání	22
1.4.3 Pevné uspořádání	24
1.4.4 Kombinované uspořádání	25
1.4.5 Skupinové uspořádání	25
NÁSTROJE A METODY PRO OPTIMALIZACI VÝROBNÍCH PROCESŮ	26
1.5 ŠACHOVNICOVÁ TABULKA	26
1.6 SANKEYŮV DIAGRAM	27
1.7 METODA SOUŘADNIC	28
1.8 I-D DIAGRAM	29
1.9 METODA CRAFT	30
1.10 LAYOUT PRACOVIŠTĚ	30
PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI HUTCHINSON, S.R.O. V ROKYCANECH	31
ANALÝZA A ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU V PODNIKU HUTCHINSON, S.R.O.	33
1.11 POPIS PROCESU VÝROBY NA PROTLAČOVACÍCH LINKÁCH V HALE G	34
1.12 VÝZNAM POJMU „STANDARD“	36
1.13 VÝZNAM POJMU „ANTI-TACK“	37
INOVAČE VÝROBNÍ HALY V PODNIKU HUTCHINSON FLUID TRANSFER SYSTEMS, S.R.O.	38
1.14 SOUČASNÝ STAV VE VÝROBNÍ HALE G	38
1.15 POPIS A SPECIFIKACE JEDNOTLIVÝCH VARIANT	39
1.15.1 Popis společných změn ve variantách A a B	39
1.15.2 Varianta A	42
1.15.3 Varianta B	44
1.15.4 Varianta C	46
1.15.5 Schválená varianta	50
1.16 VÝHODY A NEVÝHODY JEDNOTLIVÝCH VARIANT	55
VÝPOČET ODHADOVANÉ VYROBENÉ METRÁŽE NA NOVÉ LINCE	57
ZÁVĚR	60
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	62
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	63
SEZNAM PŘÍLOH	66

Úvod

Tato práce se zabývá rozvržením výrobní haly v elektrotechnickém podniku a následným finančním odhadem nového rozvržení výrobní haly a nové výrobní linky.

Následný text je rozdělen do sedmi částí, z nichž první tři jsou teoretické, čtvrtá až sedmá jsou praktické a byly řešeny ve společnosti Hutchinson, s.r.o. v Rokycanech.

První část se zabývá teorií, co vlastně výroba a výrobní proces znamená, proč je důležité znát tyto pojmy. Dále v této části jsou uvedeny jednotlivé typy výrob.

Druhá část se zabývá teorií o tvorbě layoutů v závislosti na daném typu výroby. V této části je uvedena charakteristika layoutu s jeho cíli a jeho následná klasifikace.

Ve třetí části je dán prostor vybraným metodám a nástrojům, které umožňují svými výstupy určit materiálový tok, ale hlavně pomoci vybrat ten nejoptimálnější layout.

Následná čtvrtá část nás uvádí do praktické části této diplomové práce, v níž je v krátkosti představena firma, ve které byla tato část praktikována.

V následující části číslo pět je provedena analýza současného stavu v podniku, potažmo v dané výrobní hale, a jsou vysvětleny dva pojmy: anti-tack a standard.

Šestá část se věnuje inovaci výrobní haly, a jsou v ní popsány jednotlivé layouty, jejich výhody a nevýhody, dále je uveden Gantt diagram pro schválenou variantu a finanční odhady na jednotlivé činnosti.

V poslední části je proveden odhad celkové efektivnosti zařízení, kdy je vycházeno z dostupných dat za rok 2014 pro stávající výrobní protlačovací linky. Je zde řešeno, kolik kusů hadic je teoreticky možné vyrobit a kolik metrů hadice se vyrobí za předpokladu, že se do výpočtu započte i celkové využití časového fondu.

Seznam symbolů a zkratek

apod. – a podobně

atp. – a tak podobně

atd. – a tak dále

PET – Polyethylentereftalát

ČSN – česká technická norma

VZV – vysokozdvizný vozík

TRS [%] – celková efektivita zařízení

TM [m/měsíc] – teoretická metráž

RM_{TRS} [m/měsíc] – reálná metráž se započtenou celkovou efektivitou zařízení

v_{linky} [m/min] – rychlost linky

t_{fond} [hod/měsíc] – časový fond

t_{výroby} [hod] – čas výroby

Charakteristika výroby a výrobního procesu

Člověk by si měl pod pojmem výroba představit činnost, kterou podnik provádí za účelem poskytnutí svého výrobku nebo služby zákazníkovi. A na základě tohoto poskytnutí získal od zákazníka peníze. Výstupem tedy může být výrobek nebo služba. Lidé si většinou představí jako výstup výrobek. Služba ale má také svůj „výrobní“ proces. Je proto více než vhodné, aby člověk před optimalizací výrobních procesů poznal co nejvíce danou výrobu a její výrobní procesy. [1]

1.1 Výroba a výrobní proces

Výroba jako taková se dá definovat jako přeměna výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které jsou následně spotřebovány. Je vhodné si říci, že statkem se v ekonomice označují fyzické komodity, tedy věci vyráběné pro spotřebu nebo směnu a které přispívají k ekonomickému blahobytu, jinak řečeno k uspokojování potřeb. Služby naopak jsou nehmotné statky a jsou to úkony, po nichž existuje poptávka. [1]

Jinak řečeno, výroba je spojení výrobních faktorů za účelem získání určitých produktů.

Aby byl zajištěn účelný systém fungování výrobního systému, je třeba uvědomit si, že se skládá z několika prvků, které musí být vhodně uspořádány. Tyto prvky můžeme rozdělit: [2]

Nekomplexní prvky systému

- Pracovníci
- Materiál, polotovary, hotové výrobky
- Stroje, zařízení

Komplexní prvky systému

- provoz
- dílna
- závod

Tyto prvky jsou mezi sebou vázány určitými vazbami, které můžeme rozdělit na čtyři druhy:

- technologický postup
- pracovní postup
- vztahy konstrukčního charakteru
- organizační vztahy

Výrobními faktory jsou myšleny zdroje, které jsou používány ve výrobním procesu a jsou obvykle rozdělovány na čtyři základní skupiny:

- materiál
- informace
- pracovní síla
- kapitál [2]

Materiálem jsou myšleny polotovary, materiál, suroviny, energie, náhradní díly. Záleží na druhu služby, proto materiály nehrají klíčovou úlohu. Informace jsou nejdynamičtějším faktorem výroby. Ve výrobě jsou tyto informace využívány jako znalost o používané technologii. Dále to mohou být informace o vlastním průběhu výroby. Pracovní síla zahrnuje veškeré lidské zdroje, které lze uplatnit ve výrobním procesu a z nichž je nejdůležitější kvalita výrobního managementu. Kapitál označuje hmotné podnikové prostředky, jako jsou stroje, výrobní zařízení, budovy a jiné, které se postupně opotřebovávají. [1][3]

Následně můžeme ještě tyto výrobní faktory rozdělit podle role ve výrobním procesu. Na transformované a transformující výrobní zdroje. Toto rozdělení je užitečné, chceme-li hodnotit efektivnost využívání výrobních zdrojů. Mezi transformované zdroje lze zařadit například materiál, informace a zákazníky. Transformující zdroje prezentuje zařízení a personál.

Tímto se dostáváme k pojmu výrobní proces, který lze chápat jako určitou posloupnost operací, při nichž jsou účelně propojeny všechny výrobní faktory a to za přímé či nepřímé účasti pracovníků. Vstupem výrobního procesu je například materiál, energie a informace, kdy použitím výše zmíněných výrobních faktorů se vstupy přemění na výstup, kterým jsou například výrobky, služby, informace nebo i odpad a emise.

Výrobní proces je tedy determinován:

- určením výrobku/služby
- varetou a množstvím výrobků/služeb
- použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby
- stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku [1]

1.2 Typy výroby

Existuje mnoho typů uspořádání a struktur konkrétních výrob, a proto jsou dané především tím, jaký je charakter výrobku, jak velký je objem výroby, jaké jsou používané technologie a další faktory. Z tohoto se pak rozlišují dvě základní klasifikace výroby, a to dle míry plynulosti výrobního procesu:

- plynulá
- přerušovaná

Plynulá výroba se dá charakterizovat jako nepřetržitá výroba. Je vykonávána po celých 24 hodin, 7 dní v týdnu, po celý rok. Pokud je výroba přerušena, jedná se spíše o nutné opravy výrobních zařízení. Příkladem může být výroba elektrické energie nebo těžení ropy v rafinérii.

Pokud je výroba přerušovaná, znamená to, že výrobu lze po určitých částech přerušit a pokračovat jindy. Tento typ výroby probíhá zpravidla v určitém časovém úseku. Příkladem tomu může být výroba ve strojírenství.

Lze ale rozlišit tyto druhy také podle toho, zda na sebe technologická a manipulační část plynule navazují, což je charakteristické pro plynulou výrobu, anebo zda je přechod mezi jednotlivými částmi ovlivňován, a tím na sebe procesy musí čekat. [1][4]

Dále rozlišujeme výrobu na tyto základní typy:

- kusová
- sériová
- hromadná
- druhová
- výroba šarží, partií [5]

1.2.1 Kusová výroba

Je uskutečňována v malém množství pomocí univerzálních strojů a zařízení, často se jedná o výrobu jednotlivého produktu. Počet druhů vyráběných výrobků bývá velký. Výroba jednotlivých výrobků může být buďto opakující se nebo neopakující se. Tento typ výroby je v podstatě založen na požadavku zákazníka a lze ho tedy nazvat zakázkovou výrobou. Výrobní zařízení tedy musí vykazovat velkou

flexibilitu. Problém u řízení této výroby je složitá předvídatelnost požadavků, dlouhé dodací lhůty, nemá-li podnik na skladě potřebné díly pro sestavení výrobku. Jako příklad výroby lze uvést například strojírenská výroba dle specifikací zákazníků, výroba elektrických rozváděčů. [1][5]

1.2.2 Sériová výroba

V této výrobě jsou výrobky tvořeny v dávkách, kdy po dokončení jednoho typu výrobku se přechází na výrobu jiného typu výrobku. Tyto výrobky jsou si vzájemně dost podobné, protože mohou být vyráběny na stejných výrobních zařízeních, což má za příčinu snížení výrobních nákladů pod podmínkou, že je možno využít jednoho seřízení strojů před začátkem výroby celé série. Tato výroba je typická například pro výrobu automobilu. Sériovou výrobu můžeme rozlišovat ještě dle toho, zda je velká či malá obměna vyráběných produktů nebo se vyrábí jen jeden stálý produkt. Pak se rozděluje sériová výroba:

- malosériová
- středně sériová
- velkosériová [1][5][6]

1.2.3 Hromadná výroba

U hromadné výroby se jeden druh výrobku vyrábí ve velkém množství. Z toho vyplývá, že výroba je takřka časově neomezená. Výrobní zařízení jsou pevně nastaveny na výroby jednoho typu výrobku a plánování výroby spočívá především na velikosti objemu výroby. Jako problém se může jevit udržení chodu výroby, jelikož práce v této výrobě je po čase velmi monotónní a je složitější udržet kvalifikaci pracovníků. Typickým příkladem této výroby je výroba spotřebních předmětů pro masovou spotřebu, tj. žárovky, toaletní papír. [1][5][6]

1.2.4 Druhovú výroba

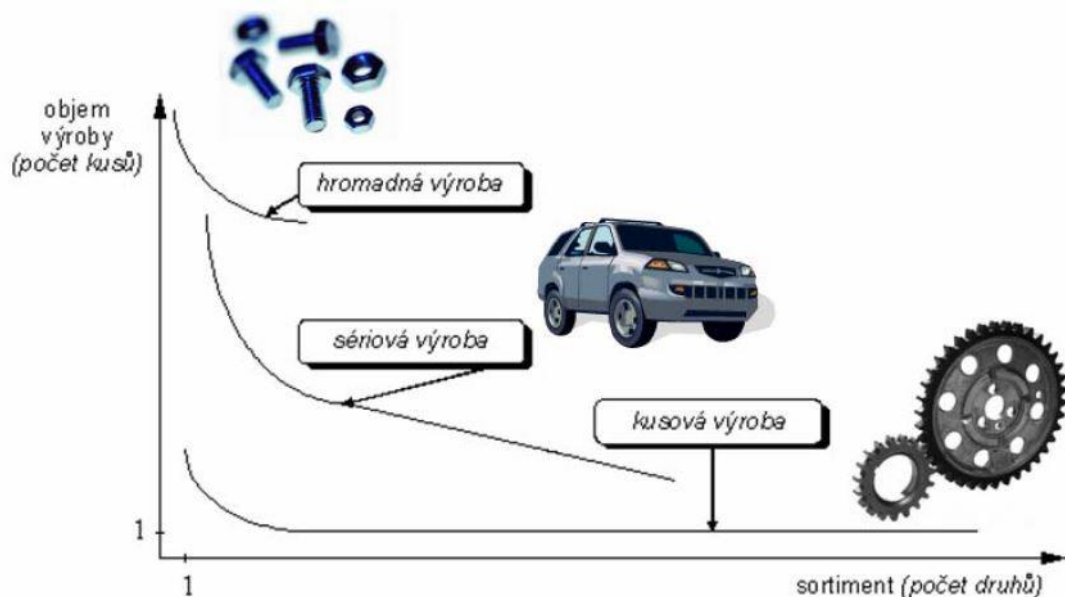
Tato výroba se od hromadné výroby liší tím, že jsou jednotlivé postupy výroby daného druhu výrobku obměňovány. Výklad této výroby je popsán dle knihy takto:[5] „*Výroba probíhá buďto paralelně na různých, nebo časově za sebou na týchž strojích, které musí být obvykle seřizeny. Jedná se o speciální případ hromadné výroby, kdy se vyrábí více variant jednoho hromadně vyráběného výrobku. Jednotlivé varianty představují malé odchylky co do tvaru, kvality apod. Přesto musí*

být výroba do určité míry flexibilní, po každém druhu může docházet ke kompletnímu novému seřizování strojů, záměně výrobních postupů apod. Řízení výroby se především zaměřuje na velikost zakázek a pořadí jednotlivých druhů.“

1.2.5 Výroba šarží, partií

Tuto výrobu popisuje také v knize, a to takto: [5] „Dále je to výroba v šaržích, nevyhnutelná při kvalitativním rozdílu mezi jednotlivými výrobními dávkami (ocel, laky) nebo v partiích při kvalitativních rozdílech vstupních materiálů, které vedou k určitým rozdílům v konečných produktech (keramické součástky v elektrotechnice). Výroba je přerušena novou dávkou vstupujícího materiálu – šarže.“

V níže uvedeném P-Q diagramu lze vidět objem výroby na počet druhů výrobků dle rozdělení typů výroby.



Obrázek 1 P-Q diagram - Charakteristika typu výroby [7]

Tvorba layoutů v závislosti na typu výroby

V předešlé části byla charakterizována výroba a výrobní proces. To vše lze definovat jako celek, tedy výrobní systém.

Ten můžeme znázornit pomocí layoutu. Název layout je převzat z anglického jazyka a rozumí se tím zobrazení prostorového uspořádání výrobního systému jako celku. Pod tím si lze představit zobrazení výrobních zařízení, která jsou umístěna tak, aby pracovník výrobní linky měl co nejlepší podmínky pro vykonávání práce. Při tvorbě layoutu je třeba brát i v úvahu to, aby byly materiálové a manipulační toky materiálu co nejefektivnější. Proto musí být uspořádání výrobních strojů a dalších zařízení takové, aby nebyly zbytečné náklady.

