

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Prostorového uspořádání výrobních a skladovacích ploch

Autor: Petr Dědič
Vedoucí práce: Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Petr DĚDIČ**
Osobní číslo: **S19B0582P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Specializace: **Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Prostorového uspořádání výrobních a skladovacích ploch**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Zásoby a skladování
2. Zásobování výroby
3. Prostorové uspořádání výroby a skladů
4. Analýza současného stavu
5. Návrh variant
6. Závěr a vyhodnocení

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

Seznam doporučené literatury:

1. RUSHTON, A., CROUCHER, P., BAKER, P. *The handbook of logistics and distribution management*. 5. vyd. Londýn: KoganPage, 2014. ISBN 9780749466275.
2. SIXTA, Josef, ŽIŽKA, Miroslav. *Logistika: používané metody*. 1. vyd. BizBooks, 2010. ISBN 978-80-251-2563-2 .
3. GWYNNE, R. *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. 2. vyd, Kogan Page, 2014. ISBN 978-0-7494-6935-1.
4. JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Vydání první. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016. 264 stran. ISBN 978-80-247-5717-9.
5. GROS, Ivan, BARANČÍK, Ivan, ČUJAN, Zdeněk. *Velká kniha logistiky*. Vydání první. Praha: VŠCHT Praha, 2016. 512 stran. ISBN 978-80-7080-952-5.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

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

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

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Dědič	Jméno Petr	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Prostorového uspořádání výrobních a skladovacích ploch		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	57	TEXTOVÁ ČÁST	57	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářské práce pojednává o návrzích prostorových uspořádání montážní haly s cílem implementace montážní linie do dvou zbývajících montážních linií. Jednotlivá uspořádání vychází z kapacitních výpočtů a jednotlivá uspořádání byla porovnána a ztvárněna v programu Vistable.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	implementace, layout, area balance, manipulace, automatizace

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Dědič	Name Petr	
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Spatial arrangement of production and storage areas		

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	57	TEXT PART	57	GRAPHICAL PART	
----------------	----	------------------	----	-----------------------	--

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis dissert describes a spatial arangment of an assembly hall with the aim to implement new assembly line to two already existing ones. All of the arangments come from capacity calculations and all of them were compared and desgined in a programe named Vistable.
KEY WORDS	implemation, layout, area balance, manipulation, automatizion

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu projektu Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za vřelí přístup a Ing. Pavlu Vránkovi za podmětne návrhy k této práci.

Obsah

ÚVOD	9
1. ZÁSoby A SKLADOVÁNÍ	10
1.1. ZÁSoby	10
1.2. SKLADOVÁNÍ.....	11
1.3. SKLADOVÁNÍ VE SKLADECH A VE VÝROBĚ	12
1.3.1. Ukládací krabice, bedny a přepravky	12
1.3.2. Paletové manipulační jednotky a kontejnery.....	13
2. ZÁSObOVÁNÍ VÝROBY	15
2.1. KUSOVÁ VÝROBA	15
2.2. SÉRIOVÁ VÝROBA	15
2.3. ZPŮSOBY MANIPULACE	15
2.3.1. Prostředky a zařízení pro zdvih.....	16
2.3.2. Prostředky a zařízení pro pojezd	16
2.3.3. Zařízení s plynulým pohybem.....	17
2.4. PŘÍPRAVA MATERIÁLU VE SKLADECH	17
2.4.1. Druhy příprav materiálu	17
2.4.2. Nástroje pro přípravu materiálu.....	18
2.5. MOŽNOSTI ZPŮSOBU ZÁSObOVÁNÍ	18
2.5.1. Material Requirement Planning – MRP	18
2.5.2. Enterprise Resource Planning - ERP	19
2.5.3. Optimazed Production Technology – OPT	19
2.5.4. Kanbanové okruhy	19
2.5.5. Just in Time - JiT	19
2.5.6. Just in Sequence - JiS	20
2.5.7. Lean Managment	20
3. PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY A SKLADŮ	22
3.1. MOŽNOSTI USPOŘÁDÁNÍ SKLADŮ	22
3.2. MOŽNOSTI USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY	22
3.3. NÁVAZNOST MEZI VÝROBOU A LOGISTIKOU	24
4. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	27
4.1. SOUČASNÉ PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	27

4.2.	AREA BALANCE CELÉ ČÁSTI	30
4.3.	AREA BALANCE JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ	30
4.4.	POČET PRACOVNÍKŮ SOUČASNÝ STAV	32
5.	KAPACITNÍ PROPOČTY.....	33
5.1.	HRUBÉ KAPACITNÍ PROPOČTY JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ	33
5.2.	VÝPOČET SKLADOVÝCH MÍST A POZIC	34
6.	TVORBA VARIANTNÍHO NÁVRHU	37
6.1.	ZAČLENĚNÍ DO LINIE (VARIANTA A)	37
6.1.1.	<i>Area Balance varianty A.....</i>	<i>38</i>
6.1.2.	<i>Počet pracovníků nový stav</i>	<i>39</i>
6.2.	LEHKÉ ÚPRAVY A PŘESUNY (VARIANTA B)	40
6.2.1.	<i>Area balance varianty B</i>	<i>41</i>
6.2.2.	<i>Výpočet skladových míst varianta B</i>	<i>42</i>
6.2.3.	<i>Počet pracovníků varianta B.....</i>	<i>43</i>
6.3.	AUTOMATIZACE (VARIANTA C)	44
6.3.1.	<i>Počet pracovníků varianta C.....</i>	<i>46</i>
6.3.2.	<i>Area Balance varianty C</i>	<i>47</i>
7.	POROVNÁNÍ VARIANT USPOŘÁDÁNÍ.....	48
	ZÁVĚR.....	52

Seznam Obrázků

Obrázek 1 RL - KLT	13
Obrázek 6 Distribuční kanbanový okruh	19
Obrázek 2 Volné uspořádání.	23
Obrázek 3 Technologické uspořádání	23
Obrázek 4 Předmětné uspořádání	23
Obrázek 5 Modulární uspořádání	24
Obrázek 1 Původní layout	27
Obrázek 2 Původní materiálový tok	28
Obrázek 3 Detail původního materiálového toku	28
Obrázek 4 Detail 2 původního materiálového toku	29
Obrázek 5 Detail 3 původního materiálového toku	29
Obrázek 6 Area Balance původního layoutu.....	30
Obrázek 7 Layout začlenění RD7 do G2X3A a AST720	37
Obrázek 8 3D Layout varianta A	37
Obrázek 9 Area Balance varianty A.....	38
Obrázek 10 Layout varianta B	40
Obrázek 11 3D Layout varianty B	40
Obrázek 12 Area balance varianty B.....	41
Obrázek 13 Layout varianta C	44
Obrázek 14 DONKEY-M-HL-1612-Lift-Joy	44
Obrázek 15 3D layout varianta C	45
Obrázek 16 Detail manipulace	45
Obrázek 17 Area Balance varianty C	47
Obrázek 18 Materiálový tok původní layout.....	50
Obrázek 19 Materiálový tok varianta A	50
Obrázek 20 Materiálový tok varianta B	51

Seznam grafů:

Graf 1 Struktura nákladů v závislosti na objem kusové, sériové a hromadné výroby. 15

Seznam Tabulek:

Tabulka 1 Volba mezi pevnou a náhodnou lokalizací položek	26
Tabulka 2 Velikost ploch původního layoutu RD7.....	30
Tabulka 3 Velikost ploch původního layoutu AST720 a G2X3A	31
Tabulka 4 Počet pracovníků původního layoutu.....	32
Tabulka 5 Hrubé kapacitní propočty	33
Tabulka 6 Kapacita na jeden výrobek	34
Tabulka 7 Kapacita na půlku dne pracovního dne	35
Tabulka 8 Kapacita na jeden pracovní den	36
Tabulka 9 Počet pracovníků varianta A	39
Tabulka 10 Výpočet skladových míst varianta B.....	42
Tabulka 11 Počet pracovníků varianta B	43
Tabulka 12 Počet pracovníků varianta C	46
Tabulka 13 Porovnání jednotlivých variant podle počtu palet.....	48
Tabulka 14 Porovnání variant podle počtu pracovníků	49
Tabulka 15 Porovnání variant podle Area Balance.....	50

Úvod

Skladování materiálu je nedílnou součástí podnikových procesů. I přes to, že skladování nepřináší žádnou přidanou hodnotu a ve většině případů je skladování obvykle nežádoucí s ohledem na potřebný kapitál, například k vystavění skladových ploch, tak nelze na výjimky tento proces vynechat.

Skladování nám přináší možnost reagovat na trh a zabezpečit se oproti výpadkům dodávek. Podniky obvykle spoléhají na včasné doručení objednaného materiálu a případné nedodání může přinést podniku špatnou zpětnou vazbu od zákazníků.

Skladování je široký pojem a nelze ho chápat pouze jako zaskladňování do vstupního a výstupního skladu. Jednotlivé kusy materiálu mohou v různých podobách, které jsou přidruženy výrobním procesům protéct celou halou. Před každým procesem se ve většině typů výroby musí materiál či součást uložit na místo, kde bude čekat na moment, kdy například bude samotná součást smontována s jinou součástí. Absence daného kusu může celou montážní linii ochromit. S tímto problémem přišel příchod jednotlivých principů, které reagují na tuto skutečnost.