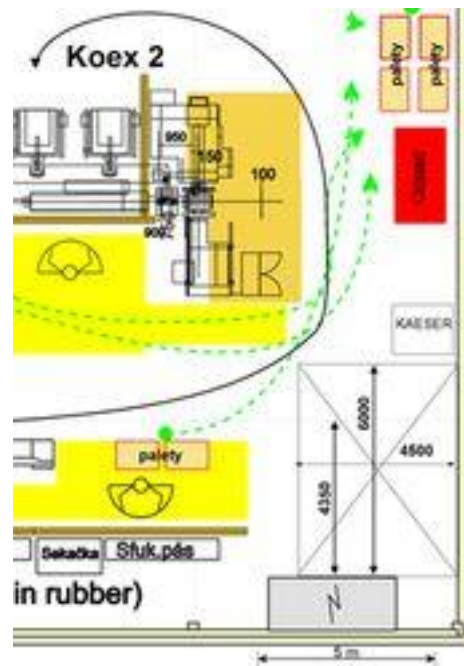
Pokud zvolíme vhodný typ uspořádání, dosáhneme zlepšení produktivity pracovníků, zefektivní se manipulace, doprava materiálu a ušetření nákladů. [8][9]

1.3 Charakteristika layoutu

Při tvorbě layoutu je důležité klást důraz na vybrání vhodného layoutu. Prostorové uspořádání se rozděluje na několik skupin a odvíjí se od typu výroby. Ty si lze znázornit na Obrázek 5. V praxi se lze setkat s různými variacemi a mutacemi těchto skupin, které se odvíjejí dle potřeb dané výroby. Rozlišujeme dva typy zobrazení layoutu, a to 2D zobrazení a 3D zobrazení. 2D zobrazení se využívá pro následné analýzy a 3D zobrazení nám odhaluje výškové parametry, ukázky jednotlivých zobrazení layoutů lze vidět na Obrázek 2 a Obrázek 3. [10]

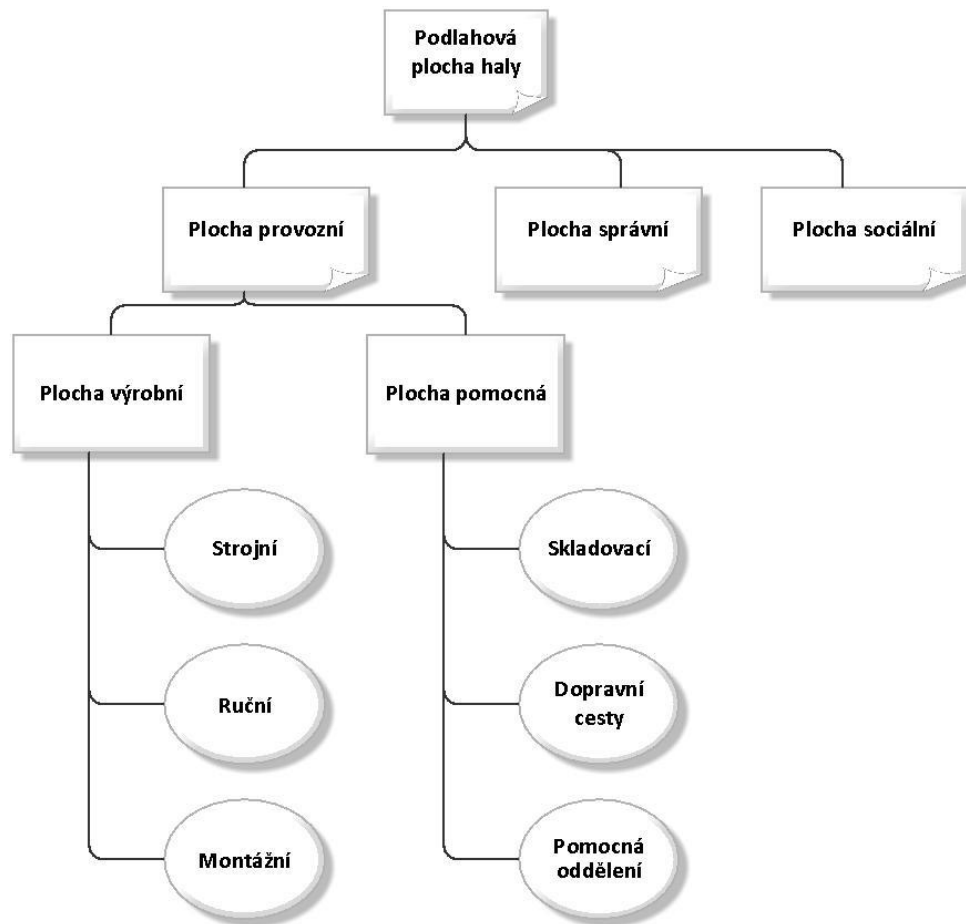


Obrázek 2 3D zobrazení [11]



Obrázek 3 2D zobrazení [12]

Prostory, pro které je vytvářen layout, jsou rozděleny na několik částí podle toho, k čemu jsou využívány. Jako první, a tedy i nejdůležitější, je plocha výrobní. Ta je rozdělena ještě na části strojní, montážní a plochu pro ruční práce. Jak plyne z názvu jednotlivých ploch, do strojní plochy jsou započteny pracoviště strojní, plocha montážní obsahuje všechna pracoviště pro montáž a do ruční plochy jsou započtena všechna ruční pracoviště. Všechny tyto plochy obsahují dopravní cesty, pomocné sklady a další pomocné plochy, což utváří jeden celek, který se nazývá pomocná plocha. Další plochou, která je ve výrobním systému důležitá, je plocha správní, do které spadají kanceláře mistrů, plánovačů, technologů aj. Poslední a nezbytnou plochou je plocha sociální, která obsahuje veškerá sociální zařízení, jídelnu, sprchy, zázemí pro zaměstnance, kuřárnu atd. Rozdělení jednotlivých ploch lze vidět na Obrázek 4. [13]



Obrázek 4 Rozdělení jednotlivých ploch haly [13]

Pojem layout definuje J. Moore v jeho knize: [14] „*Výrobní layout je plán optimálního uspořádání podniku, včetně jeho pracovníků, provozních zařízení, skladovacích prostorů, manipulace s materiálem a všech ostatních podpůrných služeb spolu s návrhem nejlepší struktury obsahující všechna tyto zařízení*“.

1.3.1 Cíle layoutu

Základním cílem uspořádání závodu je maximalizovat zisk díky uspořádání všech závodních zařízení, a tím zlepšit celkový výrobní proces, a zároveň zvýšit konkurenceschopnost podniku.

Cíle layoutu jsou:

1. Racionalizace materiálového toku skrz celý podnik
2. Zjednodušení výrobního procesu
3. Udržovat neustálý pohyb ve výrobním procesu
4. Minimalizace manipulace s materiálem a nákladů
5. Efektivní využití pracovníků, zařízení a prostorů

6. Využívat co nejefektivněji čtvercové prostory
7. Pružnost výrobních zařízení a uspořádání
8. Zajištění bezpečnosti, komfortu při práci pro pracovníky
9. Minimalizovat investice do zařízení
10. Minimalizovat celkový výrobní čas
11. Udržovat pružnost uspořádání a provozu
12. Zjednodušit organizační strukturu [10][15]

1.4 Klasifikace layoutu

Abychom splnily všechny cíle, nebo alespoň většinu z nich, je nutné správně definovat, jaký typ layoutu bude tvořen. Protože rozvržení pracoviště má přímý vliv na výrobní proces a jeho efektivitu. Ovlivnění výrobního procesu nám přímo ovlivní další procesy jako je skladování expedice a další operace v podniku. Tím jaké bude zvoleno rozvržení výrobní haly či pracoviště nám ovlivní následnou výkonnost výroby, ale i například zdraví pracovníků. Proto je vhodné volit řešení co nejjednodušší ale zároveň nejefektivnější. [16][17]

Chceme-li zařadit layout do jedné ze základních skupin, uvedených níže, je vhodné se řídit dle těchto rozhodujících faktorů:

- **Sériovost a opakovatelnost výroby**
 - Tento faktor lze chápat jako masovou výrobu, kdy jsou použity vyměnitelné standardizované součásti nebo díly k výrobě velkého množství stejných výrobků.
- **Rozsah vyráběných produktů**
 - Pod tímto faktorem si lze představit velikost produktové nabídky podniku. Podnik může soustředit na výrobu jednoho typu produktu, například hadice. Nebo se zaměřuje na výrobu více typů produktů, například výroba TV, klimatizací, notebooku atp.
- **Velikost a hmotnost součástí**
 - Dle velikosti a hmotnosti můžeme lépe klasifikovat jaké uspořádání zvolit. Pro velké součásti, se kterými se špatně manipuluje, volíme pevné uspořádání. Pokud máme malé součásti, které je snadné přesunout z místa A do místa B, volíme například technologické

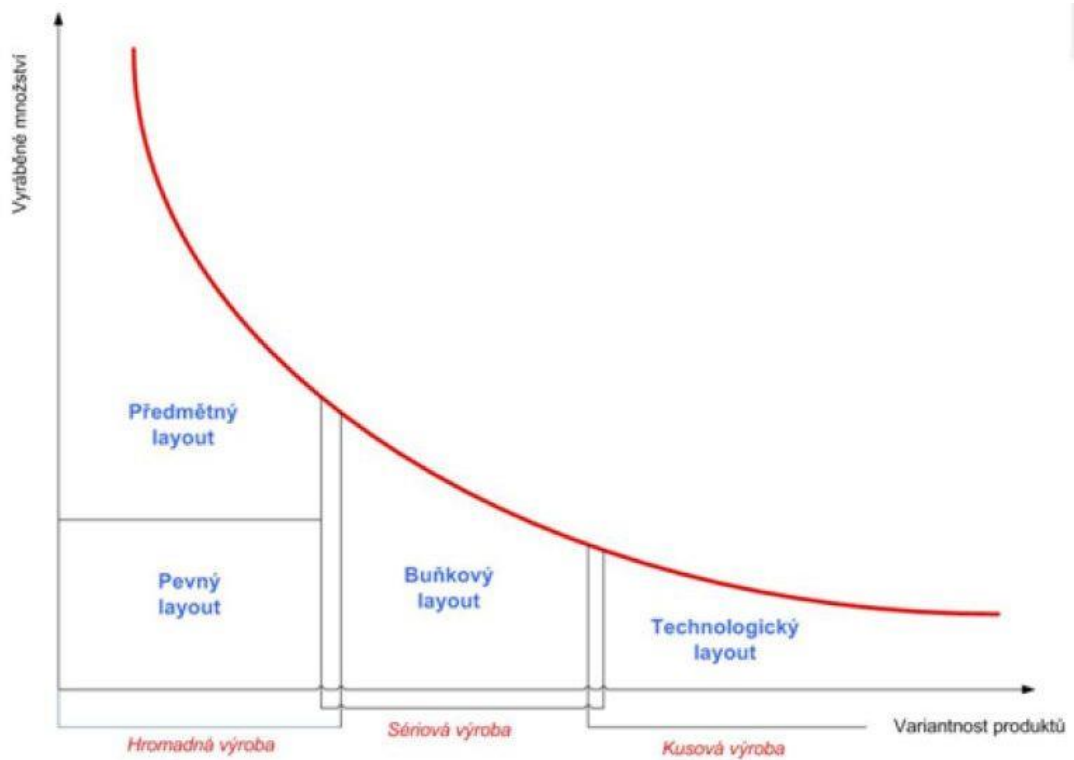
uspořádání.

- **Technologická podobnost součástí**
 - Pro tento faktor je typické předmětné uspořádání, kde jsou výrobní stroje schopny bez zdlouhavé změny nastavení, vyrábět určité produkty, díky podobnosti výrobků.
- **Časová náročnost výroby**
 - Závislost na času výroby produktu je důležitá z hlediska vybrání správného uspořádání pracoviště. Například jeden výrobek bude vyráběn pět minut, a druhý 10 minut a vzájemně na sebe musí čekat. To se pro zařazení do klasifikace layoutu musí zohlednit.
- **Počet operací na daném výrobku**
 - Je-li na výrobku vykonáváno více operací, je důležité, zda jsou tyto operace vykonávány na jednom místě, jako například u pevného uspořádání, anebo zda jsou operace vykonávány na jednotlivých pracovištích.
- **Zaměnitelnost technologií**
 - Je-li ve výrobě technologie často měněna, je vhodné proto volit takové uspořádání, které nám umožní co nejsnazší změnu výrobního zařízení nebo výrobní linky. [18]

Layouty dělíme na pět kategorií:

1. Technologické uspořádání (Process layouts)
2. Předmětné uspořádání (Product layouts)
3. Kombinované uspořádání (Combinated layouts)
4. Pevné uspořádání (Fixed-Position layouts)
5. Skupinové uspořádání (Group layouts) [15]

Na níže uvedeném Obrázek 5 je grafické znázornění jednotlivých typů layoutů pomocí P-Q diagramu. Skupinové uspořádání je prezentováno jako buňkové uspořádání, a kombinované uspořádání je variací jednotlivých typů layoutů.



Obrázek 5 Vztah typu výrobního systému a druhu layoutu (převzato z [19])

1.4.1 Technologické uspořádání

Toto uspořádání je využívání v sériové výrobě. Charakteristické pro tento typ layoutu je to, že všechny stroje, které provádějí podobnou činnost a jsou situována na jedno pracoviště, viz Obrázek 6. V layoutu jsou tedy znázorněna specializovaná pracoviště, kde se provádí vždy jen jedna činnost. Jednotlivé vyrobené díly jsou přesouvány z jednoho pracoviště na druhé, s daným sledem. Různé produkty jsou výrobním systémem přesouvány různým způsobem.

Vzhledem k tomu, že jsou trasy mezi jednotlivými pracovišti dlouhé, je vhodné vyvízet na přesun jednotlivých produktů například vysokozdvizný vozík. Náklady na údržbu jsou velmi malé a vzhledem k používání univerzálních strojů je systém i méně zranitelnější. Naopak manipulace s materiálem není toliko efektivní, už vzhledem k zvýšení nákladů na pohonné hmoty pro vysokozdvizné vozíky.

Tento typ layoutu je využíván především, když objem výroby není vyhovující pro zvolení předmětného layoutu. [9][15]

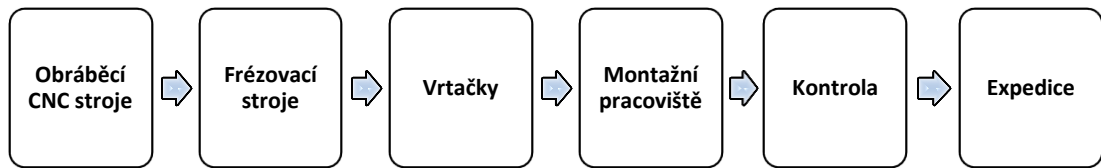


Obrázek 6 Technologické uspořádání [15]

1.4.2 Předmětné uspořádání

V tomto layoutu jsou stroje a další pomocná zařízení situována tak, jak jde výrobní proces výrobku. Je-li v podniku objem výroby jednoho nebo více produktů velký, tak se stroje a zařízení mohou uspořádat tak, aby byla výroba a tok materiálu, co nejefektivnější a tím i nižší náklady na produkt. Předmětné uspořádání je tedy vhodné volit tehdy, pokud se chce dosáhnout rychlého a mohutného toku produktu skrz výrobní systém. To je umožněno velkou standardizací produktů a pracovních činností. Nutno dodat, že jednotlivá zařízení na daném pracovišti nebo výrobní hale, jsou vždy pro jeden produkt.

Předmětné uspořádání je označováno také jako výrobní linka. Jelikož tento typ layoutu dosahuje velkého využití práce a zařízení, jsou náklady na vybavení značně vysoké. Ukázka uspořádání lze vidět na Obrázek 7 [15]

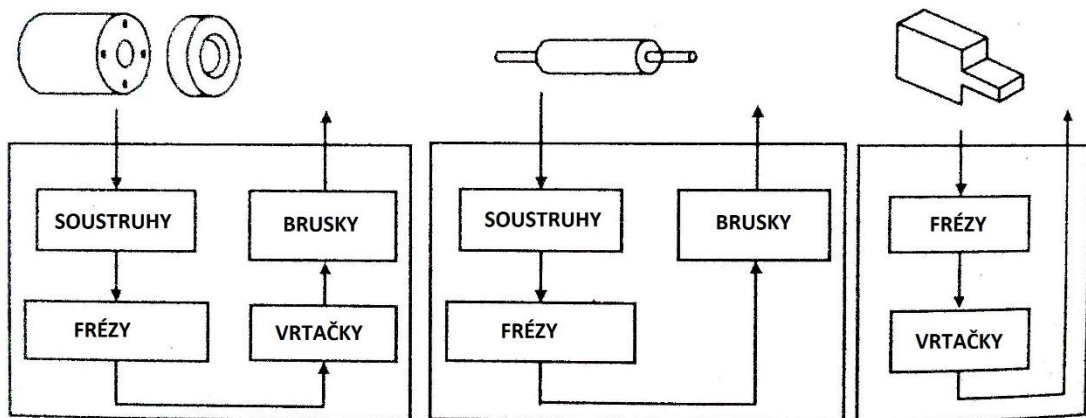


Obrázek 7 Předmětné uspořádání [15]

Tato uspořádání se může ještě dělit na hnízdové a linkové uspořádání. Hnízdové uspořádání můžeme rozdělit na řadové, volně rozptýlené a buňkové. Linkové uspořádání je dále rozděleno na pružné linky a proudové linky.

Hnízdová struktura

Tato pracoviště obsahují různé typy strojů, které jsou řazeny tak, aby byl zachován proces výroby dané součásti. V takovéto struktuře není vyráběn finální výrobek, ale pouze jeho část. Výroba je prováděna ve volnočasové návaznosti jednotlivých činností. Proto jsou v těchto takzvaných hnízdech i zásobníkové obrobky, které eliminují částečně problémy s meziskladem. Tato struktura je rozdělena ještě na řadové, volně rozptýlené a buňkové, kdy poslední jmenovaný je nečastějším typem a který lze vidět na Obrázek 8. [18]



Obrázek 8 Hnízdová struktura - buňkové uspořádání (převzato z [10])

Linková struktura

Linkové uspořádání je využíváno především v sériové a hromadné výrobě a za předpokladu, že výroba má menší počet druhů produktů.

- **Pružné linky**

Výrobní linka umožňuje vyrábět vybrané části produktu v závislosti na podobnosti tvaru, použité technologie a výrobní dávky. Uspořádání strojů je univerzální, aby se mohlo pružně reagovat na změnu produktu. Využití je ve středně sériové nebo malosériové výrobě. [18]

- **Proudové linky**

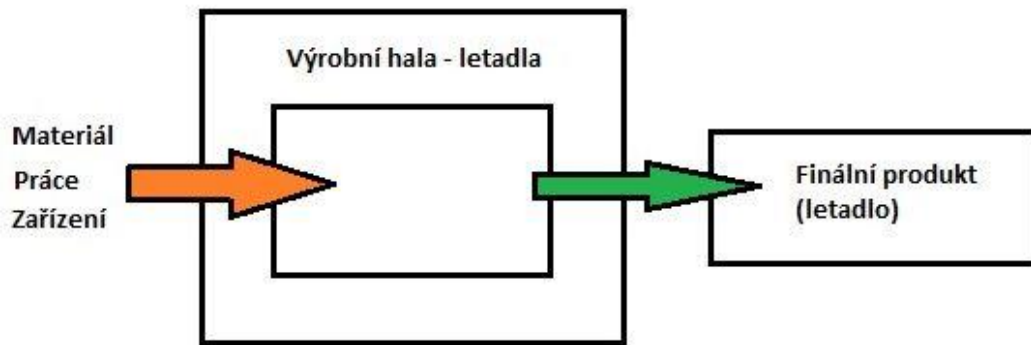
Využití těchto linek je za předpokladu, že máme malé množství druhů produktů, ale zároveň je jejich objem výroby vysoký. Jsou používány především ve velkosériové a hromadné výrobě. Charakteristikou těchto linek je pevné spojení jednotlivých strojů, které dohromady tvoří výrobní linku. Mohou být spojeny jak stroje, tak jednotlivá pracoviště. Stavba takovéto proudové výrobní linky je finančně velmi nákladná a je vhodná, pokud je vysoký odbyt výrobků. Variabilita výrobku je spíše nemožná. Tyto linky lze rozdělit na synchronní a nesynchronní.