Součást, která prochází montáží musí být řádným způsobem uložena. Existuje řada možných manipulačních jednotek, které připadají typům součástí či materiálu, tak aby nedošlo k jejich poškození.

V případě, kdy je součást uložena v dané manipulační jednotce, přichází řada typů manipulátorů, které mohou být využity pro transport součásti z místa A do místa B. Typy manipulátorů se liší v ohledu na to jakou součást o jaké hmotnosti chceme manipulovat. Vhodné zvolení manipulátoru může přinést výrobě čas, který lze využít způsobem, kdy výrobku je přidána hodnota a nebo naopak zabránit tomu aby docházelo ke ztrátě.

Všechny tyto znalosti jsou vázané k typům výroby a pro jednotlivé výrobce lze vytvořit ideální logistický průběh materiálu, tak aby mohli výrobci přinést zákazníkům to nejlepší.

Cílem této práce je analyzovat současný stav dvou montážních linií a vytvořit implementaci jedné montážní linie do druhé. Analýza bude spočívat ve vytvoření současného stavu v aplikaci VisTable, vytvoření AreaBalance a materiálového toku zkoumaných linií. Z kusovníku budou vytvořeny návrhy velikosti skladových ploch u pracovišť a z těchto dat budou vytvořeny tři návrhy pro implementaci montážní linie. Tyto tři návrhy budou zkoumány stejným způsobem jako původní stav. Z výsledného pozorování bude vytvořeno porovnání a doporučení pro výrobce jaká implementace bude pro něj ideální.

1. Zásoby a skladování

Zásoby představují uložený kapitál, kterým firma disponuje. Při manipulaci či při skladování zásob, je důležité mít na paměti o jakou zásobu se jedná a kde a jakým způsobem ji lze uložit. Logistika zásobování je klíčová pro chod firmy a včasné dodání produktu zákazníkovi.

1.1. Zásoby

Zásoby jsou prvky, které je potřeba nějak uchovat. Jedná se zpravidla o materiál, nedokončené výrobky nebo polotovary. Za zásobu můžeme považovat i výrobky, které jsou přemístovány z jednoho pracoviště na další, nebo hotové výrobky, které čekají na převzetí od zákazníka.

Druhy zásob [1]

- a) Dle stupně zpracování
 - Výrobní zásoby – do této skupiny řadíme suroviny, základní, pomocné a režijní materiály, paliva, náhradní díly, nástroje, obaly a obalové materiály
 - Zásoby rozpracovaných výrobků – sem řadíme polotovary a nedokončené výrobky
 - Zásoby zboží – jedná se o produkty, které podnik nakupuje za účelem dalšího prodeje
- b) Dle účetních předpisů - do značné míry je toto dělení totožné s předchozím, ale liší se skladbou položek v jednotlivých kategoriích. Zásoby se dělí do dvou hlavních skupin
 - Nakupované zásoby – do této skupiny patří skladovaný materiál (suroviny, základní materiál, pomocné látky, provozovací látky, náhradní díly, obaly, drobný hmotný majetek) a skladované zboží
 - Zásoby vlastní výroby – sem řadíme nedokončenou výrobu, polotovary vlastní výroby, výrobky a zvířata
- c) Funkční klasifikace zásob
 - Běžná (obratová zásoba) – zabezpečuje spotřebu v období mezi dvěma dodávkami. Její stav se tedy v průběhu dodávkového cyklu mění. V okamžiku nové dodávky dosahuje svého maxima a naopak, těsně před příjmem nové dodávky na sklad dosahuje svého minima.
 - Pojistná zásoba – je tvořena, aby nedošlo k výpadku ve výrobě, ke kterému může dojít jak na straně vstupu (opoždění dodávky, velikost očekávané dodávky je menší, než bylo očekáváno), tak na straně výstupu (poptávka ze strany zákazníků je vyšší, než jsme předpokládali).
 - Zásoba pro předzásobení – vytváří se ze stejného důvodu jako zásoba pojistná s tím rozdílem, že vyrovnává předpokládané vyšší výkyvy na vstupu či výstupu. Od pojistné zásoby se liší tím, že podnik o výkyvu dopředu ví, zatímco v případě pojistné zásoby se jedná o výkyvy náhodné. Vytváří se například u sezónních výrobků, očekávaných celozávodních dovolených dodavatelů nebo očekávaných problémů v dopravě.
 - Vyrovnávací zásoba – slouží k zachycení nepředvídatelných okamžitých výkyvů mezi navazujícími dílčími procesy v krátkodobém cyklu.

- Strategická (havarijní) zásoba – zajišťuje fungování podniku při nepředvídatelných událostech, kterými mohou být problémy v zásobování či stávky u dodavatelů. Vytváří se pouze pro klíčové zásoby podniku.
- Spekulativní zásoba – utváří se za účelem dosažení mimořádného zisku vhodným nákupem při dočasném snížení ceny nebo před očekávaným zvýšením ceny.
- Technologická zásoba – vytváří se v případě, kdy výrobek je z hlediska výroby už hotový, ale pro zákazníky ještě není použitelný, protože před svým použitím vyžaduje ještě určitou dobu skladování. S touto zásobou se často setkáváme v potravinářském průmyslu (zrání sýru, vína, piva), nebo při výrobě nábytku (vysychání dřeva na požadovanou vlhkost).

1.2.Skladování

Skladování patří mezi jednu z mnoha důležitých částí logistického systému. Je to hlavní spojovací článek mezi výrobcem a zákazníkem. Zajišťuje uskladnění zboží v místech jeho vzniku až po místa spotřeby (konečných zákazníků). Podává informace managementu o jeho stavu, podmínkách a rozmístění skladovaného zboží. Sklady se snaží překlenout prostor a čas mezi výrobou a konečnou spotřebou. Skladování není jen o uskladnění produktů, ale o sdružování a rozdělování zboží do celků a předávání informací. [2]

Způsoby skladování

Vhodné umístění skladu je velmi komplexní otázkou. Zvolení vhodného způsobu skladování závisí především na vlastnostech, druhu či velikosti zásob, ale i na potřebách dalších článků logistického řetězce jako je např. způsob dopravy a přepravy, složitost manipulace, počet distribučních článků a jiné. [3]

- a) Skladování na volné ploše – použitá plocha vyžaduje zpevněný povrch, případně ohrazení pozemku, někdy jednoduché zastřešení. Tento typ skladování je nejvhodnější pro syké materiály ukládané na hromadách, ale i tento materiál musí splňovat určité požadavky jako je např. odolnost proti větru, nenáchylnost na kontaminaci nebo by jejich hmotnost měla být relativně konstantní a specifická.
- b) Skladovací nádrže a sila – vhodné pro skladování velkých objemů kapalin a sykých materiálů, přičemž každá skladovaná položka musí mít vytvořen vlastní skladovací prostor. Skladovací nádrže jsou využívány pro uskladnění kapalných plynů, pohonných hmot a jiných rafinerských produktů, pokrmových olejů nebo pitné vody, zatímco sila jsou používána na mouku, obilí, suroviny práškové a granulované povahy nebo stavební hmoty jako je cement či vápno.
- c) Podzemní zásobníky – řeší problém skladování plynů. I když některé plyny lze skladovat v tlakových nádobách či tlakových kontejnerech v plynném nebo kapalném stavu, z celkového množství plynů je tato část velmi malá. Proto je pro skladování plynů vhodné využít podzemní zásobníky, které jsou důležité především pro uskladnění a distribuci zemního plynu. Vyrovnávají prostor mezi sezónní spotřebou plyn a potřebou zabezpečit rovnoměrnou těžbu plynu z jeho ložisek, dopravy a úpravy.
- d) Regálové systémy – tyto sklady jsou umístěny přímo v budovách a existuje celá řada druhů regálových systémů

- Policové regály – tento typ regálového skladování je využíván pro skladování kusového zboží menších rozměrů a hmotnosti, drobných dílů v různých obalech, krabicích apod. Tento systém potřebuje ruční obsluhu a neklade žádné nároky na drahou manipulační techniku. Lze ho upravit pro různé manipulační jednotky od kusového zboží přes krabice, po přepravky a jiné.
- Paletové regálové systémy – tento systém je ve skladování nejvíce využíván. Jsou stavěny ve výškách od 7 do 45 m, šířka uliček bývá od 1 do 3 m v závislosti na manipulačním prostředku, hloubka regálu začíná na 1 m a závisí na rozměru palet. Tento systém lze využívat pro různé druhy zboží umístěné na paletách v nejrůznějších úložných obalech od krabic až po sudy. Při využití tohoto systému se už vyplatí investovat do manipulačního zařízení nebo jiných automatizačních prostředků, které zajistí vyšší produktivitu práce.,
- Vjezdové (konzolové) regály – v tomto systému už je nutné vlastnit nějaký manipulační prostředek, který zajede přímo do některé z regálových uliček, kde ukládají palety na postranní lišty. Manipulace je však možná pouze z jedné strany, nejedná-li se o regály průjezdové, kde jsou palety přístupné z obou stran.
- Mobilní (přesuvné) regálové sestavy – oproti klasickým paletovým regálům, který je stabilně umístěn na ploše, je v tomto systému možné celé regály posouvat. Omezí se tak počet manipulačních uliček a výrazně se zvýší využití skladovací plochy. Je vhodný pro skladování malých až středních množství nízkoobrátkových položek jedné skupiny a jejich neomezený sortiment. V praxi se tento systém nejvíce osvědčil pro skladování knih a písemností.
- Stromečkové regály – vhodné pro skladování dlouhých předmětů jako jsou roury, profily různých materiálů, dřevěných desek, plechů a jiných. Obvykle se využívá regálů, které mají tvar stojanů s konzolemi, na které je zboží ukládáno po kusech, v některých případech po svazcích, na specializovaných podlouhlých paletách atd. Konstrukce regálů je přizpůsobena netypickým rozměrům skladovaných výrobků. [4]

1.3.Skladování ve skladech a ve výrobě [4]

Pro uskladnění používáme obaly, přepravní a manipulační jednotky, které lze nalézt jak v nákupu, tak ve výrobě a distribuci, stejně jako při realizaci zpětných toků. Všechny tyto jednotky pro uskladňování usnadňují manipulaci a skladování, zlepšují využití dopravních prostředků zabezpečují ochranu zboží a mají vliv na specifickou hmotnost výrobku.

1.3.1. Ukládací krabice, bedny a přepravky [6]

Tato skupina spadá do manipulačních jednotek. Jedna se převážně o krabice z kartonu a nebo kvalitnější provedení z vlnité lepenky, které zvyšuje nosnost a odolnost. Provedení krabic začíná od klasických chlopnovitých krabic různé konstrukce a končí až velkými kontejnery na atypických paletách pro dopravu výrobků, dílů a polotovarů. U těchto typů jednotek lze i vyřešit fixaci výrobků pomocí vložek, fixačních mřížek z kartonu a nebo vlnité lepenky.

Velmi rozšířenou jednotkou jsou i přepravky, které jsou převážně z plastu, ale objevují se i z hliníku, oceli, plechu a dřevu. Použití těchto materiálů zvyšuje jejich ruční a mechanickou manipulaci. Jsou základní jednotkou krabicových, mnohdy plně automatizovaných regálových systémů.

Do stejné skupiny patří i normalizované otevřené a nebo uzavíratelné malé plastové kontejnery KLT (od německého slova Kleinladungsträger), které byly vyvinuty se snahou sjednocené plastových přepravních obalů. KLT kontejnery se vyrábí s nosností od 20kg až do 600kg a jejich modulární rozměry půdorysu umožňují plně využití půdorysových palet.

Nejrozšířenější druhy KLT jsou:

- Classic Kleinladungsträger (C-KLT) – zesílené provedení, zvlněná základna
- Redesing Kleinladungsträger (R-KLT) – zesílené kompozitní provedení, hladké dno, žebrovaná základna, nižší hmotnost
- Redesing Light Kleinladungsträger (RL-KLT) – zesílené provedení, plochá hladká základna, nižší hmotnost
- Redesign Electro Conductive Kleinladungsträger (R-KLT ESD) – antistatické provedení R – KLT
- Redesign Light Conductive Kleinladungsträger (RL-KLT ESD) – antistatické provedení RL-KLT
- Falt Kleinladungsträger (F-KLT) – žebrovaná základna, možnost sklopení a snížení požadavku na prostor
- Deckel (D35/45/65) – víko



Obrázek 1 RL - KLT [5]

Pro transport a dopravu velkých materiálů mohou být používány plastové i kovové přepravky ve velikostech větších než 600 x 400 mm, tzv. Big boxy (např. 800 x 600 x 790 mm) KTP 11477, KTP 114888 (popř. GLT), které svým provedením, technickými vlastnostmi a způsobem manipulace propojují vlastnosti plastových boxů a palet.

1.3.2. Paletové manipulační jednotky a kontejnery

Co se týče palet jedná se o jednotky, které slouží jako základny pro sdružování obalů. Existují tři normalizované typy jako je Europaleta, ISO a poloviční palety, které jsou navrženy tak, že s nimi lze manipulovat vidlicovými vozíky a nakladači.

Klasické palety jsou ze dřeva, ale využití nachází i palety z kovu, recyklovaných plastických hmot, které lze několikrát použít. Existují i palety z papírového obalu, které jsou jednorázové a následně slouží jako palivo. Nosnost palet se obvykle pohybuje kolem 1000 kg.

Paletové kontejnery vychází ze základního rozměru palet, tedy půdorysu. Vlastní úložný prostor pevně spojený se základnou je vyráběn ve formě kovových skříní s plnými stěnami nebo pletiva, pevných nebo skládacích plastových ohrad aj. Využívají se pro balené i nebalené položky a to ať už jsou např. díly, krabice, a nebo sypkých materiálů. Poskytují výbornou ochranu přepravovaných položek a disponují obvykle víkem. U některých způsobů konstrukce je lze i stohovat. Kontejnery lze i využít pro tekutiny. Vyžadují ovšem speciální konstrukci o vypouštěcí zařízení. Součástí je i tak paleta s ochranou kovovou mříží. [4]

Velké kontejnery jsou dalším stupněm sdružování manipulačních jednotek. Jedná se o velkokapacitní ocelové skříně o normalizovaných rozměrech, které zvyšují efektivnost dopravy a například lodní dopravu si bez nich v dnešní době nelze představit. Jsou opatřeny dvoukřídlými vraty na čelní nebo boční straně. Plošinové kontejnery se využívají pro dopravu velkých strojů, tyčového materiálu, řeziva, trubek apod., nádržové kontejnery jsou využívány pro dopravu kapalin a jsou vybaveny cisternou. Setkávám se i s variantami kontejnerů, které nelze popsat jako klasické kvádry, protože mají zkosené hrany. Na tento typ lze narazit převážně v letecké dopravě, kde kvůli konstrukci letadla, která neumožňuje použití klasických kontejnerů. I přes změnu tvaru tento typ neztrácí možnost stohovatelnosti. [4]

2. Zásobování výroby

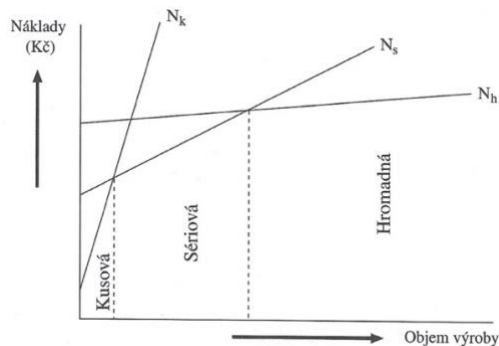
Hlavní rozdíl mezi kusovou a sériovou výrobou spočívá ve velikosti zpracovaných množství výrobků a způsobu přidělování potřebných výrobních faktorů např. charakteru uspořádání a využívání strojního vybavení, míře specializace pracovníků atd..

2.1. Kusová výroba [7]

Jedná se o typ výroby, která je realizována ve velmi malém množství pomocí strojů a zařízení s univerzálním použitím. Kusová výroba využívá svého potenciálu a to velkým počtem druhů vyráběných výrobků. Kusová výroba lze realizovat jako opakovanou kusovou výrobu a na neopakovanou sériovou výrobu. Tento způsob výroby může být zcela závislá pouze na objednávkách od konkrétních zákazníků, hovoří se tedy o zakázkové výrobě. U kusové výroby dochází k časté změně výrobního procesu a to v závislosti na momentálním výrobním programu. Lze tedy říct že řízení kusové výroby je komplikovanější než u sériové výroby.

2.2. Sériová výroba [7]

V případě sériové výroby dochází k výrobě výrobků v dávkách neboli v sériích, kde po naplnění výrobního plánu dochází ke změně výroby na další výrobky. Za situace, kdy se série jednotlivých výrobků v závislosti v čase opakuje hovoříme o rytmické sériové výrobě, v opačném případě se jedná o nerytmickou sériovou výrobu. Průběh výrobního procesu je u sériové výroby méně proměnlivý než v případě kusové výroby.



Graf 1 Struktura nákladů v závislosti na objem kusové, sériové a hromadné výroby. [7]

2.3. Způsoby manipulace [3]

Pohyb materiálu může být realizován několika typy manipulačních zařízení. Nejideálnější metoda ovšem spočívá na několika faktorech:

- typ přepravovaného materiálu
 - skupenství
 - fyzikální vlastnosti
 - klasifikace kusového materiálu dle FEM a další parametry
- druh elementárních pohybových operací
- přepravovaná dráha a její vlastnosti (např. pevná, omezená, výškové rozdíly aj.)
- výrobní systém, produkční a technologické procesy (např. způsoby uspořádání výrobních zařízení, technická omezení, dostupnost sítí) atp.,
- logistický systém a logistické procesy

- používaná soustava manipulačních a přepravních prostředků
- frekvence manipulačních operací
- pořadí manipulačních operací

Manipulovat s materiálem ve výrobě lze pomocí mnoha prostředků, které lze začlenit do skupin dle typů konaného pohybu jako je zdvih, pojezd či plynulý pohyb.

2.3.1. Prostředky a zařízení pro zdvih

Zvedáky – jednoduché manipulační prostředky pro zvedání břemen do malých výšek. Existují zvedáky mechanické hydraulické a pneumatické.