Synchronní stroje či pracoviště pracují na jednotlivém produktu zhruba stejný čas a lze je tedy sladit do neměnného taktu pro celou výrobní linku.

Nesynchronní stroje či pracoviště pracují na výrobku s rozdílným časovým taktům. Proto se nedají sladit do neměnného taktu pro celou výrobní linku. Tyto problémy jsou, především v rámci pracovišť, řešeny předzásobováním materiálem a polotovary.

1.4.3 Pevné uspořádání

V odborných člancích, literatuře či praxi se lze setkat i s názvem pohyblivé uspořádání. To je aplikováno pro tzv. nestandardní výrobu, jelikož vyráběné části není vzhledem k jejich rozměrům možno manipulovat mezi stroji případně mezi halami. Výroba se provádí na jednom místě, kde je celý finální výrobek sestavován. Typickým příkladem je výroba velkých dopravních letadel, lodní průmysl atp. Je nutno říci, že vzhledem k organizaci práce je tento typ výroby náročný na výrobní logistiku. Zjednodušené pevné uspořádání lze vidět na Obrázek 9. [15]



Obrázek 9 Pevné (pohyblivé) uspořádání [15]

1.4.4 Kombinované uspořádání

Předešlé tři uspořádání existují v praxi v různých kombinacích. Toto uspořádání hledá co nejefektivnější systém, který bude efektivní, flexibilní a bude mít co nejmenší náklady. Důležité je, aby odpovídal co nejvíce požadavkům organizace. Proto si z každého typu layoutu bere určitou část struktury. Technologické uspořádání je vhodné pro sériovou výrobu. Předmětné uspořádání má zas nízké nákladové nároky na jednotku a velkou efektivnost. Za příklad mohou být uvedeny buňkové layouty, skupinové uspořádání či pružný výrobní systém. [9]

1.4.5 Skupinové uspořádání

Skupinová technologie je analýzou seskupení zařízení, strojů do skupin s podobnými vlastnostmi. Tato technologie nebo chceme-li uspořádání, lze použít pro vytvoření kombinovaného uspořádání dvou základních typů layoutů a to technologického a předmětného. [9][15]

Nástroje a metody pro optimalizaci výrobních procesů

V této části jsou stručně představeny vybrané analytické metody, které lze využít pro tvorbu layoutu neboli prostorového uspořádání a analýzu materiálového toku. Díky těmto metodám a nástrojům je určení a vybrání co nejoptimálnějšího uspořádání mnohem snazší.

Je-li výrobek zpracován v co nejkratším čase a je využita co nejkratší cesta skrze výrobní cestu, lze říci, že byl vybrán optimální materiálový tok.

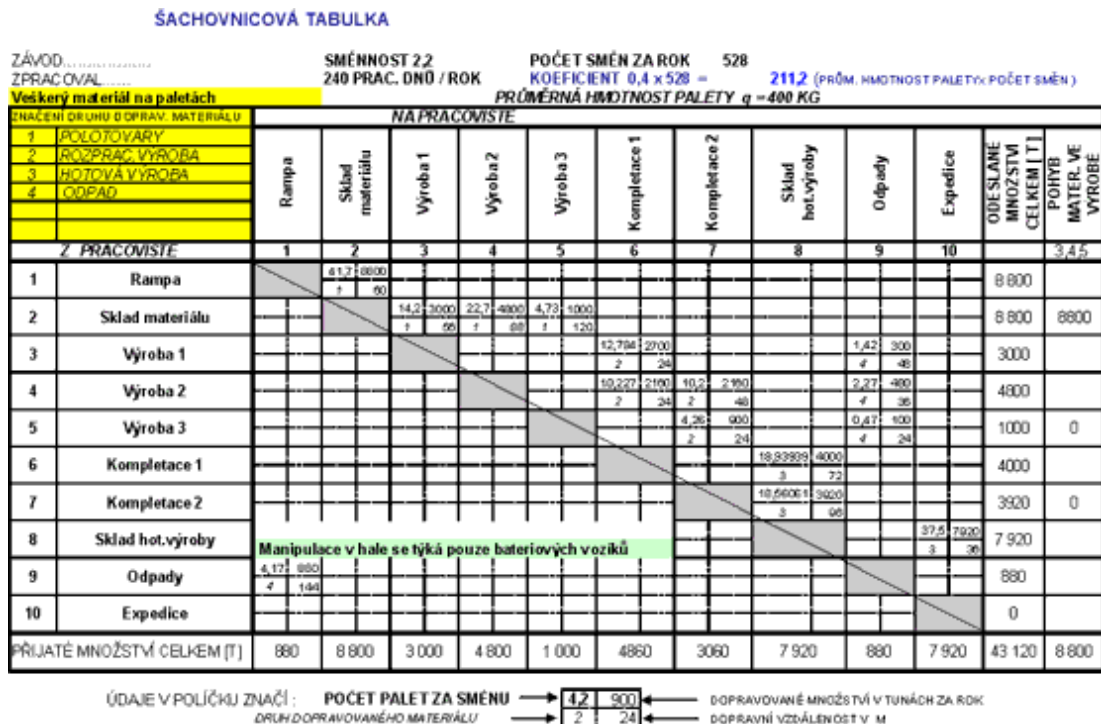
Následně při rozmístování jednotlivých strojů, zařízení a skladů, musíme brát na vědomí zjištěnou velikost materiálového toku a délku trasy pro nutnou manipulaci s materiálem k jednotlivým strojům, skladům atp. Tyto veškeré věci může vyhodnotit pomocí různých výpočetních a grafických metod. Tyto metody se dají, stejně jako klasifikace layoutů, kombinovat. Výčet některých metod je uveden níže. [20]

Základní analytické metody jsou následující:

- Šachovnicová tabulka
- Sankeyův diagram
- Metoda souřadnic
- I-D diagram
- Metoda CRAFT
- Metoda layoutu

1.5 Šachovnicová tabulka

Tato metoda je používána jako základ pro další metody, například Sankeyův diagram. Znárodnuje přehledné materiálové nebo výrobní přesuny mezi jednotlivými pracovišti, které byly uskutečněny za určité časové období. Můžeme ji využít pro přesun informací, materiálu, pracovníků atp. Do tabulky se zanáší četnost toků mezi jednotlivými pracovišti a jsou zadávány v daných jednotkách, jako jsou tuny, kusy atp. Následně zpracovaná tabulka je využita k seřazení intenzity toků mezi pracovišti od největší po nejmenší intenzitu. Tím získáme důležitost vztahů mezi pracovišti. Lze tedy získat informaci o tom, že pracoviště s největším objemem dopravovaného materiálu by měla být co nejbliže u sebe. Ukázka šachovnicové tabulky je na Obrázek 10. [21][22]



Obrázek 10 Ukázka šachovnicové tabulky (převzato z [23])

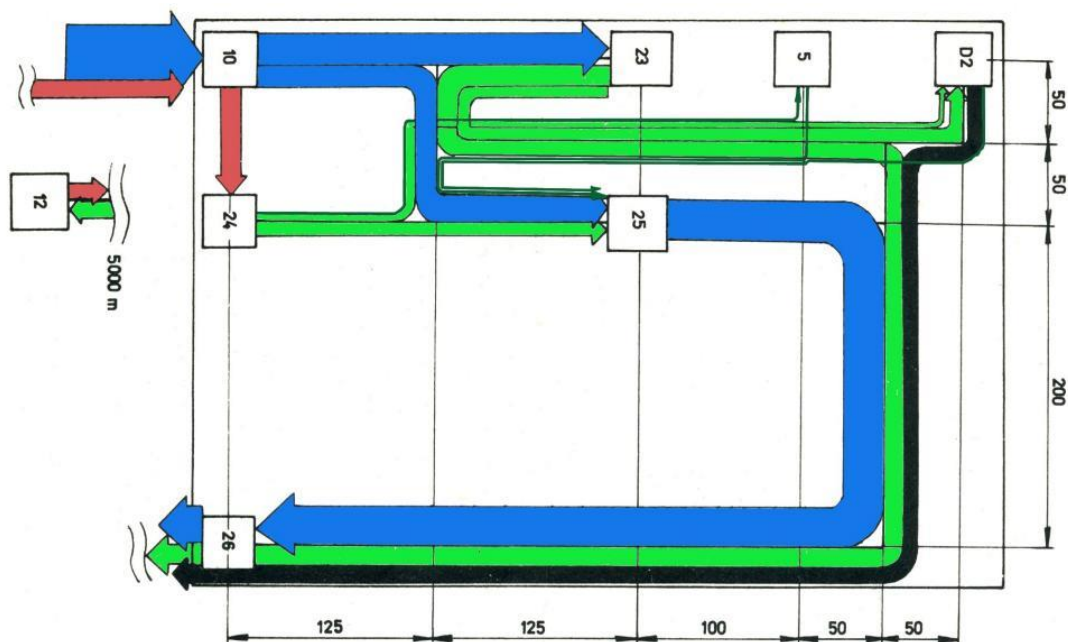
1.6 Sankeyův diagram

Máme-li k dispozici vyhodnocenou šachovnicovou tabulku a půdorysný plán objektu, můžeme graficky znázornit materiálový tok mezi jednotlivými pracovišti. Je vhodné využít pro grafické znázornění maticovou tabulku vstup-výstup, ve které je udáno přepočtené množství přepravovaného materiálu nebo výrobku mezi jednotlivými pracovišti. Toto množství je znázorněno pomocí šipek, které mají určitou šířku, délku a směr. Šíře nám ukazuje jak velké množství materiálu nebo výrobků je přepravováno, délka šipky znázorňuje vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti a směr značí směr toku materiálu. [24]

Web CIE-Plzeň popisuje tuto metodu: [24] "Jedná se tedy o řešení materiálového toku, tedy úbytek materiálu z polotovaru při jednotlivých technologických operacích na pracovištích, které jsou pro výrobu dané součásti potřebné."

Je důležité podotknout, že Sankeyův diagram neřeší umístění pracoviště, ale řeší grafické znázornění toku materiálu mezi pracovišti. Web CIE-Plzeň popisuje využití Sankeyova diagramu takto "Je vhodný k vizuálnímu posouzení stávající situace a k nalezení nového řešení v případě, že situace nedosahuje velké složitosti nebo jsou podmínky pro nové rozmístění těžko definovatelné pro počítačové zpracování."

Jeho uplatnění lze najít všude, kde je nějaký tok materiálu, látek (pevné, plynné a kapalné) nebo osob. Především je ale aplikován pro zobrazení výrobních procesů. Ukázkou Sankeyova diagramu lze vidět na Obrázek 11.



Obrázek 11 Ukáзка jednoduchého Sankeyova diagramu (převzato z [24])

1.7 Metoda souřadnic

Jedná se o metodu, která na základě síly vazby mezi jednotlivými objekty, optimalizuje jejich rozmístění v podniku. Proto je tato metoda řazena mezi rozmisťovací metody. Tato metoda je univerzálního typu a využívá matematicko-grafické řešení.

Jednotlivé objekty jsou ve vhodném měřítku vyznačeny v souřadnicovém systému X-Y. Všechny objekty, které mají vzájemný vztah i vztah k počátku 0, jsou v tomto systému znázorněny pomocí svých souřadnic x_i a y_i . Hodnotou q_i si vyznačíme kooperační vztahy centrálního objektu k výše zmíněným objektům. Hodnota q_i může značit součinitel hmotnosti nebo četnost spojení atp., a lze ji získat ze šachovnicové tabulky, odkud využijeme právě již zmíněné kooperační vztahy jednotlivých objektů k centrálnímu objektu, a přiřadíme jim jejich významnost (q_i). K nalezení optimálního umístění centrálního objektu použijeme jeho souřadnice X, Y, které mají nejmenší hodnotu $\sum x_i \cdot q_i$ a $\sum y_i \cdot q_i$. [25][26]

Kýžený vztah získáme z následující rovnice:

$$X = \frac{\sum_1^n x_i \cdot q_i}{\sum_1^n q_i} \quad (3.3.1)$$

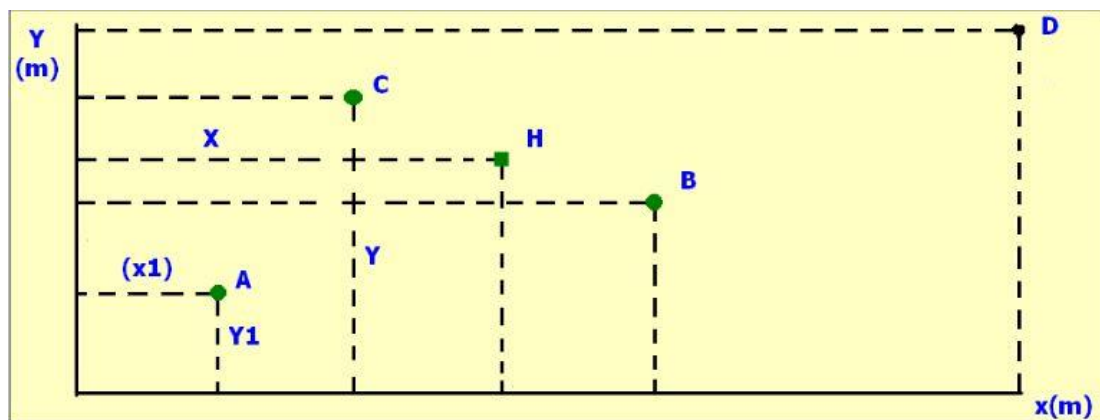
$$Y = \frac{\sum_1^n y_i \cdot q_i}{\sum_1^n q_i} \quad (3.3.2)$$

Kde X, Y ... jsou hledané souřadnice centrálního objektu

x_i, y_i ... jsou souřadnice daných objektů

i ... 1,2,3,..., n

q_i ... hodnota vztahu mezi daným objektem a centrálním objektem



Obrázek 12 Ukázka metody souřadnic. Písmeno H značí centrální objekt. (převzato z [25])

Svoje rozsáhlé uplatnění tato metoda má, pokud chceme získat informaci o umístění například centrálního skladu, na který mají ostatní objekty silnou vazbu.

1.8 I-D diagram

Stejně jako předešlé metody, i tato využívá vztahy materiálových toků k určení optimálního rozmístění jednotlivých pracovišť. Už z názvu lze usoudit, že tato metoda je založena na klasickém 2D grafu, kdy svislá osa značí intenzitu materiálového toku na dané pracoviště (označení I z anglického slova intensity), a vodorovná osa značí vzdálenost daného pracoviště od zdroje dodávaného materiálu či polotovaru (označení D z anglického slova distance). Intenzita je udávána v různých jednotkách, například objemu, počet ks, počet balení.

Tento graf nám udává informace o materiálových tocích a díky tomu i informaci o optimálním rozmístění pracovišť. Základem je tedy, aby pracoviště, které musí být co nejvíce zásobováno, respektive mají vysokou intenzitu zásobování, byla co nejbližší místu, které je jeho dodavatelem. Zkrácen řečeno je potřeba zajistit

co nejkratší vzdálenost zásobování.

1.9 Metoda CRAFT

Tato metoda spadá mezi další metody, které pomáhají v nalezení optimálního rozmístění pracovišť. CRAFT znamená v překladu Computerized Relative Allocation of Facilities Technique neboli technika sestavení vzájemné polohy pracovišť. Než je metoda použita, je důležité libovolně rozmístit pracoviště a pak pracoviště mezi sebou měníme, dokud nenalezneme co nejnižší náklady na manipulaci s materiálem. Vzhledem k tomu, že některá pracoviště mohou mít pevně danou polohu, anebo že pracoviště musí být co nejbližší u sebe, jsou tyto aspekty brány v potaz při výpočtu. Důležité je brát na vědomí také to, že lze CRAFT metodu použít tehdy, zda výrobek postupuje výrobou dle daných pořadí pracovišť a podle technologického postupu.

Jelikož je problém optimalizace vzájemné polohy při uspořádání pracovišť popsán matematickou funkcí, jejímž řešením je minimalizace funkce. Je tato metoda vzhledem ke své složitosti prováděna na počítači. [20][27]

1.10 Layout pracoviště

Tato metoda se od ostatních zmíněných metod liší tím, že se zhotoví nejprve půdorysný náčrt daného pracoviště nebo výrobní haly se všemi jeho výrobními prostředky, skladovacími prostory a dopravními cestami. Následně se do zhotoveného náčrtu zakreslí materiálový tok v různých variantách, kdy na sebe jednotlivé uspořádání strojů může různě navazovat. Typy layoutu pracoviště bylo napsáno v kapitole Klasifikace layoutu, včetně jejich příkladů.

Představení společnosti Hutchinson, s.r.o. v Rokycanech

Společnost Hutchinson byla založena před 162 lety, přesně v roce 1853. Zakladatelem byl Američan britského původu Hiram Hutchinson, který podnik založil ve Francii blízko města Montargis. První zaměření podniku bylo na trh s botami. V této první továrně pracovalo tehdy 600 dělníků, kteří denně vyrobili přes 5000 bot.

Následně v roce 1860 pronikla firma poprvé do zahraničí, kde byla postavena třetí fabrika, konkrétně v Mannheimu v Německu. Roku 1890 začala společnost vyrábět gumy na jízdní kola. Se začátkem 20. století se výroba rozvinula i pro automobilové pneumatiky. Roku 1920 se společnost začala specializovat na výrobu v tržních sektorech, jako jsou boty, oblečení, automobily, motocykly, jízdní kola, technické vybavení a mnoho dalšího. V roce 1934 byl vyvinut proces, jak navázat gumu na kov. V roce 1974 se Hutchinson stává součástí koncernu značky TOTAL, který se zabývá zpracováním ropných produktů a působí ve více než 130 zemích světa s počtem přibližně 120 000 zaměstnanců. Hutchinson působí v 23 zemích po celém světě a zaměstnává na 35 000 zaměstnanců.