Kladky a kladkostroje – jednoduché prostředky, které se využívají při lehčích břemen, která nemění svoji polohu, Bývají lanové nebo řetězové s převodem pomocí šnekového nebo čelního ozubení.

Mostové jeřáby – všechny využívané jeřáby jsou vhodné k přemístování těžce manipulovatelných jednotek ve vodorovném, ale i svislém pohybu. Výhodou jeřábů je potřeba malé podlahové plochy k jejich činnosti a zvedání břemen velké hmotnosti. Nejdůležitějšími parametry mostových jeřábů při projektování manipulace s materiálem je nosnost, rozpětí, rychlost zdvihu, pojezd kočky a mostu, výška zdvihu a celkový příkon jeřábů. Podle uložení jeřábů na dráze se mostové jeřáby dělí na jeřáby s vlastní jeřábovou drahou nebo na podvěsné jeřáby, které pojíždějí po dvou nebo třech nosnících, které jsou obvykle zavěšeny na střešní konstrukci haly.

Konzolové jeřáby – jeřáby, které pojíždějí podél stěny budovy po dráze upevněné na zdi. Pomocí vodící kolejničky se také o stěnu bočně opírají.

Portálové jeřáby – nacházejí stále větší uplatnění při manipulaci s hutním materiálem. Mají uložen most na vysokých místech. Jejich výhodou je se že se nemusí stavět nákladné jeřábové dráhy, protože portálové jeřáby pojíždí po kolejnicích, které jsou uloženy na zemi.

Manipulátory – jsou součástí pružných výrobních systémů. Mají ramena, která jsou mechanická, elektromagnetická nebo vakuová. Pohon manipulátorů může být elektrický hydraulický nebo pneumatický.

Sloupové jeřáby – se využívají na pracovištích, kde je potřeba zvedat těžká břemena a nevyplácí se instalovat mostový jeřáb.

Roboty – mají řídicí systém, který funguje pomocí pevného nebo volného programu. Jsou vybaveny mechanickými zařízeními, které nahrazuje lidskou ruku ve výrobním procesu. Dají se naprogramovat na různé úkoly, a tak mají univerzální využití. Jedná se o složitý systém uzlů, pohonů, snímačů technologických hlavic a řízení. Podle vývojových znaků se roboty dělí do tří generací. První generací tvoří roboty s omezenými funkčními vlastnostmi. Řadí se sem roboty na podání a odebírání předmětů z určité polohy. Druhá generace se vyznačuje velkým počtem snímačů, které získávají informace z okolí. Ty jsou pak zpracovány na řídicím minipočítači. Roboty třetí generace jsou schopny samostatně řešit úkoly ve výrobním procesu.

2.3.2. Prostředky a zařízení pro pojezd

Bezmotorové a poháněné vozíky – nejpoužívanější manipulační prostředky ve strojírenských podnicích. Jedná se o manipulační prostředky bez možnosti zdvihu. Nejjednodušším typem vozíku jsou dvoukolové vozíky určené k manipulaci s manipulační jednicí či kusovým materiálem (bedna, kartony či přepravky). Velký význam mají vlečné plošinové vozíky, které slouží k připojení za motorový tahač. Nejčastěji používané poháněné vozíky jsou akumulátorové plošinové vozíky. To jsou čtyřkolové vozíky, které jsou řízeny řidičem za použití volantu. Existují i vozíky se spalovacím motorem, které vypouštějí výfukové plyny a proto se nepoužívají v malých uzavřených prostorech.

Vozy a vozíky se zdvižnou plošinou – jedná se o vozíky, které jsou vybaveny pákovým mechanismem, pomocí kterých se realizuje zdvih

Paletové vozíky nízkozdvižné – nejrozšířenější manipulační prostředky, které se využívají pro vidlicovou manipulaci s paletovými jednotkami nebo roltejny.

2.3.3. Zařízení s plynulým pohybem

Podvěsné dopravníky s vlečnými vozíky – jedná se o dopravníky, které jsou unášeny na řetězu a jsou k nim připojovány kolové vlečné vozíky. Ty cirkulují po uzavřeném okruhu a jejich připojování a odpojování je prováděno ručně.

Podlahové vozíkové dopravníky – obíhají na tažném řetězu, který je zakryt a je veden ve žlabu pod podlahou. Připojují se k němu vlečkové vozíky.

Pásový dopravník – jsou nejčastěji využívané dopravníky, protože mohou být využity pro posun po dráze, která je vodorovná, šikmá a lomená. Tažným a nosným orgánem je nekonečný pás podpíraný válečky nebo rovnou plochou.

Článekový dopravník – jedná se o dopravník jehož pás je tvořen ze článků. Používají se většinou tam, kde není možné použít pásový dopravník.

Řetězové podvěsné dopravníky – materiál je přemísťován v uzavřeném okruhu nebo po linkách které navazují na okruh na úrovni podlahy. Jsou schopné vykonávat i složitější na sebe navazující operace, a tak lze jejich činnost velice dobře automatizovat.

Hnané válečkové tratě – mají stavebnicový charakter a jsou využívány jen pro kusový materiál. Dají se velice často automatizovat, a tak bývají často použity při automatizaci celých systémů.

Nepoháněné válečkové, kladičkové a kuličkové tratě – používají se stejně jako hnané tratě, ale mohou být jen ve vodorovné pro ruční manipulaci, nebo také mohou mít spád a sloužit ke gravitační manipulaci.“ [8]

2.4. Příprava materiálu ve skladech [9]

Příprava materiálu je proces, který je i v dnešní době zastoupen převážně manuální prací. Nicméně dochází k začlenění prvků z informačních systémů a nástrojů, které umožňují zvýšení úrovně produktivity.

2.4.1. Druhy příprav materiálu

Příprava materiálu lze rozlišit na tři způsoby:

Pick to order - je způsob přípravy, kde operátor hledá jednotlivé položky až do bodu, kdy je příprava zakázky kompletní. Nevýhodou této metody je, že v případě velkého počtu položek dochází k velkým časovým ztrátám a proto se praktikuje pro zakázky o malém počtu položek.

Batch picking – vychází z hlavní nevýhody Pick to order, a to je že operátor může připravovat položky pouze pro jednu zakázku. V případě Batch picking operátor hledá všechny položky, které jsou v daném okamžiku požadovány, což znamená, že operátoři musí mít vysokou úroveň zaškolení, a nebo přichází čas pro aplikování automatizace. V závěru musí být vyhledané položky vytříděny dle zakázek.

Přípravní zóny

Jedná se o část skladu, která je rozdělena na několik segmentů dle počtu připravovaných zakázek. Každý operátor připravuje pouze tu zakázku v závislosti na jemu přiřazené zóně. Při práci v zónách lze využít kooperace robota s operátorem, kde robot vyhledává položky o velkém objemu či hmotnosti, přičemž operátor vyhledává pouze položky, které jsou v souladu s ergonomií.

2.4.2. Nástroje pro přípravu materiálu

Pro ulehčení operátorům přípravy materiálu jsou využívány nejrůznější typy prostředků a zařízení a to od ručních paletových vozíků až po moderní automatizované zařízení.

Zařízení se dělí na:

- picker to goods
- goods to picker
- automated systems

a. Picker to Goods

Tato kategorie funguje na principu toho, že operátor připravuje a vyhledává materiál po celém skladu v daném pořadí. Je důležité brát v potaz jaké nástroje operátor využívá (paletový vozík, vysokozdvíhací vozík, atd.) a jakým způsobem je materiál uskladněn (palety, police, regály atd.). Nejčastější typy zařízení pro přípravu materiálu:

- paletové vozíky a jiné soupravy
- zdvižné vozíky
 - nízkozdvíhací vozíky
 - vysokozdvíhací vozíky
 - elektrické zdvižené vozíky
 - vysokozdvíhací vozíky s výsuvným zvedacím zařízením

b. Goods to Picker

Není vždy efektivní pro operátora aby vyhledával potřebný materiál po celém skladu. Různé nástroje umožňují operátorům přivolat si daný materiál. Tyto nástroje jsou automatizované.

- Horizontální karuselové zásobníky
- Vertikální karuselové zásobníky
- Regálové systémy s pojízdnými drahami

2.5. Možnosti způsobu zásobování

Zvolení správného logistického systému pro zásobování či obecně chodu zásob je klíčové pro splnění cílů podniku. V současnosti se využívá několik druhů systému s ohledem na typ zásobovacího materiálu a potřeb zákazníka. Nejaktuálnější systémy využívají cloud řešení, kdy se využívá skutečnosti aktuálního zobrazení stavu zásob.

2.5.1. Material Requirement Planning – MRP [7]

MRP nebo-li v češtině plánování požadavků materiálu je systém, který se dnes již nevyužívá, ale byl počátkem pro řízení zásob materiálu. Klíčovým prvkem pro výpočty plánu potřeby materiálu je tzv. hrubý rozvrh výroby. Tento systém je postaven na základě objednávek od zákazníků a nebo predikcí z historie objednávek. Při aplikaci tohoto systému z pravidla vždy dochází ke snížení objemu vázaných oběžných prostředků a rovněž ke snížení nákladů na pořizování a udržování zásob. Nevýhodou tohoto systému je, že plánování vychází pouze z informací hrubého rozvrhu výroby a tím pádem se nebere v potaz skutečný průběh výroby. Existuje i zdokonalená verze tohoto systému s označením **MRP II**, kde dochází k těsnějšímu propojení objednávek materiálu s podrobným rozvrhem výroby a kapacitních propočtů. MRP II prohlubuje výhody MRP jako je snižování vázanosti oběžných prostředků, nákladů na pořizování a udržování zásob. Tento systém

je ovšem náchylný na chyby ve vstupních informacích, jako jsou odhady pracností plánovaných úkolů a operací.

2.5.2. Enterprise Resource Planning - ERP

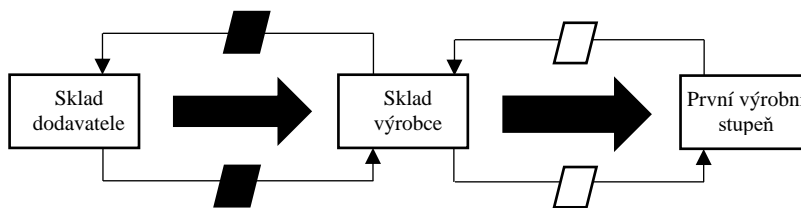
V systémech MRP II je důležité informační zabezpečení řízení výrobních procesů a zajištění všech informací, potřebných pro rozhodování. Proto dochází k integraci mezi ostatními subsystemy typu MRP II a díky tomu vzniká komplexní systém ERP. Základním prvkem je databáze, která je sdílená mezi výrobou a všechny ostatní oblasti jako je obchod, marketing, distribuce technologie, finance a účetnictví atd. [7]

2.5.3. Optimazed Production Technology – OPT [7]

OPT je koncept řízení výroby, který se liší od systému MRP tím, že je spíše zaměřen na optimalizaci výrobních toků cestou maximálního využití kapacit úzkoprofilových pracovišť. Základní myšlenka je na základě výkonnosti výrobního systému jako celku a i zároveň na vázaných oběžných prostředků určující úzkoprofilová pracoviště. Hlavní výhodou systému OPT je snížení průběžných doba celkové zvýšení průchodnosti výrobního systému. Tento systém je rozdílný tím, že k jeho uskutečňování dochází ve dvou etapách. V první etapě dochází k předběžnému plánování a to odzadu, přičemž předpokládáme, že výrobní kapacity nebudou nijak omezeny. Tato etapa slouží k odhalení kritických míst a jak už zmíněných úzkoprofilových pracovišť. V poslední etapě, kde dochází k finálnímu plánování se snažíme rozvrhnout úzkoprofilová pracoviště s ohledem na jejich co možná největší využití. V této etapě se již nepostupuje odzadu jako v předešlé etapě a zohledňuje se skutečnost, že výrobní kapacity jsou limitované.

2.5.4. Kanbanové okruhy [4]

Jedná se o okruhy, které jsou regulační a v současně době jsou aplikovány v praxi zejména při řízení a realizaci materiálových toků, mezi dodavatelem polotovarů a dílu a výrobcem finálních výrobků. Využití nachází hlavně u dodávek s vysokou frekvencí a stabilním odběrem. Externí kanbanový okruh se napojuje přes klad výrobce na první výrobní okruh přičemž dodržuje materiálový tok a následně vytváří materiálový tok mezi dodavatelem a skladem výrobce.



Obrázek 2 Distribuční kanbanový okruh

2.5.5. Just in Time - JiT [4]

Systém Just in Time je přístup k řízení zásob, který se snaží redukovat množství zásob a náklady s nimi spojené. Základním elementem je předpoklad, že materiál bude výrobcem poskytnut právě v ten čas, kdy je potřeba. Naprosto klíčová je pro tento způsob řízení zásobování komunikace mezi výrobou, dopravcem a dodavatelem.

Nákupní strategie z hlediska realizace vlastních dodávek se může pohybovat mezi dvěma krajními extrémy:

- Dodávkami na klad, kdy mezi dodavatelem a výrobcem je velký stav zásob, vytvořený pro celé plánovací období na základě předpovědi poptávky, schopný pokrýt jakýkoliv výkyv ve spotřebě dodávaných materiálů výrobcem.
- Dodávkami, při nichž zákazník objednává operativně podle své okamžité potřeby. To předpokládá „nulové“ dodací lhůty, neomezené kapacity dodavatelů a vysoký převis nabídky mezi poptávkou.

Ukládání položek do skladu je praktikováno pouze pro mimořádně důležitých a strategicky významných. Jedná se o položky, který jsou na trhu nedostatkovým zbožím.

2.5.6. Just in Sequence - JiS [4]

JiS je typ řízení zásob, který je považován za extrémní typ JiT. Podstatou metody je organizace dodávek komponent výrobcem v pořadí v jakém jsou montovány při výrobě finálního výrobku. U této varianty dochází v dodavatelském systému obvykle k přesunu zásob od výrobce dodavatelům. Modifikace systému:

- Začínají od sekvencí vytvářených přímo výrobcem ze zásob dodávaných dodavateli a jejich dodávání na montážní linku, kde hlavním motivem je pronikavé snížení zásob dílů lokalizovaných přímo u výrobní linky a vytvoření podmínek pro výrobu několika typů výrobků na jediné lince.
- Pokračují přes využití externího průmyslového distributora, který vytváří sekvence z dodávek dílů jednotlivých dodavatelů a dodává je JiT na montážní linku
- Končí až po přímé dodávky požadovaných sekvencí od dodavatele na montážní linku.

Jedná se tedy o vyšší stupeň komunikace, plánování a řízení mezi partnery než u systému JiT. Při využívání sekvenčního systému nacházejí uplatnění speciální sekvenční kontejnery, ve kterých jsou kompletovány „sekvencovány“, buď díly stejné druhem, ale odlišným provedením pro jednotlivé výrobky, nebo soubory různých dílů nutných pro zásobování montážního stupně opět odlišné pro jednotlivé výrobky v pořadí, v jakém je plánována jejich výroba na lince.

2.5.7. Lean Managment [7]

Lean Managment nebo-li štíhlá výroba spočívá: „*ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízená decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při malé hloubce výroby(nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů).*“ Každý zaměstnanec nese zodpovědnost za kvalitu a průběh výroby, přičemž má právo na zastavení výroby v případě, že je zjištěna chyba. Cílem této metody je maximálně uspokojit zákazníka.

Štíhlá výroby se opírá o 4 koncepty jak je:

- **Plánovací princip pull**
Pull v překladu tahat znamená, že zakázky nejsou „protlačovány“ výrobním systémem, ale vychází se ze systémů „dodej dle požadavků“. Tento systém se opět opírá o maximální uspokojení zákazníka, přičemž každý interní pracovník, který zpracovává podměť se snaží maximálně uspokojit pracovníka, který zpracovává následující podměť, čímž se mění na interního zákazníka.
- **Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce.**
Tento princip se snaží zamezit plýtvání a to v jakékoliv části procesu až od přijetí zakázky až po doručení. Vychází se pouze z operací, které pouze přidávají hodnotu, kterou je zákazník ochoten zaplatit. Aktivita, které nepřidávají hodnotu se, ale přesto uskutečňují, ukazují na skryté plýtvání. Pod tímto pojmem si lze představit operace jako je opravy, skladování dílů, několikanásobná evidence dat, dlouhé dopravní cesty mezi procesy atd. Skryté plýtvání lze odhalit nejen ve výrobě, ale i v oblastech jako je správa a management.
- **Princip nepřetržitosti**
V tomto principu se usiluje o neustále zlepšování, ke kterému by mělo docházet kontinuálně. Neustále zlepšování lze uplatnit nejenom v oblasti kvality, ale v celkovém pojmu uspokojování zákazníka a tím získal náskok před konkurencí.
- **Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti**
Firma by se měla omezit na podstatné aktivity, které ovládá lépe než konkurence. To vyžaduje analýzy o posouzení rozsahu působnosti všech útvarů podniku oproti konkurenci a externích partnerů. V tomto směru se Lean Management zaměřuje na všechny interní kapacity a zdroje podniku především na využití klíčových schopností firmy.

3. Prostorové uspořádání výroby a skladů

Při návrhu výrobního a skladového uspořádání je důležité mít na paměti charakter výroby. Neefektivní návrh může představovat plýtvání prostředků a to ať nadměrný pohyb pracovníků, a nebo nadbytečné využití ploch. Tyto nedostatky mohou zkomplikovat materiálový tok, což vede ke komplikacím s ohledem na navázání zbytečných logistických nákladů.

3.1. Možnosti uspořádání skladů [10]

Ze začátku, kdy přijmeme materiál na sklad, je potřeba ho někam uskladnit. Způsob, jak a kam ho umístíme, má vliv na efektivnost celého systému haly. Správné uspořádání skladu může zlepšit tok materiálu, přehlednost, snížení nákladů na zaskladňování a zpříjemnit práci pracovníkům skladu.