Historie společnosti v České republice se začala datovat od roku 1994. Svoji pobočku založila na adrese Klostermannova 995, 33701, Rokycany. Celková plocha areálu podniku činí zhruba 42 000 m². Podnik zaměstnává kolem 650 zaměstnanců. Rokycanská pobočka spadá do divize Fluid Management Systems a zaměřuje se především na výrobu gumových hadic pro automobilový průmysl. Mezi druhy vyráběných hadic patří hadice pro přenos chladicích kapalin spalovacích motorů, hadice pro přenos paliva a také nízkotlakých vzduchových hadic pro sání spalovacích motorů vybavených turbodmyčadly.



Obrázek 13 Mapa areálu Hutchinson, s.r.o. v Rokycanech [32]

Hutchinson spolupracuje se zákazníky světové úrovně, jako jsou automobilky

Ford, koncern Daimler-Chrysler, BMW, Renault, koncern VW. Spolupráce je navázána s partnerskou pobočkou v Polsku a hlavní styk se zákazníky zajišťuje pobočka v Mannheimu v Německu.

Společnost je držitelem certifikátů kvality pro automobilový průmysl ISO/TS 16949:2009, a dále certifikátu Systému environmentálního managementu ČSN EN ISO 14 001:2005. [28][29][30][31]

Analýza a zhodnocení současného stavu v podniku Hutchinson, s.r.o.

V současném stavu je hala G využívána částečně pro výrobu a částečně pro skladování hotových hadic. V jedné polovině haly se nacházejí tři výrobní linky, z nichž dvě jsou linky koextruzní (Koex 1 a Koex 2) a jedna je linka CGM na výrobu celogumových hadic (jednoduché hadice bez opletu, čistě gumová hadice). V druhé polovině haly jsou situovány patrové regály pro skladování hotových hadic jak z výrobních linek umístěných v této hale, ale také hadice z kontinuální linky, která je umístěna v hale B. Hotové hadice z linek Koex 1 a Koex 2 nejsou skladovány jen v hale G, ale i ve vedlejší hale D. Tato hala je rozdělena na sklad hotových hadic a logistiku. Hala B je umístěna naproti hale G přes silnici. Bedny se směsmi se skladují v hale A, která je chlazená na určitou teplotu pro skladování gumové granulátové směsi. Ale jelikož hala B nemá dostatečný prostor pro přípravování beden se směsmi pro kontinuální linku, připravují se tyto bedny v hale G, odkud se vozí právě do haly B.

Pracovník, který zásobuje výrobní linku, musí požadované směsi k jednotlivým linkám vozit ručním elektrickým paletovým vozíkem z chladicího skladu v hale A, která je vzdálena zhruba 300 metrů. Pracovník doveze směsi na přípravné pozice, a tím si připraví směsi dle požadavku na výrobní standard hadice pro obě linky Koex 1 a Koex 2 případně i pro CGM linku. Následně při výměně standardu hadic nebo dle nutnosti doplní boxy se směsmi do vibračních pozic.

Výrobní linku obsluhují 2 pracovníci. Jeden skládá hotové hadice do připravených beden a druhý koriguje výrobní linku tak, aby hadice byla vyráběna v přesných měřítkách a dle požadovaného standardu. Bedny pro hotové výrobky mají rozměry dle vyráběných standardů hadic. Po vyrobení dané metráže standardu hadice se bedny naskládají na paletu a odvezou se na vyznačené místo pro expedování do skladu. Odkud si paletu s hotovými hadicemi přebere pracovník, který zaváže směsi k výrobním linkám.

Níže na Obrázek 14 lze vidět pohled na současný stav v hale G. Vpravo na fotografii lze vidět protlačovací linku Koex 1 a vlevo vedle ní je hůře vidět druhá protlačovací linka Koex 2. Vlevo je částečně vidět místo, kde jsou umístěny regály s hotovými hadicemi vyrobených na hale G a na hale B.



Obrázek 14 Pohled na současný - výchozí stav v hale G.

Podnik se rozhodl vzhledem k výše popsanému způsobu uskladňování, přípravy směsí a dlouhé trasy směsí k výrobním linkám, upravit halu G pouze pro výrobu. Vedlejší halu D má v plánu propojit s halou G pomocí dvou průjezdů a rozšířit nynější sklad o potřebnou kapacitu na novou linku, která bude vyrábět hadice s dvojitým opletem. Logistiku chce nahradit chladícím skladem pro bedny se směsmi. V této práci je řešena jen část týkající se haly G.

1.11 Popis procesu výroby na protlačovacích linkách v hale G

V hale G jsou umístěny pouze linky na protlačování, proto je způsob výrobního procesu odlišný než na jiných halách, kde se vyrábějí například vodní hadice. Proces výroby na protlačovacích linkách vypadá následovně.

Linka má na začátku umístěny vibrační koše, v kterých jsou umístěny dva typy gumových granulátů. Tato granulová směs se skrz zavedenou hadici nasaje a je natlačena tlakem o určité výši do tlakové hlavy v extrudéru. Mezi tlakovou hlavou a šnekem extrudéru jsou umístěna síta pro separování případných nečistot. Tím je vytlačena první vrstva hadice. Za extrudérem je umístěna měřicí hlava, která provádí optické 2D měření vnějšího průměru hadice. Po optickém měření vnějšího průměru následuje zchlazení hadice chladicí vodou. Poté následuje opředení hadice pomocí kevlarového vlákna, aranitu nebo PET vlákna. Následně je hadice pomocí popotahu přesunuta do zařízení s rozpouštědlem, do kterého se namočí, což zajistí, aby se na hadici mohla nalepit další vrstva gumy. Jakmile hadice projde rozpouštědlem, přesune se do druhé tlakové hlavy extrudéru, kde je na ni nanesena druhá vrstva gumy. Následuje druhé zchlazení hadice chladicí vodou. U tohoto chlazení se vyskytuje i tzv. anti-tack neboli antiadheze, který je zde proto, aby se po naskládání do bedny jednotlivé hadice k sobě nelepily. Poté se na hadici natiskne značení buďto pomocí laseru, nebo tiskárny. Na hadici se zpravidla tiskne logo, chip, recyklační známka a datum výroby. Hadice je vyráběna dle určitých referencí a dle standardu.

Rychlost linky při výrobě se pohybuje v rozmezí 4 až 5 m/s a vyrábí se na

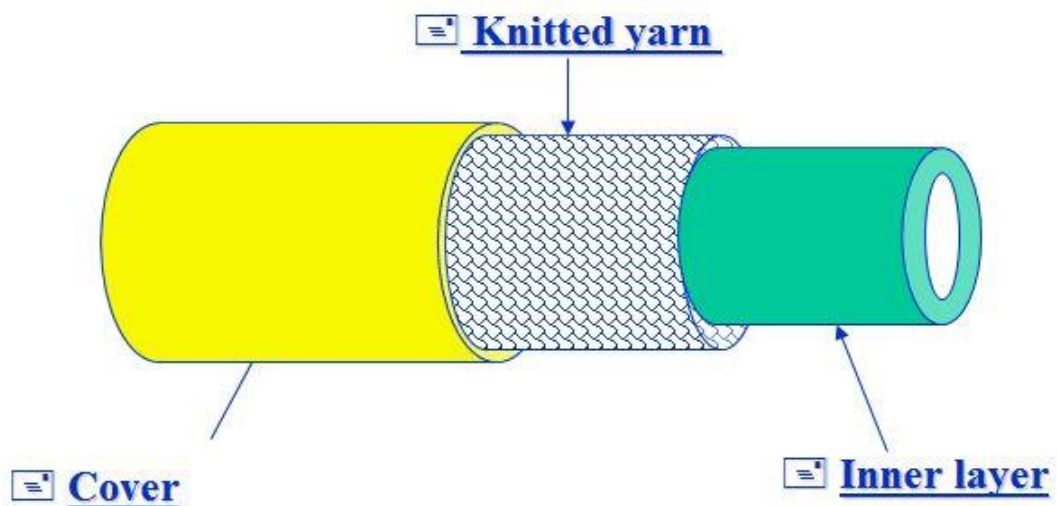
nich průměry hadic od 5 mm² do 60 mm².



Obrázek 15 Výrobní protlačovací linka Koex 2

1.12 Význam pojmu „standard“

Standard je pojem, který je užíván v podniku jako označení způsobu výroby hadice. Vzhledem k tomu, že v hale G jsou koextruzní výrobní linky na vzduchové hadice, označení standardu pro tyto hadice se skládá z pěti znaků. Písmen a čísel. Z těchto znaků můžeme zjistit, jaký typ směsi byl použit na první protlačení, tedy na pouzdro, na Obrázek 16 je uveden jako cover, číslo nám značí orientační vnitřní průměr pouzdra, následně nám dává informaci o typu opředení (jednoduché nebo dvojité) a použitým typu vlákna pro opředení. Počet typů vláken na opředení je až patnáct. A poslední z pěti znaků nám udává také informaci o typu směsi použité pro druhé protlačení, tedy překrytí, níže na obrázku uvedené anglicky jako Inner layer. [32]

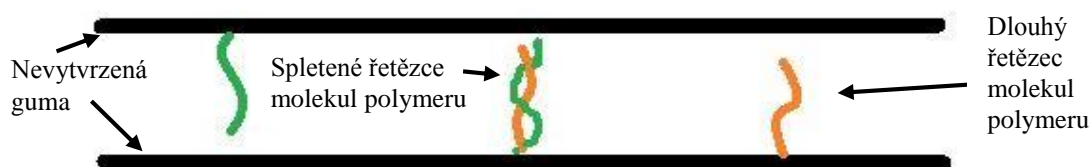


Obrázek 16 Ukázka standardu hadice - hadice s jedním opletem [32]

1.13 Význam pojmu „anti-tack“

Co je anti-tack a proč je nezbytný při výrobě gumových hadic? Nezpolymerovaná guma nemá velké adhezivní vlastnosti s ostatními substráty, ale je-li guma čerstvá, lepí se na sebe. Tato vlastnost se nazývá tack neboli v překladu lepidivost.

Teorie říká, že dlouhý řetězec molekul polymeru je tvořen do spirálové struktury a vychází z povrchu čerstvé gumy. Tyto spirálové struktury mají tendenci vzájemně se promítat, když je guma smíšena. Pokud dva nevytvrzené gumové povrchy přijdou do vzájemného kontaktu, mohou se tyto spirálové řetězce molekul polymeru zaplést do sebe a vytvořit tak vzájemnou soudružnost mezi oběma substráty.



Obrázek 17 Teorie lepidivosti a koheze nevytvrzené gumy [33]

Proto se na výrobních linkách používá zařízení s anti-tackem. Anti-tack je tedy materiál nebo směs, která je aplikována na povrch nevytvrzené gumové hadice, a umožňuje tak oddělení jednotlivých hadic od sebe při ukládání do beden pro následné skladování. [33]

Inovace výrobní haly v podniku Hutchinson Fluid Transfer Systems, s.r.o.

Podnik se rozhodl navýšit svoje výrobní kapacity, a proto bylo nutné vytvořit několik návrhů rozložení výrobních linek ve výrobní hale. Hlavními třemi podmínkami pro úspěšné přijetí layoutu výrobní haly G bylo vyřešit co nejefektivnější materiálový tok k výrobním linkám a od linek, vyřešení manipulačních prostorů dle platných norem ČSN, najít co nejpříjemnější finanční náročnost pro realizaci inovace. Čtvrtým bodem bylo pokusit se splnit výše zmíněné podmínky při zavedení čtyř velkých výrobních linek. Tyto podmínky sice byly splněny, ale s velkými omezeními. Byl tedy přijat návrh o přidání pouze jedné výrobní linky.

Toto vše bylo bráno v potaz a byly sestaveny 4 varianty rozvržení výrobních linek, materiálových toků, manipulačních prostorů ve výrobní hale. Všechny tyto varianty jsou rozebrány v následujícím textu.

Veškeré layouty a obrázky spojené s rozvržením výrobního systému jsou vytvořeny v softwarovém programu Zoner Callisto 5 FREE.

1.14 Současný stav ve výrobní hale G

V současné hale jsou umístěny 2 velké protlačovací linky (dále jen Koex 1 a Koex 2) a jedna malá linka na výrobu jednoduchých celogumových hadic. Velké výrobní linky vyrábějí složitější hadice s jedním opletem. Rozvržení v hale je řešeno tak, že při vstupu do haly vjezdem jsou umístěny jednopatrové regály, kde se skladují výrobky z linek Koex 1 a Koex 2. V hale jsou umístěny také WC a kancelář pro pracovníky mající na starost výrobu koextruzních linek. Vedle vjezdu uvnitř haly je vyhrazený prostor pro skladovací pozice z výrobních linek, které jsou umístěné v jiné hale. Výrobní linky Koex 1 a Koex 2 jsou instalovány vedle sebe, ale každá opačným směrem, to samé platí i pro menší linku na výrobu celogumových hadic. Není tedy zachován jednotný materiálový tok. Hala má jak už bylo řečeno jeden vjezd, určený pouze pro vysokozdvížné vozíky a paletové vozíky. Zaměstnanci mají vyhrazeny dveře hned vedle vjezdu. Z druhé strany haly jsou druhé dveře sloužící především jako únikový východ. Celý současný stav lze vidět v Příloze 1.

1.15 Popis a specifikace jednotlivých variant

Varianta A a varianta B jsou v podstatě stejné layouty s rozdílem, že varianta A řeší rozvržení výrobní haly s linkou Koex 2 otočenou o 180°, kdežto varianta B řeší nezměněný stav výrobní haly a pouze instalaci a umístění nové výrobní protlačovací linky Koex 3. Varianta C řeší situaci, kdy by do výrobní haly byly vměstnány 4 výrobní linky. Jak se lze v popisech jednotlivých variant dočíst, byla vybrána nakonec varianta se třemi linkami, která se ale od variant A a B liší počtem extrudérů, a tím i implementovaným dvojitým opletem na výrobní koextruzní lince.

Poslední varianta, která nakonec byla i přijata pro realizaci, řeší rozvržení linky Koex 3 a další úpravu pro její instalaci. Jsou zde oproti předešlým variantám změny jak v instalované třetí výrobní protlačovací lince, tak i změny ve vytvoření průjezdů do haly D. Dále jsou znázorněny nové kanálky u linky Koex 3 a prostor před sociálním zařízením, kde je instalováno zábradlí pro zamezení styku pracovníka s projíždějícím vysokozdvizným vozíkem.

1.15.1 Popis společných změn ve variantách A a B

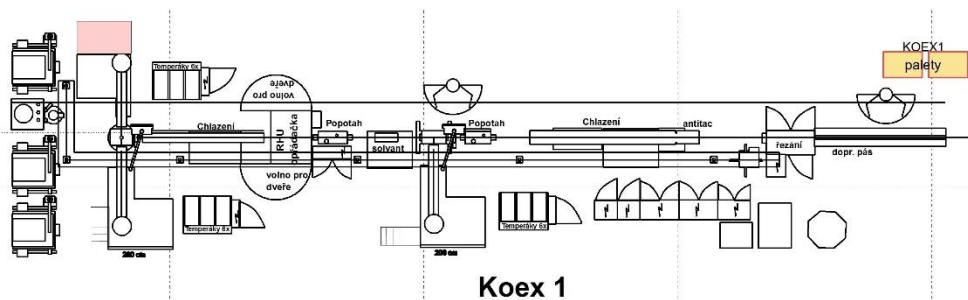
Prvním společným bodem je přidání výrobní linky Koex 3, která by byla postavena na principu nynější koextruzní linky Koex 1, tedy bez dvojitého opletu. Linka Koex 3 by byla situována na místo, kde se momentálně nachází sklad výrobků z koextrudérních linek Koex 1 a Koex 2 viz Příloha 1. Původní návrh výrobní linky Koex 3 pojednává o tom, že extrudéry jsou proti sobě, jako jsou extrudéry instalovány na lince Koex 1. Extrudér, který by se nacházel u zdi, by se otočil o 90° tak, aby se vytvořil dostatečný prostor mezi výrobní linkou Koex 3 a zdí výrobní haly.

Manipulační prostor pro obsluhu linky je plně dostačující jak pro samotnou obsluhu, tak i pro průjezd vysokozdvizného vozíku (dále jen VZV) s materiálem.

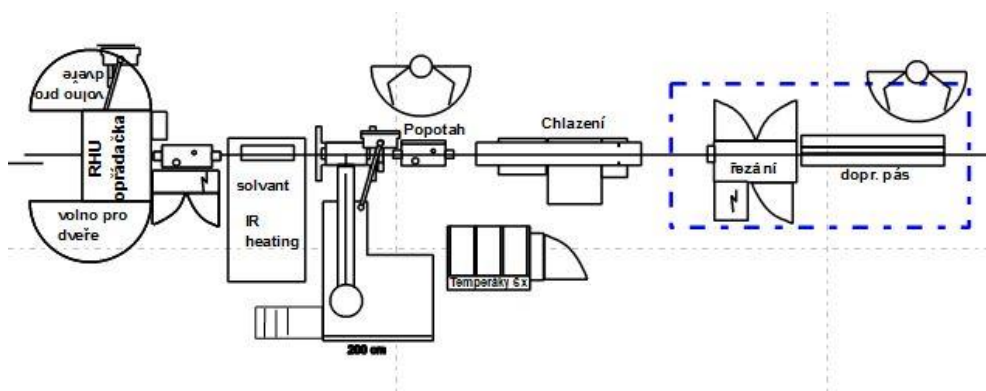
Co se týče výrobní linky Koex 1, tak by k ní byla doinstalovaná část pro výrobu dvojitého opletu. Navrhnuty jsou dvě varianty.

První varianta spočívá v tom, že nynější linka Koex 1 by byla zachována, viz Obrázek 18, a k ní by se doinstalovala technická část pro dvojitý oplet, viz Obrázek 19. To znamená, že za dopravní pás by byly doinstalovány zařízení v tomto pořadí: Opřádací stroj, popotah, zařízení s rozpouštědlem a infračerveným vytápěním, 4. extrudér, popotah, krátké chlazení, řezací stroj a dopravní pás. Poslední dvě zařízení by bylo možno přesunout dle potřeby, viz na Obrázek 19 modře čárkované

ohraničení, pokud by linka nevyráběla typ standardu hadice pro dvojitý oplet.

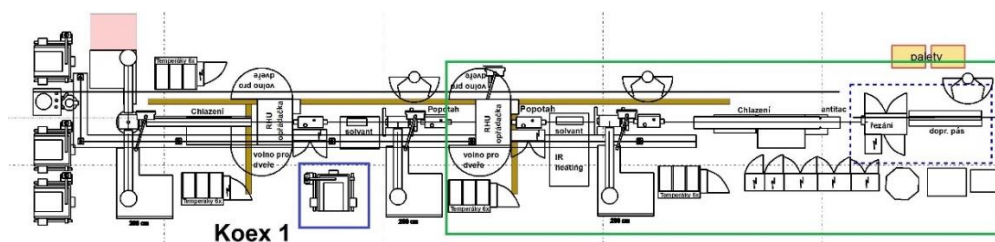


Obrázek 18 Koextruzní linka bez dvojitého opletu – Varianta 1, část 1.



Obrázek 19 Detail dvojitého opletu na koextruzní lince Koex 1 – Varianta 1, část 2.

Druhá varianta se liší sestavením dvojitého opletu na koextruzní lince Koex 1 tak, že by se velké chlazení s anti-tackem za třetím extrudérem, řezací stroj a dopravní pás přesunuly na konec linky a jejich pozice by zastoupily oplétací stroj, popotah, rozpouštědlo + infračervený vytápění, čtvrtý extrudér a popotah. Tato změna na lince Koex 1 je zvýrazněna zeleně na Obrázek 20.

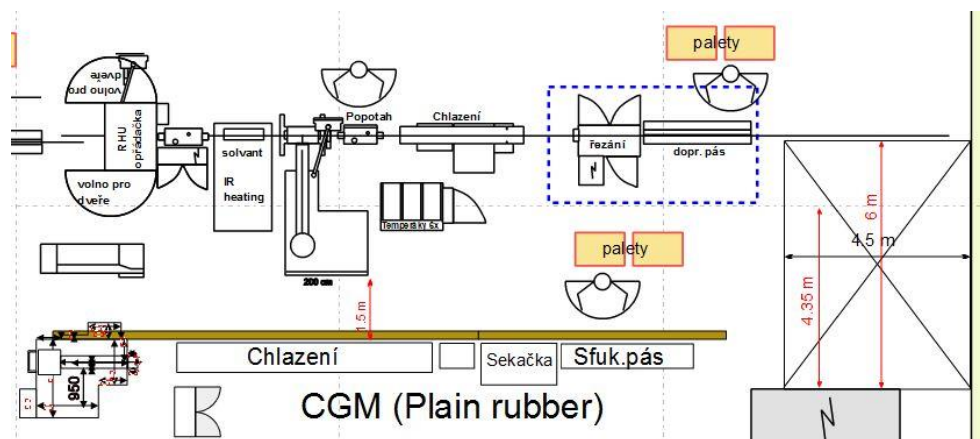


Obrázek 20 Detail zkrácené koextruzní linky Koex 1 s dvojitým opletem – Varianta 2

Tato změna si vynutí přemístění rozvaděčů za poslední extrudér a zařízení temperační jednotky s vibračním košem ke čtvrtému extrudéru. Vibrační koš by byl, vzhledem k účinnosti nasávání granulátové směsi, umístěn před třetí extrudér, viz modré označení na Obrázek 20.

Díky tomuto zkrácení linky Koex 1 vznikne prostor pro bezproblémový pohyb a manipulaci s paletovými vozíky popřípadě s ručním elektrickým vozíkem.

Řešení pro obsluhu a následně tok hotových výrobků z výrobní linky CGM na celogumové hadice je závislé na provedení výrobní linky Koex 1. Pokud by byla aplikována varianta 1, nebyl by zde dostatečný bezpečnostní prostor pro pohyb VZV i paletových vozíků a jedinou možností by bylo odbavovat CGM linku jen tehdy, kdy by se na lince Koex 1 nevyráběl dvojitý oplet a pohyblivá část dvojitého opletu by mohla být dána stranou, viz modře čárkované ohraničení na Obrázek 21.



Obrázek 21 Detail dvojitého opletu ve variantě 1 a možnost odbavení na lince CGM

Tento problém by vyřešila druhá varianta, viz Příloha 3 nebo Příloha 5, která díky implementaci dvojitého opletu přímo do linky zajistí bezproblémové odbavení výrobní linky CGM bez závislosti na výrobě na lince Koex 1.

Jak lze vidět na Obrázek 21 je vyznačený prostor o velikosti zhruba 6x4.5 m, který musí zůstat volný (obsahuje rozváděč, váhu, potrubí,...). Kóta s hodnotou 4.35 m značí, kde se nesmí projíždět a nic skladovat, do zbylého prostoru je zakázáno cokoli umístit.

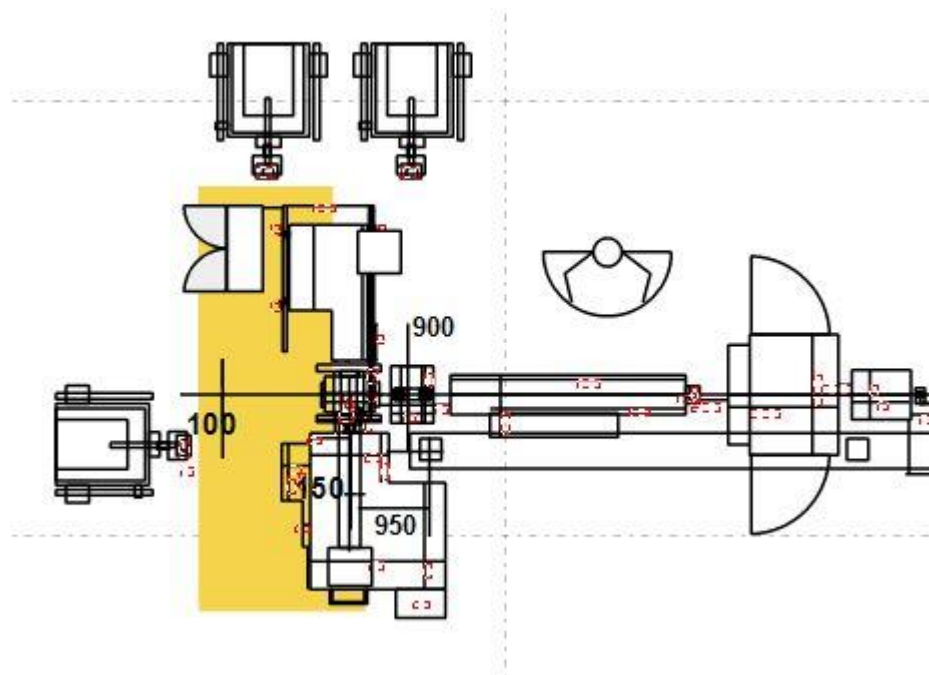
Další společnou změnou a zároveň i stěžejní pro všechny návrhy včetně finálního, je vytvoření dvou průjezdů do vedlejší haly. Tato hala je momentálně rozdělena na dvě části. Logistika a sklad hotových výrobků. Logistika bude předělána na chladicí sklad gumových směsí, odkud se budou směsi dovážet k výrobním linkám. Toto propojení hal umožní jednodušší zásobování linek granulátovými směsmi a následné naskladňování hotových hadic.

1.15.2 Varianta A

Koextruzní linka Koex 2 by byla otočena o 180°. Tím by byl zaručen požadavek na jednotný směr materiálu k linkám a hotových výrobků od linek. Nejblíže část linky (rozpuštědlo, chlazení) bude od extruderu linky Koex 3 vzdálena 2.1 m, což umožní bezpečné projetí jak paletovým vozíkem, tak VZV s materiálem. Manipulační prostor pro obsluhu potlačovací výrobní linky Koex 2 je vymezen dle normy ČSN 26 9010 - Manipulace s materiálem; šířky a výšky cest a uliček, na minimální šířku uličky pro obsluhu zařízení, a je vyznačen v Příloze 2 a 3 žlutou barvou.

Výrobní linka Koex 2 by měla mít přemístěné vibrační koše na směsi na začátek linky k extrudérům, viz Obrázek 22. To by zajistilo jednodušší zásobování linky, a tím i jednotný materiálový tok k linkám. Před linkou je zhruba 7 metrů volného prostoru, je tedy více možností jak vibrační koše umístit k lince tak, aby účinnost nasávání směsi do extrudérů byla co nejvyšší. Je ale nutno zachovat volný prostor před rozváděčem, minimálně o velikosti pro otevření dveří rozváděče a možnost pro bezpečný pohyb elektrikáře.

Vzhledem k zmíněnému otočení koextruzní linky Koex 2, by se umožnilo bezproblémové odbavování všech výrobních linek za předpokladu, že by byla koextruzní linka Koex 1 ve variantě 2, viz Obrázek 20 a Příloha 3.

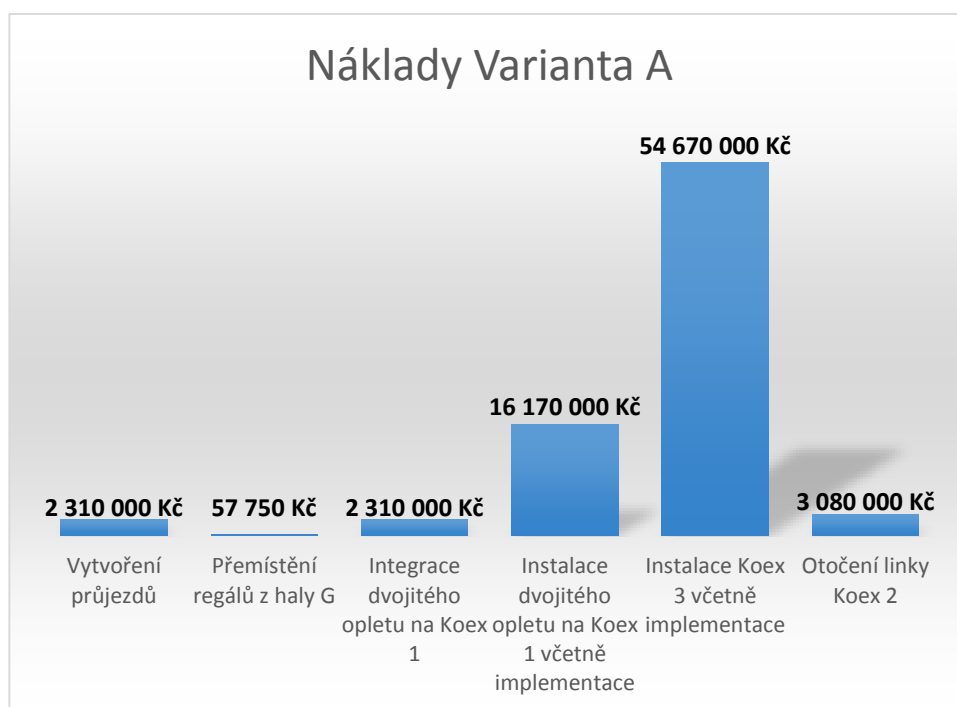


Obrázek 22 Umístění vibračních košů na koextruzní lince Koex 2 po otočení o 180°

V níže uvedeném Graf 1 můžete vidět odhadnuté finanční nároky na jednotlivé změny. Celková cena Varianty A závisí na tom, zda by byla zvolena varianta se zkrácenou linkou Koex 1 nebo varianta s doinstalováním technické části dvojitého opletu.

Cenový odhad pro realizaci varianty A

V těchto finančních odhadech nejsou zahrnuty náklady týkající se aktivit mimo halu G a aktivit, které jsou uvedeny už ve vybrané variantě. Celkové odhadnuté náklady na níže uvedené činnosti činí 78 597 750 Kč.



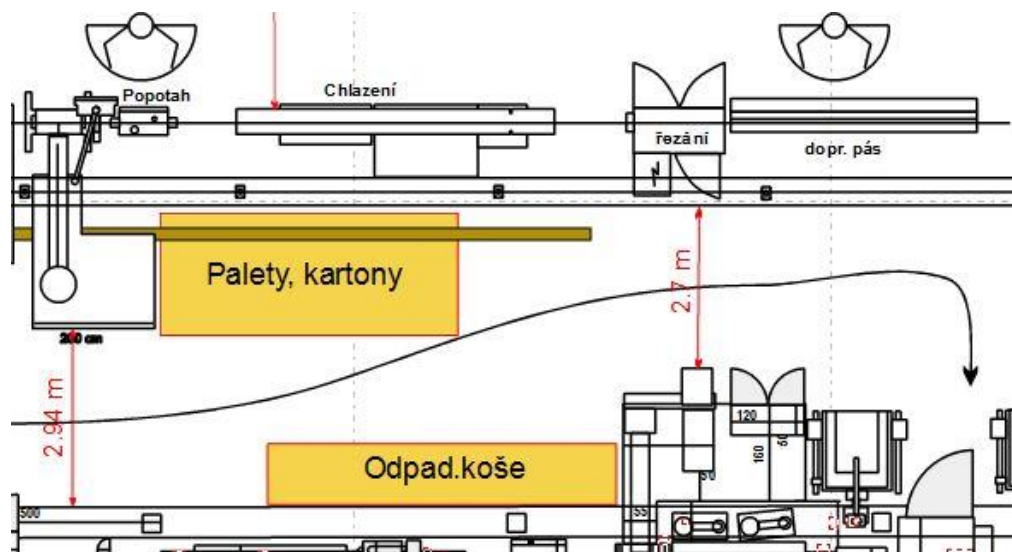
Graf 1 Odhadované náklady na Variantu A

1.15.3 Varianta B

Koextruzní linka Koex 2 zůstává bez jakékoliv změny. Výrobní linka Koex 3 by byla umístěna tak, aby bylo docíleno bezproblémového zásobování linky Koex 2 a umístění potřebných prostředků k výrobním linkám, viz Obrázek 23.

Tato varianta nesplňuje jeden z hlavních cílů a to jednotný tok materiálů. Jak lze vidět v Příloze 4 a 5.

CGM linka zůstane pozičně nezměněna. Obslužný prostor bude zachován v dostačující míře a dle minimálních rozměrů, které ukládají bezpečnostní normy.

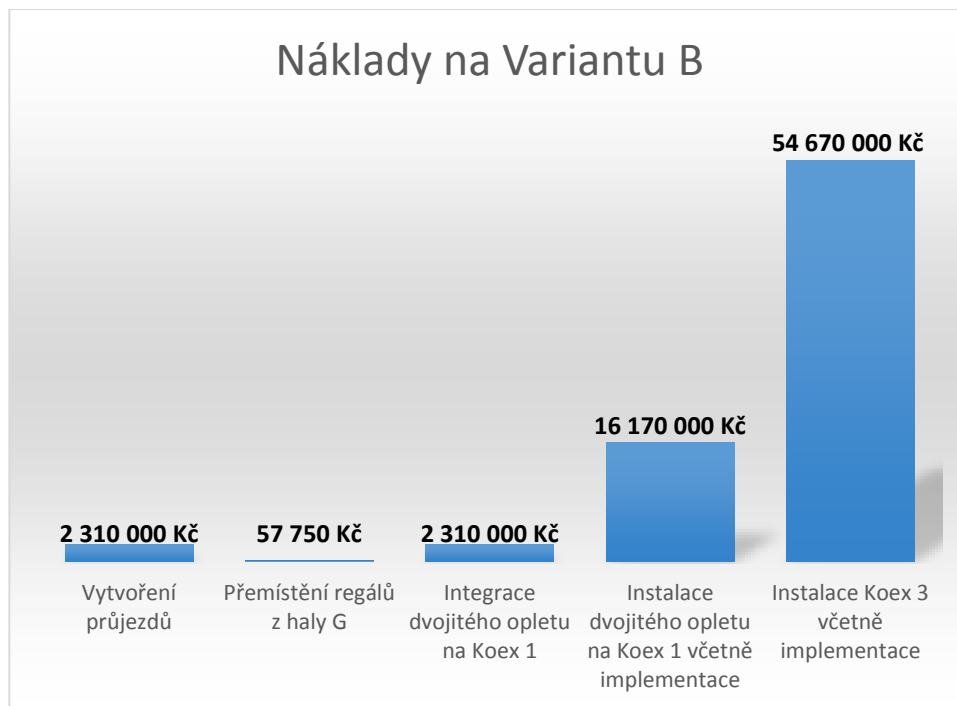


Obrázek 23 Umístění potřebných prostředků k výrobním linkám

Celková cena je tvořena pro Variantu B dle toho, zda by byla zvolena varianta se zkrácenou linkou Koex 1 nebo varianta s doinstalováním technické části dvojitého opletu. Platí stejný postup jako u Varianty A.