Pro uspořádání skladu se využívávají tři typy základních systémů:

a) Náhodné rozmístění

Systém náhodného rozmístění při skladování se položky místa, které je nejbližší ve volném prostoru na skladovací ploše. Tento způsob je sice nenáročný, co se týče uspořádání, ale je obtížně říditelný a obvykle se sledují automatizovanými systémy pro řízení skladů WMS (warehouse management systém). V tomto typu řízení rozmístění nachází uplatnění ABC analýza pro řízení a rozmístění položek dle nejvyužívanějších a nejčastěji doplňovaných.

b) Pevné rozmístění

Systém pevného rozmístění je založen na stálých pozicích položek. Výhodou tohoto systému je snadné sledování zásob a jednoduchá orientace, díky tomu že je pozice uskladnění neměnná. Nevýhodou ovšem je, že nemusí docházet k využití maximální plochy skladů. Pevné rozmístění pokulhává v případě prázdných úložných prostor, kdy se manipulace s hledanou položkou může prodloužit, kvůli právě dané pozici, přičemž by položka mohla být umístěna v prázdném regálu, který může být blíže a tím by došlo ke zkrácení času manipulace.

c) Seskupování položek

Sklad lze u uspořádat podle jednotlivých faktorů položek jako například oblíbenost, kompatibilita a komplementarita. Oblíbenost produktů se odvíjí podle rychlosti obratu, který závisí na velikosti poptávky. Tyto položky by se měly uskladňovat co nejbližší k místu příjmu a expedice, abychom zkrátili čas pohybu ve skladu na minimum. Kompatibilita je faktor, který rozhoduje zda-li lze vystavit položky stejným podmínkám. Některé položky mohou vyžadovat speciální podmínky pro skladování jako je například teplota nebo vlhkost. Komplementarita znamená doplňkovost a vychází z toho, že mohou být od stejného výrobce a tudíž se objednávají společně.

3.2. Možnosti uspořádání výroby [11]

Správné uspořádání strojů a pracovišť je hlavní činností technologického projektování. Hlavními kritérii při návrhu jsou:

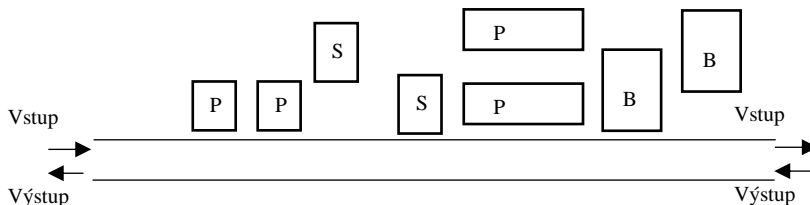
- Efektivnost výroby
- Minimální mezioperační přípravu
- Nejmenší čas přepravy materiálu mezi pracovišti
- Bezpečnostní předpisy
- Úspora výrobní plochy

Z projektové praxe jsou známy různé varianty uspořádání pracovišť ve výrobních seskupeních. Optimální řešení rozmístování strojů a pracovišť musí vyplynout z analýzy velkého počtu faktorů v přípravných etapách zpracování projektů.

V současné teorii projektování rozlišujeme tyto základní strukturální schémata upořádání pracovišť:

a) Volné uspořádání

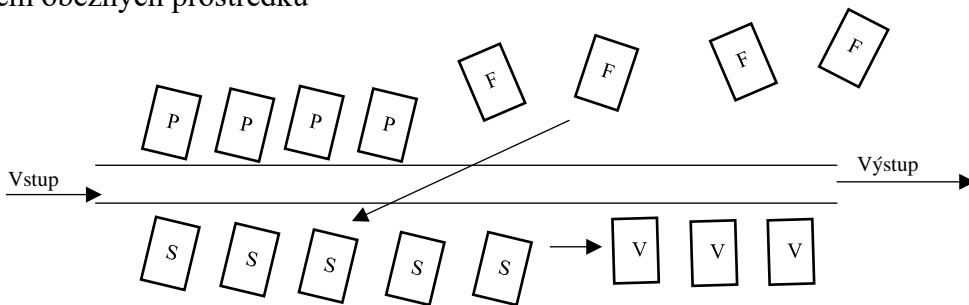
Tento způsob uspořádání strojů ve výrobě lze považovat za náhodný. Proces uspořádání probíhal způsobem, kde stroje byly umísťovány na prázdné pozice. Volné uspořádání se uplatňuje pouze při kusové výrobě, protože v jiných případech je zcela neefektivní.



Obrázek 3 Volné uspořádání. [11]

b) Technologické uspořádání

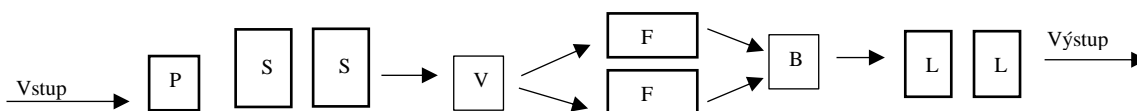
Při tomto uspořádání jsou stroje a operace uspořádány podle technologické příbuznosti. Výhody toho uspořádání jsou: univerzálnost pro změnu výroby, lepší využití výroby, poruchy strojů nenaruší výrobu a specializace mistrů na konkrétní typ technologického procesu. Mezi nevýhody tohoto uspořádání patří například komplikovaný tok materiálů, velké vzdálenosti manipulačních drah, vyšší nároky na výrobní plochu, větší nároky na centrální mezisklad a zvyšuje se objem oběžných prostředků



Obrázek 4 Technologické uspořádání [11]

c) Předmětné uspořádání

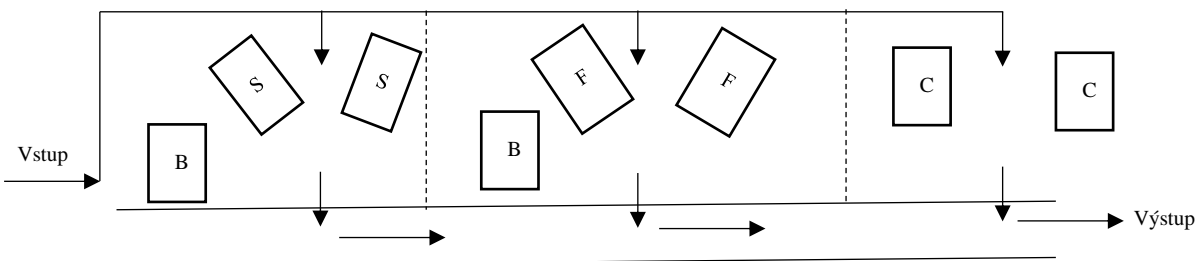
Pracoviště jsou uspořádány podle technologického postupu. Tento způsob uspořádání je vhodný u sériové výroby, nebo při opakované výrobě menších sérií. Mezi výhody tohoto uspořádání patří například zkrácení manipulačních drah, zkrácení průběžné doby výroby a zlepšení operativního řízení výroby. Mezi nevýhodami patří, že tento typ výroby nelze obvykle použít pro jiný typ výroby, který nemá podobný sled operací a při snižování výroby dochází ke zmenšení využití strojů.



Obrázek 5 Předmětné uspořádání [11]

d) Modulární uspořádání

Toto uspořádání je charakteristické seskupováním stejných technologických bloků, z nichž každý plní více technologických funkcí. Celý provoz se tak skládá ze stejných nebo podobných skupin pracovišť – modulů. Mezi hlavní výhody patří například vysoká efektivita, zkrácení operačních časů a manipulačních drah. Mezi nevýhody tohoto uspořádání patří vyšší nároky na technickou přípravu výroby a vysoká cena strojů a zařízení protože se převážně používají univerzální stroje.



Obrázek 6 Modulární uspořádání [11]

a) Buňkové a hnízdové uspořádání

Tento způsob uspořádání strojů je jedním z nejefektivnějších uspořádání a také nejdražší. Buňky tvoří obvykle univerzální stroje s mechanizovaným či automatizovaným okolím. Jedná se tedy o plně automatizované nebo robotizované pracoviště. Mezi výhody tedy spadá vysoká produktivita práce a vysoká efektivnost ve všech směrech. Nevýhody jsou obdobné jako u Modulárního uspořádání.

3.3. Návaznost mezi výrobou a logistikou [3]

Tyto návaznosti lze popsat materiálovým tokem, který je označován jako hlavním těžištěm logistických procesů podniku. Materiálový tok je řízený pohyb materiálu, surovin, polotovarů, který umožňuje charakterizovat dynamiku výroby v prostoru a čase. Uspořádání výroby a skladů ovlivňuje materiálový tok.

Naši prioritou je vytvořit takové rozvržení a uspořádání budov, strojů, skladů a pracovních úseků, tak aby byly vzdálenosti mezi nimi co nejkratší. Díky vhodnému uspořádání lze dosáhnout úspor jak v samotného materiálu a času, ale i finančních prostředků. Předmětem logistického řízení mohou být i prvky informačního toku jako jsou například zakázky, objednávky a dodávky již zmíněných částí hmotného toku.