Cenový odhad pro realizaci varianty B

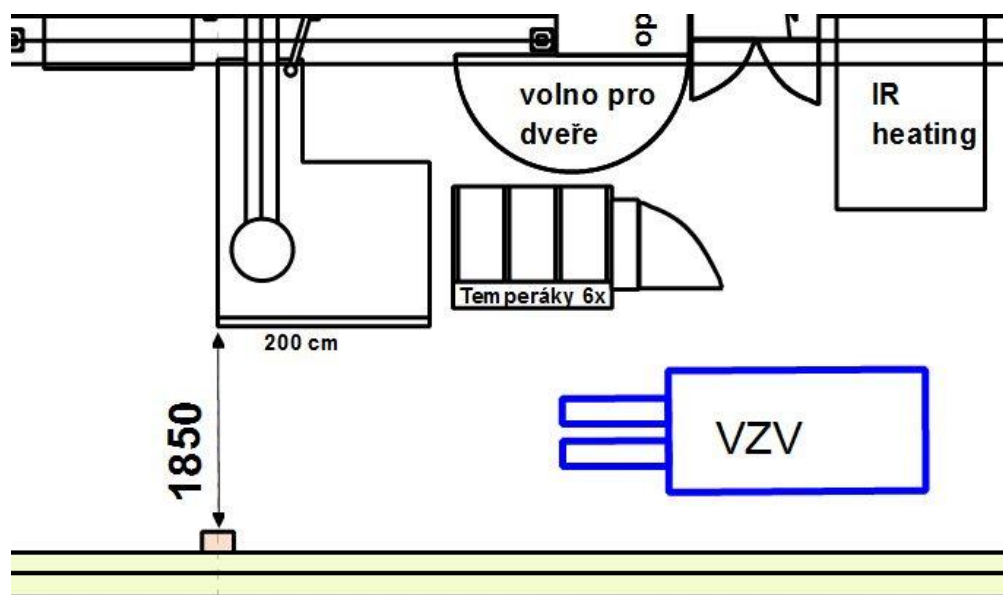
V těchto finančních odhadech nejsou zahrnuty náklady týkající se aktivit mimo halu G a aktivit, které jsou uvedeny už ve vybrané variantě. Celkové odhadnuté náklady na níže uvedené činnosti činí 75 517 750 Kč.



Graf 2 Odhadované náklady na Variantu B.

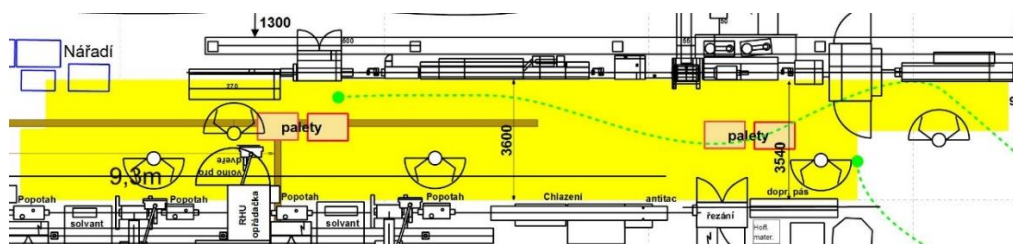
1.15.4 Varianta C

Tento návrh rozvržení výrobních linek je založen na celkovém reengineeringu uspořádání linek v hale, viz Příloha 6. Prvotním řešením v této hale, stejně jako u dvou předešlých variant, bylo vytvoření dvou průjezdů do haly D, kde jeden průjezd slouží pro zásobování výrobních linek směsmi a druhý pro skladování hotových hadic. V tomto layoutu jsou zakresleny 4 velké výrobní linky. To ale zapříčinilo zavedení určitých omezení. Jedním z omezení je, že mezi stěnou haly a koextruzní linkou Koex 1 je šíře uličky zhruba 1.85 metru, viz Obrázek 24. Tento rozměr splňuje bezpečnostní požadavky pro paletové vozíky i vysokozdvizné vozíky (VZV), ale jen elektrické VZV ručně ovládané.



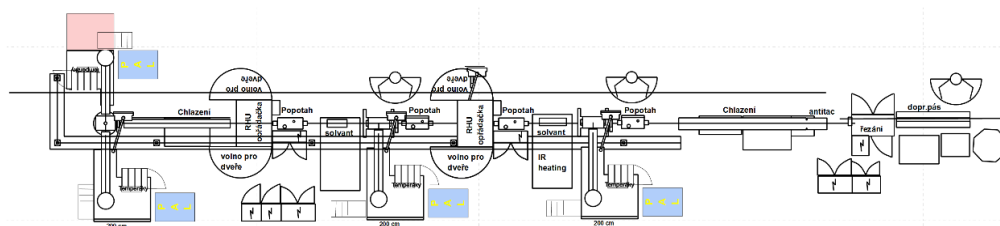
Obrázek 24 Detail na velikost uličky mezi koextruzní linkou Koex 1 a zdí haly

Dalším ústupem v hale by bylo zrušení výrobní linky CGM na celogumové hadice a následný její přesun do jiné haly. Tím by se mohla koextruzní linka Koex 1 posunout o cca 2 metry ke zdi haly. Tato linka by byla i technicky upravena na výrobu dvojitého opletu. Umístění nových i použitých filtrů, určené pro výrobní linky, by se zpod okna přesunuly buďto na místo linky CGM nebo do vedlejší haly. Vzhledem k posunutí linky Koex 1 by byla posunuta o stejný rozměr taktéž koextruzní linka Koex 2. Manipulační prostor mezi těmito dvěma linkami by byl maximálně 3.6 metru, což je plně dostačující pro obsluhu obou linek a odvozu naplněných beden paletovým vozíkem, viz Obrázek 25.



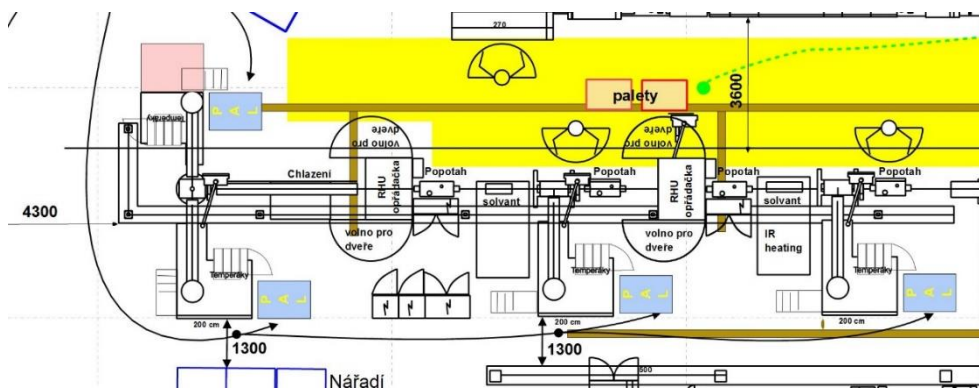
Obrázek 25 Manipulační prostor mezi výrobními linkami Koex 1 a Koex 2 - manipulační prostor je vyznačen žlutou barvu, postavy znázorňují obslužná místa pracovníka na lince

Na místě, kde částečně byla linka Koex 2 a jednopatrové regály pro výrobky z linek Koex 1 a Koex 2, by byla postavena linka Koex 4 na výrobu silikonových hadic. Tato linka by byla specifická a odlišující se od ostatních nejen výrobou hadic ze silikonu, ale i zavážením potřebného materiálu k extrudérům. Ty by neměly vibrační koše s vývěvami, ale pásy s nájezdovými podestami, které by sloužily pro zásobování extrudérů směsmi. Celou linku a nájezdové podesty (světle modré obdélníky) lze vidět na Obrázek 26.



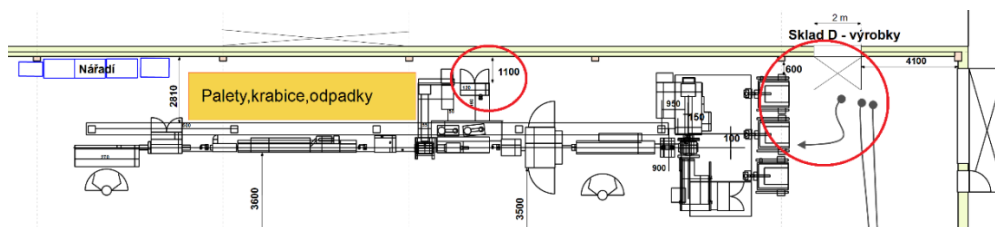
Obrázek 26 výrobní linka Koex 4

Tato změna by byla vynucena vměstnáním čtyř výrobních linek do haly. Šíře manipulační uličky mezi linkou Koex 1 a linkou Koex 4 by činila 1.3 metru a dle české technické normy ČSN 26 9010 by zde mohly projíždět pouze paletové vozíky k nájezdovým podestám, určených k doplnění extrudérů směsmi, viz Obrázek 27. Tato linka by byla situována do trasy průjezdu z vedlejší haly pro zásobování linek, viz Příloha 6. Manipulační prostor pro obsluhu linky by byl společný s obsluhou čtvrté linky Koex 3.



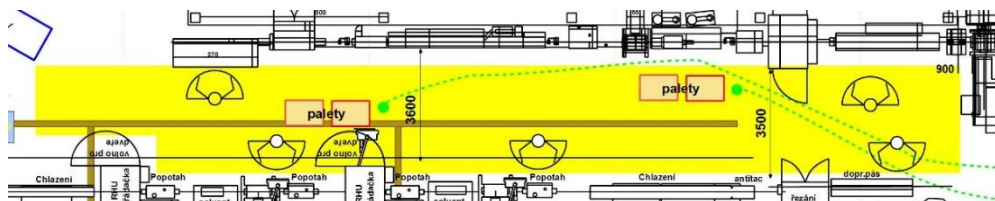
Obrázek 27 Detail linky Koex 4 - šíře uličky a zásobování extrudérů

Koextruzní linka Koex 3 by byla instalována na místě, kde byly dříve jednopatrové regály a vzhledem ke zbývajícimu prostoru by byla ode zdi haly tak, aby byla splněna již zmíněná technická norma o šíři uliček, ČSN 26 9010. Tento prostor by byl určen jen pro obsluhu elektrických rozvaděčů linky a možnost průchodu pracovníka kolem vibračního koše k právě zmíněnému rozváděči. Z druhé strany by byla umístěna část potřebných materiálů k výrobním linkám, tudíž by průchod k rozváděči a vedlejšímu extrudéru nebyl možný, viz malý červený kruh na Obrázek 28. Značnou nevýhodou by bylo umístění vibračních košů, které by zasahovaly do cesty průjezdu do vedlejší haly, což lze vidět ve velkém červeném kruhu na Obrázek 28, kde lze vidět detail celé linky včetně již zmíněných změn.



Obrázek 28 Detail koextruzní linky Koex 3

Manipulační prostor určený pro obsluhu linek by byl, stejně jako mezi linkami Koex 1 a Koex 2, zhruba 3.6 metru a byl by plně dostačující pro obsluhu obou linek, viz Obrázek 29.



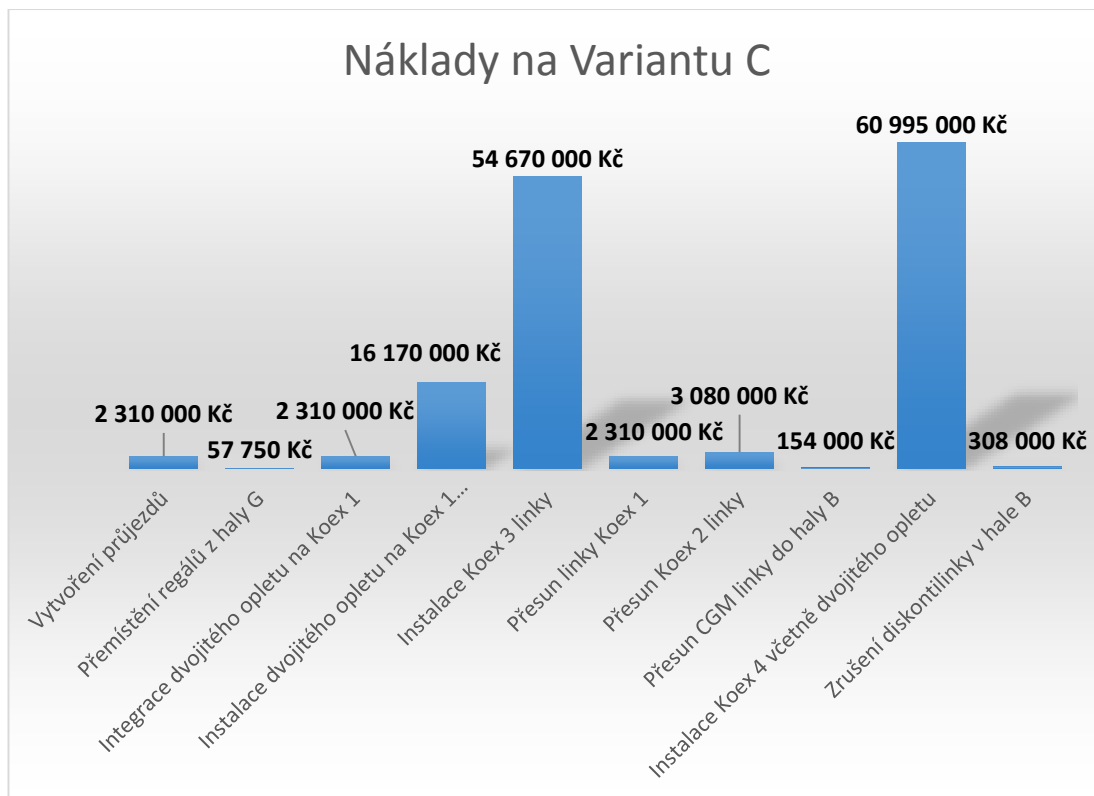
Obrázek 29 Detail na manipulační prostor (značený žlutě) mezi linkami Koex 4 a Koex 3, nakreslené postavy značí prostor, kde pracovník obsluhuje linku

Součástí celého reengineering procesu by byla i nutnost vytvořit nové kanálky pro odtékání vody, nový rozvod vzduchu i vody a další potřebné úpravy.

Celý tento layout haly názorně ukazuje, že sice reálný je, ale je zde moc ústupků, znevýhodnění pro manipulaci se směsmi nebo výrobky. A především je velmi finančně náročný.

Cenový odhad pro realizaci varianty C

V těchto finančních odhadech nejsou zahrnuty náklady týkající se aktivit mimo halu G a aktivit, které jsou uvedeny už ve vybrané variantě. Celkové odhadnuté náklady na níže uvedené činnosti činí 142 364 750 Kč.



Graf 3 Odhadované náklady na variantu C

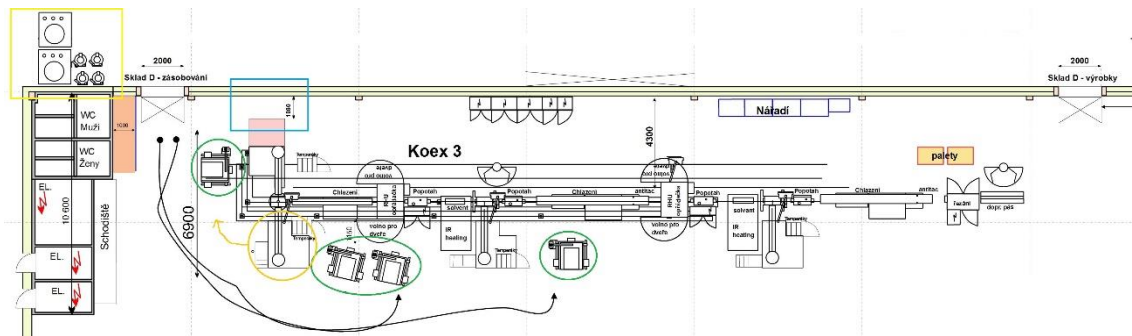
1.15.5 Schválená varianta

Poté co nebyla schválena varianta se čtyřmi výrobními linkami, byla vypracována tato varianta, která se už jen detailně upravovala. Vzhledem k zamítnutí čtyř výrobních linek ve variantě C a schválení tří linek do haly G, vycházelo se pro tento layout z toho, že nová linka bude mít dvojitý oplet už integrovaný v sobě. Tudíž nebude nutné vytvářet variabilitu dvojitého opletu na výrobní lince Koex 1, tak jako tomu bylo ve variantách A, B a C.

Základem pro tuto variantu jsou tři výrobní linky, z nichž jedna má implementovaný dvojitý oplet, který byl hlavním cílem pro instalaci třetí výrobní linky. Další změnou této výrobní haly je vybudování dvou průjezdů do vedlejší skladovací haly D, což umožní jednodušší zásobování linek a následné naskladňování hotových hadic. Hala D je nyní rozdělena na dvě části – logistika a sklad hotových hadic. Tato hala bude ale upravena tak, aby co nejvíce vyhovovala propojení s halou G a následnému zvýšení produkce vzhledem k zavedení třetí protlačovací výrobní linky.

Co se týká protlačovací linky Koex 1, tak ta zůstane bez jakékoliv změny. Na místě zůstane také výrobní linka CGM na celogumové hadice. Změny se netýkají, až na způsob zásobování, ani koextruzní linky Koex 2.

Nová protlačovací linka s dvojitým opletem Koex 3 bude instalována na místo, kde se nacházejí nyní jednopatrové regály. Linka bude vzdálena od zdi zhruba 1.1 metru, aby bylo možné vysunutí tzv. šneka, který je dlouhý 1.3 metru, viz modré znázornění na Obrázek 30. Výrobní linka bude mít klasické vibrační koše, nikoliv nájezdové podesty, jak tomu muselo být ve variantě C u výrobní linky Koex 4. Tyto vibrační koše budou umístěny co nejefektivněji. To znamená, že jeden vibrační koš bude instalován vpředu linky, dva budou mezi prvním a druhým extrudérem. Poslední vibrační koš bude za druhým extrudérem, viz zeleně označená místa na Obrázek 30. Vibrační koše budou umístěny takto proto, aby hluk, který vytváří, nebyl v přímé konfrontaci s pracovníky obsluhujícími výrobní linku Koex 3, ale i Koex 2. Oranžově zakroužkovaný extrudér umístěný vlevo na Obrázek 30, bude otočný o 90°. A to z důvodu, aby byla jednoduchá výměna nástavců a čištění extrudérů při výměně standardů.