Průběh a realizaci materiálového toku ovlivňuje:

- Objem, sortiment druh a typ výrobního procesu
- Úroveň technologické složitosti a členitosti všech výrobních procesů, montážních skupin a celků
- Počet operací uskutečňovaných v jednotlivých fázích výrobního procesu a pracovních místech
- Tvar, členitost a specifika prostoru výrobních procesů
- Způsob řešení dopravy
- Umístění pomocných, podpůrných provozů a služeb

Základní návrh průběhu materiálového toku [4]

Materiálový tok začíná příjmem zboží, po kterém následuje kvalitativní a kvantitativní příjemka. Přijaté zboží nemusí odpovídat požadavkům a je třeba ho uložit na speciální pozici na dobu vyřízení reklamace. Pokud položky nepřišli na vhodné skladovací jednotce, je potřeba položky přeskladnit. Můžeme se setkat s položkami, které jsou určeny k přímé dodávce konkrétnímu odběrateli a ty jsou následně dopraveny přímo do zóny expedice.

V případě, že materiálový tok směřuje přes výrobní, nebo kompletační linky a jedná se o urgentní objednávky, jsou položky dopravovány z příjmu přímo na vymezené pozice přímo u linek. V běžném případě jsou linky zásobovány ze skladovací zóny.

Další aktivity, které zajišťují sklady:

- Dělení **materiálu**, plechů, profilů, trubek podle požadavků.
- Vytvoření skupinových balení
- Označování zboží
- Kontrola kvality
- Drobné úpravy, opravy
- Zabezpečení zpětných toků

K dalším pomocným činnostem lze řadit:

- Dobíjení baterií mechanizačních prostředků
- Údržbu
- Úklidové činnosti
- Požadavky na kancelářské prostředky

Pro ideální průběh materiálového toku, je třeba určit druh manipulačních jednotek jako například palety, kontejnery a přepravy. Pro tuto volbu lze vyselektovat výslednou jednotku podle kategorií jako je: hmotnost, objem, půdorysný rozměr a výška. Při návrhu bychom se měli vyvarovat velkému počtu kombinací využívaných druhů.

Základním problémem při modelování toků je stanovení požadavků na příjem a výdej manipulačních jednotek. Vycházíme z otázky: Jak často a kolik ?

U kvalifikace vstupů i výstupů je třeba odhadnout:

- Průměrné množství manipulačních jednotek
- Výkyvy množství manipulačních jednotek

Při výběru mechanizačních prostředků na příjmu a v expedici je třeba ještě doplnit:

- Typy vozidel
- Kapacitou vozidel
- Frekvencí

Dalším významným krokem je rozhodnutí zda-li budeme využívat náhodné či pevné skladování, zda pro každou skladovací jednotku pevně vymezená místa a nebo náhodně podle různých kritérií jak je již popsáno výše. Výchozím prvkem pro rozhodování je výše investičních nákladů. V případě pevného skladování je důležité stanovit maximální požadavky a požadovanou kapacitu. U náhodného skladování stačí maximální nároky na skladování v měsíci.

Hodnotící kritéria	Pevné skladování	Náhodné skladování
Využití skladovací plochy	Nízké	Vysoké
Uplatnění FIFO	Dobré	Obtížnější
Časová náročnost kompletace	Průměrná, snadné vyhledávání	Bez podpory IS velmi vysoká
Náročnost na kontrolu	Nízká	Vysoká
Požadavky na informační systém	Relativně nízké	Vysoké
Nároky na investice na sklad. jednotky	Vyšší	Nižší
Pružnost reakce na změnu v sortimentu	Nízká	Vysoká

Tabulka 1 Volba mezi pevnou a náhodnou lokalizací položek [4]

Získané informace jsou východiskem pro výběr vhodných zařízení pro statickou a dynamickou část skladu. Obě části skladu nelze navrhovat odděleně, protože dostupné konstrukce regálových sestav vyžadují specifické manipulační prostředky, jejich kombinace má jak technická omezení, tak významným způsobem ovlivňuje výši investic na pořízení a provozní náklady skladů.

Důležitým prvkem je systém uspořádání haly pro materiálový tok, který lze připodobnit do tvarů „I“, „L“ a „U“. Všechny tyto uspořádání nebo v tomto případě layouty se skládají z částí jako je příjem, nějaká mezní část v podobě výroby, kompletace a nebo skladovací zóny. Rozdíl ovšem je v směru toku materiálu. Layout ve tvaru „I“ nebo-li průtokový má například vstup a výstup na protilehlých stranách. V případě Layoutu „U“ se vstup a výstup nacházejí na stejné straně podniku, což například usnadňuje postup materiálu v oblasti dopravy. Poslední „L“ systém uspořádání má výhodu, že pomocné plochy jsou společné jak pro příjem tak i pro výdej.

4. Analýza současného stavu

Firma se orientuje v oblasti výroby stavebních strojů a má v plánu začít s výrobou válců. V logistickém řízení využívá systém čárových kódů pro vysokou efektivitu a snahou předejít chybám. Jejich systémy jsou na bázi systému Enterprise, kdy aktuální informace ať už z oblasti logistiky nebo výroby jsou stále online.

Firma využívá několik specializovaných manipulačních jednotek jako třeba přepravní palety. Pro pohyb s manipulačními prostředky využívá moderní zařízení jako například retrak, který je řízený operátorem, a proto se nabízí možnost automatizace. V oblasti zásobování využívá systému kanban společně se systémem Just in Time.

Výroba této firmy se skládá ze dvou částí, které jsou rozděleny volným prostorem, který má po stranách regálové úložiště. Dolní část výroby se orientuje na výrobu generátoru a do této oblasti bude zakomponována výrobní linka válců. U každého pracoviště jsou aktuálně umístěny palety s položkami, které zásobí linku na 10 výrobků na jeden den.

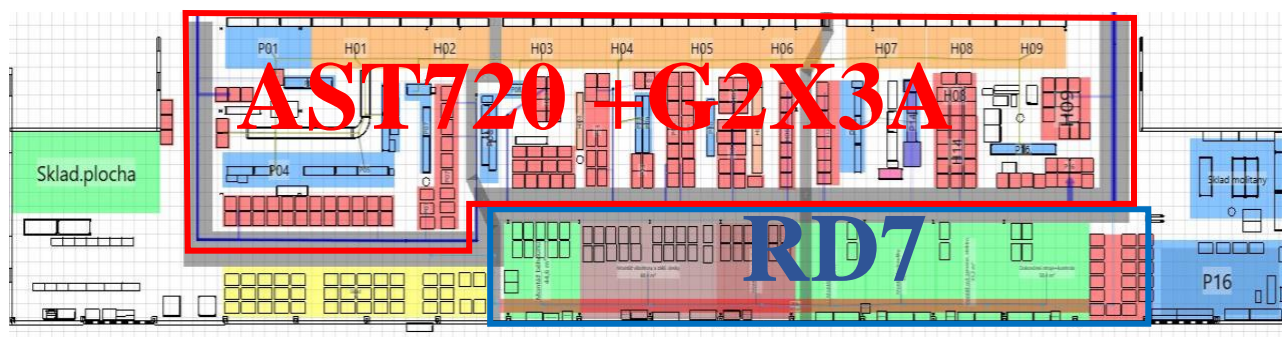
Tato práce se zaměřuje na prostorové uspořádání výrobních a skladových a dolní část haly.

4.1. Současné prostorové uspořádání

Výroba je uspořádaná pro montáž 3 výrobků a skládá se ze 2 linek. Linky se skládají z několika pracovišť v závislosti na náročnosti výroby, velikosti objemu a počtu připravovaných výrobků na jednotlivých pracovištích. Prostor linek je ohraničen cestami pro manipulaci, které jsou 2 metry široké. V okolí linek se nachází zejména skladové plochy pro palety a nebo regály pro uskladnění.

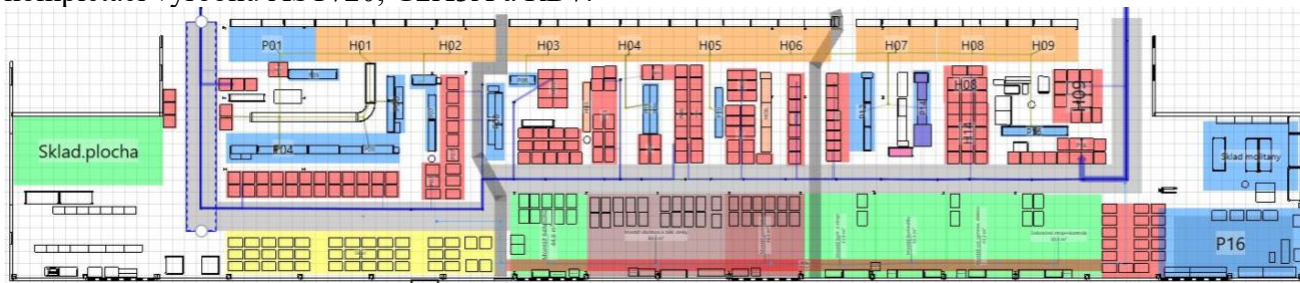
Linka RD7 se skládá ze sedmi pracovišť a je upořádaná v jedné linii. Tato linka je situována v dolní části výrobní haly a pracoviště jsou označena pořadovými čísly 1 až 7, přičemž na prvním pracovišti se výrobek začíná montovat a na posledním sedmém pracovišti je výrobek hotový a následně je uskladněn na průběžné skladové ploše. Jednotlivá pracoviště spojuje manipulační prostor. Každé pracoviště má podle potřeby přiřazenou paletovou plochu, která slouží pouze pro palety na kterých jsou umístěny součástky sloužící pro kompletaci výrobku.