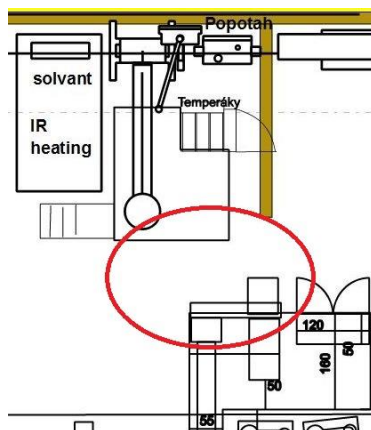


Obrázek 30 Detail koextruzní linky Koex 3

Na Obrázek 30 lze vpravo vidět žlutý čtverec, označující umístění vývěv k výrobní lince. Tyto vývěvy budou umístěny ve vedlejší hale D ve vyhrazené kóji, která bude speciálně určena pro tato zařízení. Na stejném obrázku si lze všimnout i oranžově vyplněného prostoru před sociálním zařízením. To je prostor, který bude jeden metr široký a bude ohraničen zábradlím. Vzhledem k tomu, oproti předešlým variantám layoutu, se průjezd do haly D pro zásobování linek posune blíže k sociálním zařízením. Je nutno předejít střetu vysokozdvizného vozíku s pracovníkem vycházejícím z WC, proto bude instalace zábradlí před sociálním zařízením nutností. Díky tomuto posunutí průjezdu se umožní posunutí i celé výrobní linky tak, aby svým koncem, potažmo dopravním pásem odkud pracovník skládá hotové hadice do beden na paletě, nebyl v konfliktu s průjezdem do skladovací zóny haly D.

Zásobování výrobních linek bude oproti současnému stavu upraveno. Změny se týkat nebudou výrobní linky Koex 1 a linky CGM na výrobu celogumových hadic. Koextruzní výrobní linka Koex 2 bude mít oproti současnému zásobování dopravu směsí k vibračním košům prodlouženou, a to tak, že pracovník bude muset objet celou linku Koex 1, viz černá šipka jdoucí z průjezdu Sklad D – Zásobování v Příloze 7.

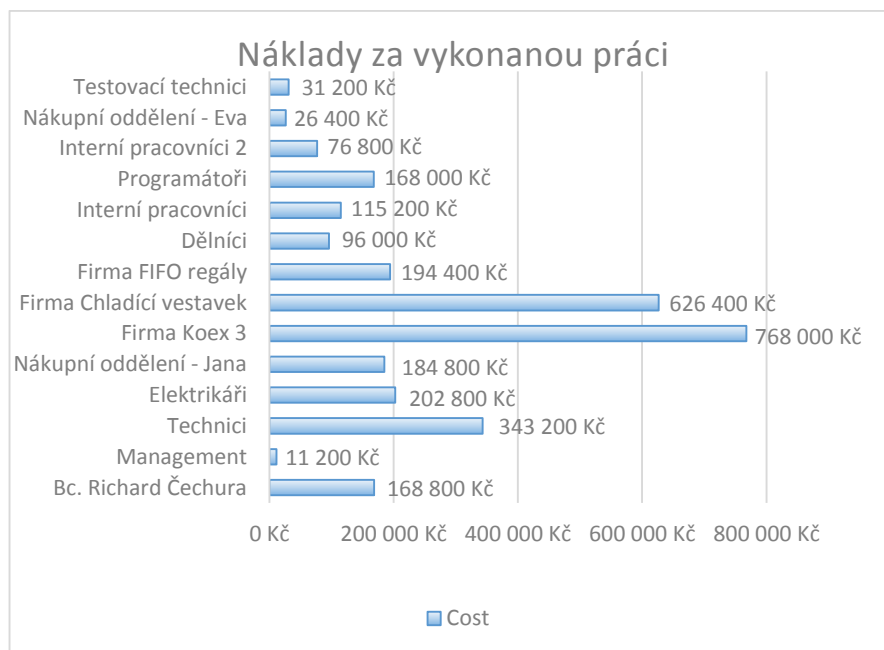
Druhým menším problémem je úzký prostor mezi extrudérem linky Koex 3 a elektrickým rozvaděčem linky Koex 2, viz červené ohraničení na Obrázek 31.



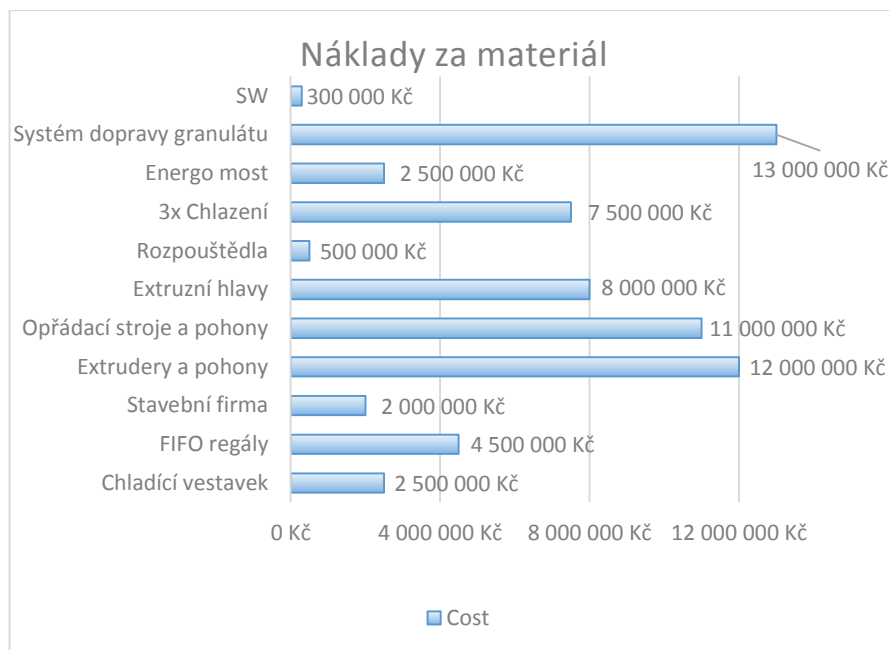
Obrázek 31 Detail zúženého prostoru mezi extrudérem linky Koex 3 a extrudérem linky Koex 2

Cenový odhad pro realizaci schváleného layoutu

V následujícím Graf 4 lze vidět veškeré činnosti spojené s realizací celého projektu, které se týkají vykonané práce. Ve druhém Graf 5 lze vidět náklady na materiál.



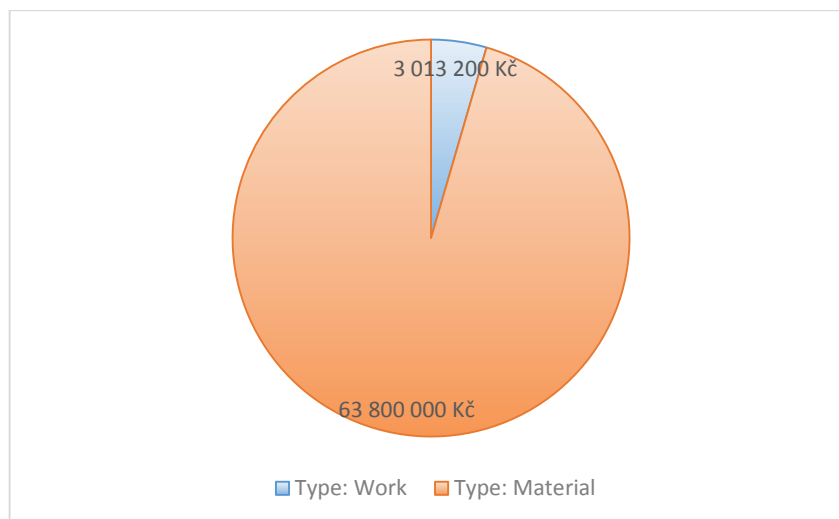
Graf 4 Náklady za vykonanou práci



Graf 5 Náklady za materiál

Náklady na pracovní sílu (modrá barva) jsou porovnávány s náklady na materiál (oranžová barva). Lze vidět na Graf 6.

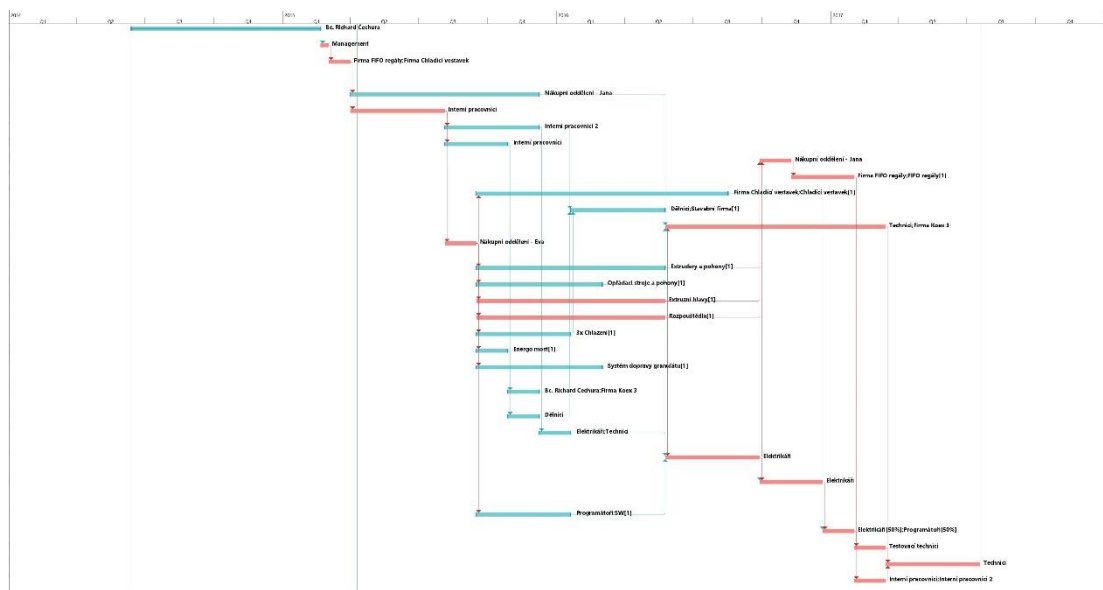
Celkové náklady na realizaci projektu jsou odhadovány na 66 813 200 Kč. Jak lze vidět na níže uvedeném grafu, tvoří náklady na pracovní sílu zhruba 4.5%.



Graf 6 Celkové shrnutí nákladů na zdroje

Ganttův diagram

V níže uvedeném náhledu na Ganttův diagram lze vidět časové rozložení jednotlivých operací, které jsou třeba vykonat pro realizaci celého projektu. Ve výše popsaných variantách byly popsány realizace jednotlivých variant, ale vzhledem k rozebrání určitých částí layoutu, nebyly zmíněny změny týkající se haly D, která se vzhledem k objednaní a následné instalaci výrobní protlačovací linky s dvojitým opletem musí upravit tak, aby bylo možno zajistit z průjezdu umístěného u WC přísun zásobování směsí k výrobním linkám, a druhým průjezdem přívod hotových hadic do skladu. Detailní Ganttův diagram a Síťový diagram lze vidět v Příloze 8 a 9.



Obrázek 32 Náhled na Gantt diagram realizace inovace výrobní haly [12]

1.16 Výhody a nevýhody jednotlivých variant

V této části je ve stručnosti vysvětleno nepřijetí jednotlivých variant a důvod schválení vybrané varianty. Následně jsou vypsány výhody a nevýhody jednotlivých variant včetně současného uspořádání.

Varianta A nebyla vybrána pro svoji finanční nákladnost a velký zásah do nynější výroby vzhledem k otočení výrobní koextruzní linky Koex 2 o 180°, a tím přesunu části její výroby na linku Koex 1 a Koex 3, která by byla instalována před otočením linky Koex 2. Otočení výrobní protlačovací linky Koex 2 by znamenalo i zavedení nových přívodů energií, jako je voda, chladící voda, vzduch, elektřina. Linka Koex 3 by byla principálně stejná jako výrobní koextruzní linka Koex 1, ke které by byla doinstalována část umožňující výrobu hadic s dvojitým opletem. Tato část by ale musela být variabilní, aby byl umožněn volný prostor mezi dvojitým opletem a extrudérem linky Koex 2. Přestože velkou výhodou této varianty byl jednotný materiálový tok, byla k vzhledem k výše zmíněným nevýhodám tato varianta zavrhnuta.

Varianta B se potýkala s podobnými protiklady jako varianta A s tím rozdílem, že se výrobní protlačovací linka Koex 2 nemusela otáčet o 180°. Stejnou nevýhodou ale byla instalace dvojitého opletu na výrobní linku Koex 1 a zavedení nové linky na podobné bázi jako linka Koex 1 s tím rozdílem, že by neměla dvojitý oplet.

Varianta C byla vytvořena především proto, že jedním z hlavních záměrů bylo najít možnost, zda se do haly G vejdu 4 linky, aniž by byl prostor nějak omezující. Čtyři linky se do výrobní haly sice vejdu, ale prvním faktorem pro zamítnutí layoutu byla technická náročnost proveditelnosti. Nynější výrobní linky Koex 1 a Koex 2 by se musely posunout o zhruba 2 metry. Toto posunutí jednotlivých linek by narušilo průběh výroby, a tím pádem by to mělo i značný finanční dopad. Linky by musely být poskládány v nejednotném směru, a tudíž by bylo zásobování linek velmi náročné. Jelikož se po vytvoření průjezdů do haly D počítá, že jeden průjezd bude pro skladování směsí a druhý pro skladování hotových hadic. Další nevýhodou by bylo zrušení výrobní linky CGM na celogumové hadice. Tato linka by se buďto úplně zrušila anebo přesunula do haly B, kde by byly zrušeny dvě protlačovací linky.

Schválená varianta byla vybrána především kvůli své nízké finanční náročnosti, kdy náklady zahrnují koupi výrobní protlačovací linky s dvojitým

opletem, probourání dvou průjezdů do vedlejší skladovací haly D, vytvoření odvodních kanálků a vybudování přívodů energií (voda, chladící voda, vzduch, elektřina). Výrobní koextruzní linky Koex 1 a Koex 2 zůstanou neměnné a budou na nich vyměněny maximálně určité komponenty, které je vzhledem k opotřebení či inovaci technologií nutné vyměnit. Zároveň bude zajištěno zásobování výrobních linek směsmi z jednoho průjezdu a druhý průjezd bude sloužit jako vjezd do skladu hotových hadic, tedy skladování hadic z výrobních linek v hale G. Tyto aspekty rozhodovaly o přijetí této varianty a následné spuštění její realizace.

	Výhody	Nevýhody
Současný stav	<ul style="list-style-type: none"> zažitý systém výroby 	<ul style="list-style-type: none"> umístění expediční zony pro hotové hadice z haly B v hale G absence protlačovací linky s dvojitým opletem sklad hotových hadic ve stejné hale jako výrobní linky
Varianta A	<ul style="list-style-type: none"> jednotný materiálový tok (zásobování, skladování) dostatečný manipulační prostor pro obsluhu výrobních linek propojení haly G se skladovací halou D 	<ul style="list-style-type: none"> nutnost otočení linky Koex 2 o 180° vysoká finanční náročnost přesun výroby z linky Koex 2, při jejím otáčení, na linky Koex 1 a Koex 3 nutnost integrace nebo přidání technické části dvojitého opletu na linku Koex 1
Varianta B	<ul style="list-style-type: none"> dostatečný manipulační prostor pro obsluhu výrobních linek propojení haly G se skladovací halou D 	<ul style="list-style-type: none"> nejednotný materiálový tok nutnost integrace nebo přidání technické části dvojitého opletu na linku Koex 1
Varianta C	<ul style="list-style-type: none"> umístění 4 výrobních linek dostatečný manipulační prostor pro obsluhu výrobních linek propojení haly G se skladovací halou D 	<ul style="list-style-type: none"> nejednotný materiálový tok velká finanční náročnost velký zásah do výroby v hale G přesun celogumové linky CGM do jiné haly velké omezení prostoru pro pohyb s VZV
Schválená varianta	<ul style="list-style-type: none"> přijatelná finanční náročnost dostatečný manipulační prostor pro obsluhu výrobních linek propojení haly G se skladovací halou D 	<ul style="list-style-type: none"> nejednotný materiálový tok k výrobním linkám užší místo mezi extrudéry linky Koex 3 a Koex 2

Tabulka 1 Výhody a nevýhody jednotlivých variant

Výpočet odhadované vyrobené metráže na nové lince

V této části je řešen teoretický odhad pro celkovou efektivitu zařízení (OEE nebo také TRS) a výpočet pro teoretickou výrobu metráže hadic. Celková efektivita zařízení je ukazatel, který je využíván ve výrobních systémech ke sledování využití strojů či zařízení. Poskytuje nám tedy měřitelné srovnání efektivnosti jednotlivých výrobních zařízení, v našem případě linek. Následující výpočty se týkají výrobní protlačovací linky Koex 3 s dvojitým opletem. Tato linka bude dlouhá zhruba 37 metrů, což je o cca 10 metrů více než stávající linky.

Budeme vycházet z předpokladu, že se nebude řešit situace pro každý standard hadice, že linka běží v třísměnném provozu a zároveň vezmeme v potaz tyto údaje, které jsou vzaty z interních dokumentů podniku o produktivitě výrobních protlačovacích linek Koex 1 a Koex 2:

- průměrná rychlost linky bude 5.08 m/min
- průměrné TRS (OEE) je 69% - vypočtené jako aritmetický průměr z TRS linek Koex 1 a Koex 2
- provozní doba linky je 120 h/týden

Díky těmto údajům můžeme vypočítat teoretickou metráž, kterou linka vyrobí za měsíc, popřípadě za celý rok. Stejně údaje s jinými hodnotami jsou pro linku Koex 1 a Koex 2.

Pro výrobní protlačovací linku Koex 1 platí tyto průměrné hodnoty, které jsou vzaty za rok 2014:

- průměrná rychlost linky (v_{linky}) byla 4.64 m/min
- průměrné TRS (OEE) za rok 2014 bylo 73%
- provozní doba linky byla 120 h/týden

Pro výrobní protlačovací linku Koex 2 platí tyto průměrné hodnoty, které jsou vzaty, stejně jako u linky Koex 1, za rok 2014:

- průměrná rychlost linky (v_{linky}) byla 5.51 m/min
- průměrné TRS (OEE) za rok 2014 bylo 65%
- provozní doba linky byla 120 h/týden

Pro zjištění celkové efektivity linky za jeden měsíc je nutno mít k dispozici hodnotu čistého času výroby a dostupný časový fond za měsíc, do kterého je započten čas, kdy linka je vypnutá, čas údržby linky a poruch, neplánovaná zastavení (přetržená nit, zlomená jehla, ...), nutné prostoje (nastavení linky, výměna cívek, výměna jehel, ...) a čistý čas výroby. Základní vzorec pro vypočtení TRS je uveden níže:

$$TRS_{\%} = \frac{t_{výroby}}{t_{fond}} \cdot 100 \quad (7.1)$$

Máme-li vypočteno TRS, můžeme přejít k vypočtení vyrobené teoretické metráže na lince za měsíc (TM). Pro tento výpočet je potřeba znát provozní dobu linky a průměrnou rychlost linky. Vzorec pro výpočet teoretické metráže za měsíc je uveden níže:

$$TM = t_{fond} \cdot (v_{linky} \cdot 60) \cdot 4 \quad (7.2)$$

Číslo 60 značí počet minut za hodinu a číslo 4 značí počet týdnů v měsíci. Za rychlost linky se dosadí průměrná rychlost za měsíc a za časový fond 120 hodin/týden. Tím dostane výsledek pro teoretickou metráž za měsíc na výrobní lince.

Chceme-li vypočíst skutečné vyrobené metry vztažené na TRS (RM_{TRS}), použijeme pro výpočet tento vzorec:

$$RM_{TRS} = TM \cdot TRS \quad (7.3)$$

Tím získáme skutečně vyrobenou měsíční metráž se započtenou celkovou efektivitou linky. V níže uvedené tabulce jsou uvedeny hodnoty a vypočtené hodnoty pro jednotlivé linky včetně linky nové Koex 3.

Linka	Vstupní hodnoty			Výstupní hodnoty	
	t_{fond} [hod/týden]	v_{linky} [m/min]	TRS	TM [m/měsíc]	RM_{TRS} [m/měsíc]
Koex 1	120	4,64	73%	133700,39	97855,31
Koex 2	120	5,51	65%	158751,61	103858,28
Koex 3	120	5,08	69%	146226,00	101343,30

Tabulka 2 Tabulka vstupních hodnot pro výpočty a výstupní hodnoty z výpočtů

Pro lepší znázornění si uvedeme výpočet pro linku Koex 1.

Budeme vycházet z toho, že průměrný čas výroby za rok 2014 na výrobní lince Koex 1 je 351.3583333 hodin za měsíc. Časový fond za měsíc je 480 hodin. Z těchto hodnot můžeme vypočítat TRS pro linku Koex 1.

$$TRS_{\%} = \frac{t_{výroby}}{t_{fond}} \cdot 100 = \frac{351.36}{480} \cdot 100 = 73.19\% \quad (7.4)$$

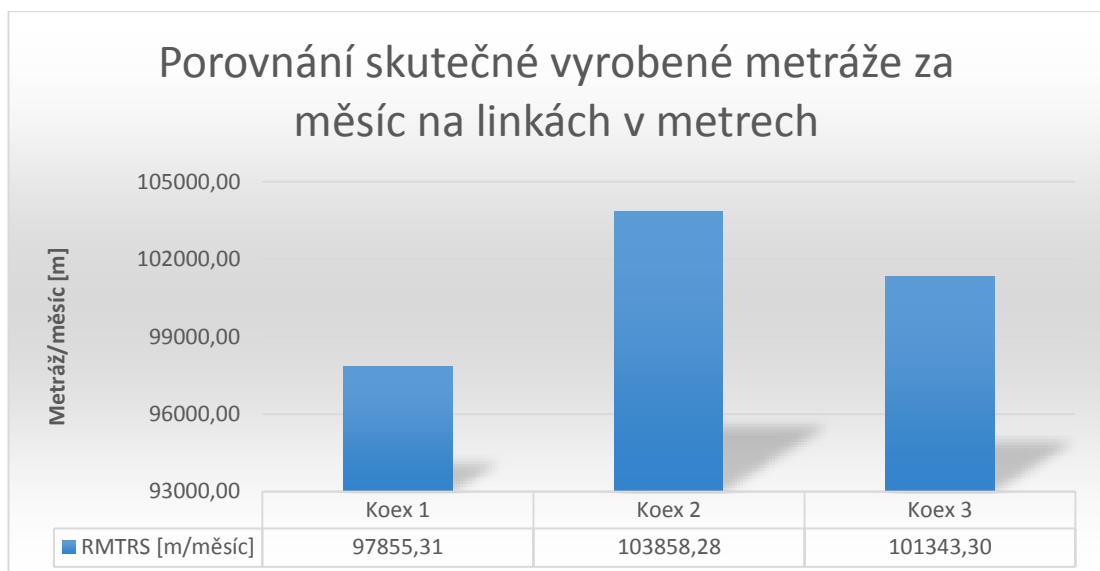
Následně se vypočte teoretická metráž vyrobená za jeden měsíc.

$$TM = t_{fond} \cdot (v_{linky} \cdot 60) \cdot 4 = 120 \cdot (4.64 \cdot 60) \cdot 4 = 133\,700.39 \text{ m/měsíc} \quad (7.5)$$

A pro výpočet skutečných metrů za měsíc použijeme výše zjištěné výsledky.

$$RM_{TRS} = TM \cdot TRS = 133\,700.39 \cdot 73.19\% = 97\,855.31 \text{ m/měsíc} \quad (7.6)$$

Na následujícím Graf 7 lze vidět porovnání jednotlivých výrobních linek včetně linky Koex 3.



Graf 7 Porovnání skutečné vyrobené metráže na linkách

Závěr

Úvodní část této diplomové práce interpretuje čtenáři teoretické informace o tom, co znamená pojem výrobní proces a výroba. Návazně na to je čtenář seznámen s typy výroby, které jsou v průmyslovém odvětví využívány.

Druhá část práce je zaměřena na způsob tvorby layoutů, kdy je nejprve vysvětlen pojem layout, dále jaké jsou jeho cíle a jak je klasifikován při návaznosti na typ výroby.

Poslední teoretická část pojednává o vybraných nástrojích a metodách, které se využívají k určení optimálního layoutu pracoviště potažmo výrobní haly. Z těchto metod je v praktické části použita metoda layoutu pracoviště.

Praktická část se týká optimalizace výrobního procesu v podniku Hutchinson, s.r.o. v Rokycanech. Tato optimalizace se týká předělání haly G na kompletně výrobní halu, tedy implementaci nové výrobní linky a zajištění výroby hadic s dvojitým opletem. Nejprve jsem provedl analýzu současného stavu výrobní haly, kde byly zjištěny prostorové dispozice, možnosti kam přesunout stávající regály s hotovými hadicemi v hale G a jak propojit halu G s vedlejší halou D. Po analýze současného stavu jsem dle specifických požadavků vytvořil variantu A, která spočívala v umístění tří velkých výrobních linek a jedné menší. Tato varianta byla výhodná především v zajištění jednotného materiálového toku, kdy by výrobní protlačovací linka Koex 2 byla otočena o 180°. Nová třetí výrobní linka Koex 3 by byla situována na místo, kde ve výchozím stavu stály regály s hotovými hadicemi. Linka Koex 1 by měla dva typy případné modifikace instalace dvojitého opletu, což lze vidět v Přílohách 2 a 3. Velkou nevýhodou této varianty byl zásah do výroby na linkách Koex 1 a Koex 2.

Následně byla vytvořena varianta B, která se lišila od varianty A především tím, že linka Koex 2 zůstala nezměněna. Tím by se ale nezajistil jednotný materiálový tok k výrobním linkám. Celkově by se layout jinak neodlišoval od varianty A.

Po prezentaci těchto dvou variant layoutů managementu, bylo navrženo, aby se do výrobní haly vměstnaly čtyři velké výrobní linky. Proto jsem vytvořil variantu C, do které se čtyři velké výrobní linky vešly. Skladba těchto linek by byla takováto: Dvě koextruzní linky Koex 1 a Koex 2, nová výrobní linka Koex 3 a čtvrtá linka na výrobu silikonových hadic Koex 4. I tento layout řešil propojení haly G s halou D,

kde by byl sklad směsí a hotových hadic. Tato varianta se ale nesešla s úspěchem především po finanční stránce, technické náročnosti a kvůli velkému zásahu do výroby. Celý layout této varianty lze vidět v Příloze 6.

Veškerá pozornost tvorby layoutu výrobní haly byla soustředěna na umístění třech velkých výrobních linek a jedné menší. Byla tedy vytvořena varianta, která byla následně schválena k realizaci. V této variantě bude implementována třetí výrobní linka Koex 3, která bude určena pro výrobu hadic s dvojitým opletem. Jednotný materiálový tok zajištěn bohužel nebude, ale pro přijetí layoutu rozhodla především finanční nákladnost. Propojení výrobní haly G s vedlejší halou D bude zajištěno dvěma průjezdy, kdy jeden bude pro zásobování linek a druhý pro skladování hotových hadic. Celý layout lze vidět v Příloze 7. V Příloze 8 a 9 lze vidět Ganttův diagram a síťový graf, které nám znázorňují sled jednotlivých činností včetně jejich kritických cest v celém projektu.

V poslední řadě byl řešen teoretický odhad vyrobené metráže hadic pro novou třetí výrobní linku. Při výpočtech, kdy byly jako výchozí data použity interní materiály podniku z produktivity výrobních linek za rok 2014, byla vypočtena skutečná vyrobená metráž pro linku Koex 3, která činí 101 343,8 metru za měsíc. V tomto výpočtu byla započtena i odhadnutá celková efektivita linky (TRS). Celý výpočet a veškeré potřebné hodnoty lze vidět v kapitole Výpočet odhadované vyrobené metráže na nové lince

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 P-Q diagram - Charakteristika typu výroby [7].....	15
Obrázek 2 3D zobrazení [11]	16
Obrázek 3 2D zobrazení [12]	17
Obrázek 4 Rozdělení jednotlivých ploch haly [13].....	18
Obrázek 5 Vztah typu výrobního systému a druhu layoutu (převzato z [19]).....	21
Obrázek 6 Technologické uspořádání [15]	22
Obrázek 7 Předmětné uspořádání [15].....	23
Obrázek 8 Hnízdová struktura - buňkové uspořádání (převzato z [10]).....	23
Obrázek 9 Pevné (pohyblivé) uspořádání [15]	25
Obrázek 10 Ukázka šachovnicové tabulky (převzato z [23])	27
Obrázek 11 Ukázka jednoduchého Sankeyovo diagramu (převzato z [24]).....	28
Obrázek 12 Ukázka metody souřadnic. Písmeno H značí centrální objekt. (převzato z [25])	29
Obrázek 13 Mapa areálu Hutchinson, s.r.o v Rokycanech [32].....	31
Obrázek 14 Pohled na současný - výchozí stav v hale G.....	34
Obrázek 15 Výrobní protlačovací linka Koex 2	35
Obrázek 16 Ukázka standardu hadice - hadice s jedním opletem [32]	36
Obrázek 17 Teorie lepivosti a koheze nevytvrzené gumy [33].....	37
Obrázek 18 Koextruzní linka bez dvojitého opletu – Varianta 1, část 1.....	40
Obrázek 19 Detail dvojitého opletu na koextruzní lince Koex 1 – Varianta 1, část 2.	40
Obrázek 20 Detail zkrácené koextruzní linky Koex 1 s dvojitým opletem – Varianta 2.....	40
Obrázek 21 Detail dvojitého opletu ve variantě 1 a možnost odbavení na lince CGM	41
Obrázek 22 Umístění vibračních košů na koextruzní lince Koex 2 po otočení o 180°	42
Obrázek 23 Umístění potřebných prostředků k výrobním linkám.....	44
Obrázek 24 Detail na velikost uličky mezi koextruzní linkou Koex 1 a zdí haly	46
Obrázek 25 Manipulační prostor mezi výrobními linkami Koex 1 a Koex 2 - manipulační prostor je vyznačen žlutou barvu, postavy znázorňují obslužná místa pracovníka na lince ..	47
Obrázek 26 výrobní linka Koex 4	47
Obrázek 27 Detail linky Koex 4 - šíře uličky a zásobování extrudérů	47
Obrázek 28 Detail koextruzní linky Koex 3	48
Obrázek 29 Detail na manipulační prostor (značený žlutě) mezi linkami Koex 4 a Koex 3, nakreslené postavy značí prostor, kde pracovník obsluhuje linku	48
Obrázek 30 Detail koextruzní linky Koex 3	51
Obrázek 31 Detail zúženého prostoru mezi extrudérem linky Koex 3 a extrudérem linky Koex 2.....	52
Obrázek 32 Náhled na Gantt diagram realizace inovace výrobní haly [12]	54

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiii, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2
- [2] Bureš, M., V. Šrajer, T. Görner. 2012. *Projektování výrobních systémů a DP*. Plzeň: SmartMotion.
- [3] SVOBODOVÁ, Hana. *Produkční a operační management*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2008, 195 s. ISBN 978-80-86730-35-6
- [4] FICTUM, Lukáš. *Porovnání linkové a buňkové výroby*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Fakulta strojní, Západočeská univerzita.
- [5] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- [6] VÁVROVÁ, Věra, Gustav TOMEK. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0
- [7] NOVÁK, Josef a kol. *Organizace a řízení*. Operační program Rozvoj lidských zdrojů [online]. Ostrava: VŠB, 2007 [cit. 2015-3-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>>. CZ.04.1.03/3.2.15.3/0414.
- [8] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 80-86175-15-4.
- [9] LENC, Jiří. *Optimalizace prostorového uspořádání pracoviště*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita, Fakulta ekonomická.
- [10] KOŠTURIÁK, Ján, Milan GREGOR, Branislav MIČIETA a Józef MATUSZEK. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 397 s. ISBN 80-710-0553-3
- [11] *OpenPR - Systematische Verbesserung der Prozessplanung - Pressemitteilung von DELMIA GmbH* [online]. 2006 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.openpr.de/news/109213/Systematische-Verbesserung-der-Prozessplanung.html>
- [12] Vlastní zdroje
- [13] MILLER, Antonín. *Kritéria a efekty prostorového uspořádání výrobních systémů*. Plzeň, 2009. Diplomová práce. Západočeská univerzita, Fakulta

- strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [14] MOORE, James. *Plant Layout and Design*. Michigan University: Maxmillan, 1962. ISBN 978-0023831805
- [15] ANIL KUMAR, S a N SURESH. *Production and operations management: (with skill development, caselets and cases)*. 2nd ed. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers, 2008, xii, 271 p. ISBN 978-81-224-2425-6
- [16] SNOW, D. *Plant engineers's reference book*. Oxford: Reed educational and professional publishing, 2002. ISBN 0-7506-4452-4
- [17] SOKOLOVÁ, Markéta. *Zavedení prvků lean managementu ve výrobním podniku*. Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta
- [18] ŠULÁK, David. *Porovnání softwarových nástrojů pro tvorbu layoutu*. Plzeň, 2012. Bakalářská. Západočeská univerzita, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu
- [19] Leeder, E., Černý, Z., Kašpírek, J.: *Multidisciplinární navrhování a modelování virtuálního výrobního systému*, ZČU v Plzni, Plzeň, 2007
- [20] SVITÁLEK, Petr. *Řízení materiálového toku*. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav logistiky.
- [21] PROCHÁZKA, Jan. *Vliv optimalizace uspořádání montážních pracovišť na ekonomické, logistické a procesní parametry výrobního systému ve firmě Automotive Lighting*. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie.
- [22] RUMÍŠEK, P. *Technologické Projekty*. 1.vyd. Brno: VUT v Brně, 1991. 185s. ISBN 80-214-0385-3
- [23] TEPOS. *TePoS - Analýza stávajících kapacit manipulační techniky*. 2013. Dostupné z: http://ovatepos.cz/analyza_kapacit.htm
- [24] Sankeyův diagram. In: *CIE-Plzeň* [online]. 2013 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/sankeyuv-diagram>
- [25] KLIMEK, Martin. *Multimediální výuka projektování výrob*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektrotechnologie.
- [26] Šachovnicová tabulka a metoda souřadnic. In: *CIE-Plzeň* [online]. 2013 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon->

[metod/sachovnicova-tabulka-a-metoda-souradnic](#)

- [27] I-D diagram. In: *CIE-Plzeň* [online]. 2013 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/i-d-diagram>
- [28] Historie Hutchinson. HUTCHINSON. *Hutchinson Worldwide* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.hutchinsonworldwide.com/group/history>
- [29] ŠEBESTA, David. *Návrh koextruzní výrobní linky pro vzduchové hadice*. Plzeň, 2008. Diplomová práce. Fakulta strojní, Západočeská univerzita.
- [30] HUTCHINSON. *Profil a klíčová data Hutchinson* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.hutchinsonworldwide.com/group/profile-key-figures>
- [31] HUTCHINSON, s.r.o. *Malý průvodce pro nové zaměstnance*. Rokycany, 2014
- [32] Interní materiály firmy
- [33] *What is an anti-tack?* [online]. 2007 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.hallstar.com/techdocs/antitack.pdf>

Seznam příloh

Příloha 1: Současný stav haly G

Příloha 2: Varianta A

Příloha 3: Varianta A 1

Příloha 4: Varianta B

Příloha 5: Varianta B 1

Příloha 6: Varianta C

Příloha 7: Schválená varianta

Příloha 8: Ganttův diagram schválené varianty

Příloha 9: Síťový diagram schválené varianty