Druhá linka je určena pro výrobu výrobků AST720 a G2X3A. Linka se skládá ze dvou typů pracovišť a to z hlavních a přípravných. Hlavní pracoviště slouží ke smontování hlavních částí a celkové kompletaci výrobku a na přípravných pracovištích je vykonávána příprava a kompletace menších prvků, které jsou následně zakomponovány do celé sestavy v pořadí dle výrobního postupu.



Obrázek 7 Původní layout

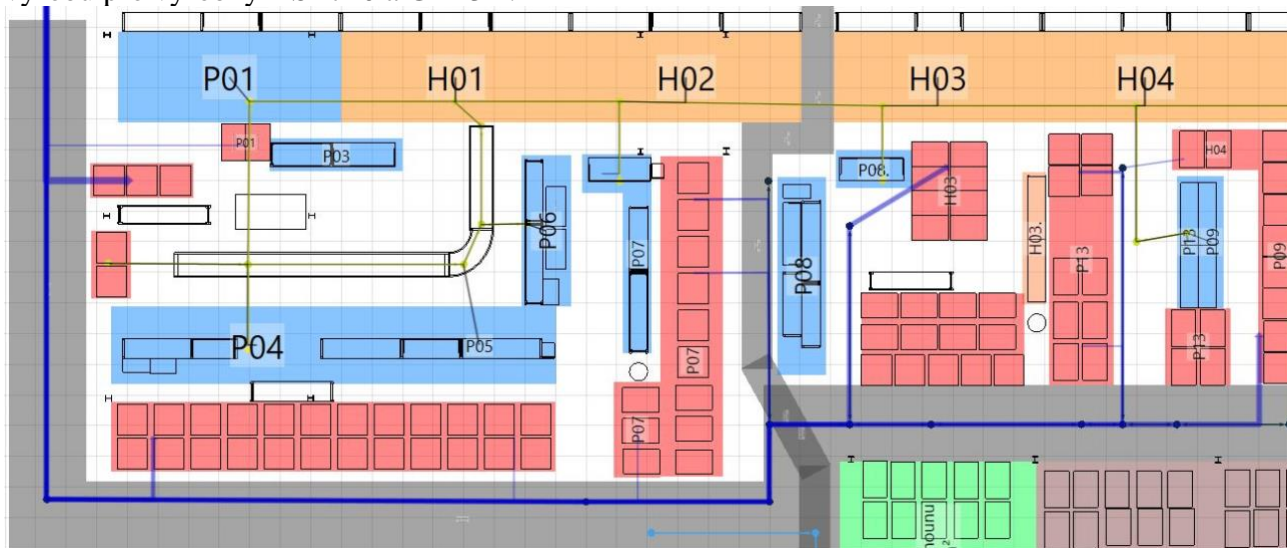
Na levé straně jsou orientované plochy, které slouží taktéž jako skladové. Na těchto plochách jsou umístěny regály a palety, které ovšem neslouží pro skladování součástí potřebných ke kompletaci výrobků AST720, G2X3A a RD7.



Obrázek 8 Původní materiálový tok

Detail materiálových toků:

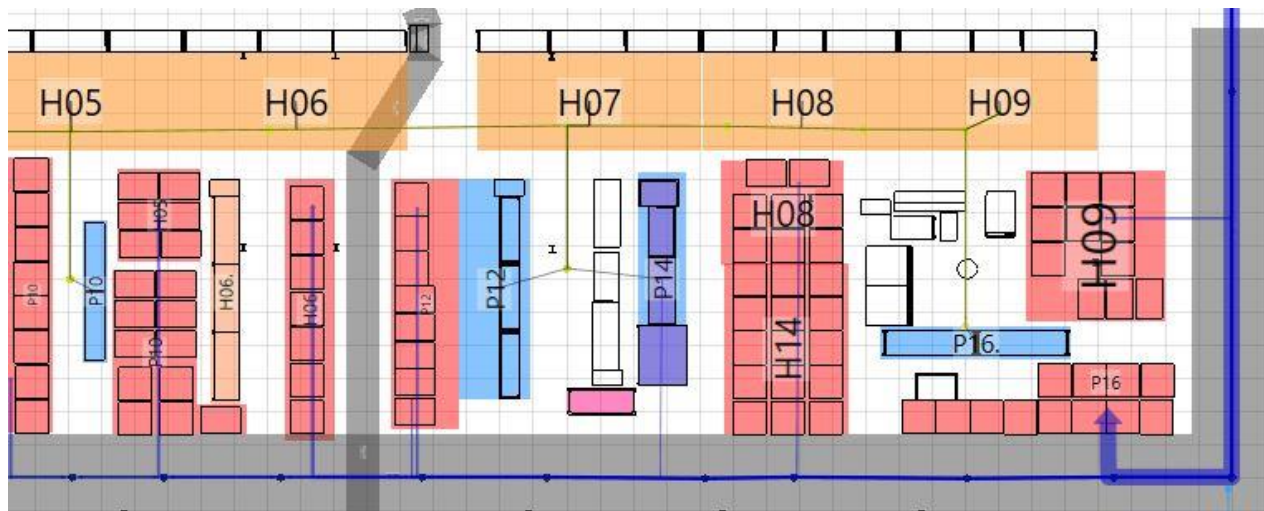
Materiálové toky pro tuto výrobu začínají na vstupu haly v pravém a levém horním rohu haly. Přes boční uličky pro manipulaci proudí na pracoviště a to ať už přípravné nebo hlavní. Většina pohybů je realizována vysokozdvížnými vozíky po manipulačních plochách, které ohraničují výrobu pro výrobky AST720 a G2X3A.



Obrázek 9 Detail původního materiálového toku

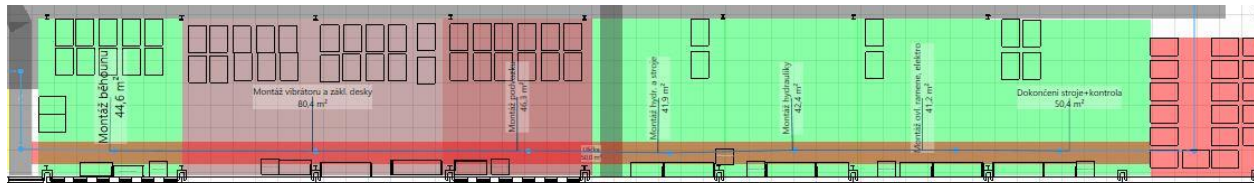
Většina materiálu je přivezena na přípravné pracoviště P01 a P09. Pracoviště P01 má vcelku 6 pozic pro uskladnění palet a zbytek plochy na uskladnění je realizován nad pracovištěm v podobě regálu, kde jsou uloženy v manipulačních jednotkách menší položky.

Další hlavní větví materiálového toku je úložiště pro pracoviště P04, P05 a P06, které je umístěno pod pracovištěm P04 a P05 a vykazuje plochu 33,2 m². Další z hlavních větví materiálového toku je pracoviště H03, kde je úložná plocha pro 8 palet s možností setování po dvou. Přípravné pracoviště P07 má skladovou plochu rozmístěnou po okraji pracoviště o velikosti 12 palet. Poslední z hlavních větví tohoto toku směřuje k přípravnému pracovišti P09, které má skladovací plochu o 10,8 m².



Obrázek 10 Detail 2 původního materiálového toku

Ve druhém směru materiálového toku naprostá většina směřuje na přípravné pracoviště P16, odkud materiálový tok pokračuje na další pracoviště. Existují případy, kdy materiál směřuje rovnou na přípravná pracoviště a to na P10, P12, P14 a také na hlavní pracoviště, jako je H09, H08, H06 a H05.



Obrázek 11 Detail 3 původního materiálového toku

Linka RD7 jejíž materiálový tok proudí pouze v jednom směru a pouze po uličce, která je orientována v dolní části výrobní haly. První pracoviště, kde dochází k montáži běhounů je začátkem materiálového toku této linky. Materiál dále proudí skrze pracoviště a končí na skladovací ploše o rozloze 33,2 m². Podle pracovního postupu je většina paletové plochy umístěna u pracoviště 2, kde dochází k montáži vibrátoru a základní desky. Druhá největší paletová plocha je na pracovišti 3 kde se montují podvozky sestavy.

4.2. Area balance celé části



Obrázek 12 Area Balance původního layoutu

Area balance haly je z velké části tvořena volným prostorem a to o velikost 730,7 m². Tento prostor je primárně mezi paletovými a regálovými plochami. Na druhém místě je výrobní plocha hlavních a vedlejších pracovišť této části haly o velikosti 592,2 m². Paletová místa, která jsou situována kolem pracovišť mají rozlohu o 500,1 m² a je do ni započtena i plocha pro skladové plochy, které nepřímou souvisí s pracovišti. Plocha, která obtéká většinu pracovišť je plocha určena pro manipulaci a to o rozloze 326,2 m². Zbývající plochy jsou skladové plochy pro manipulační jednotky jako je například KLT a nebo nijak nezařazené plochy.

4.3. Area balance jednotlivých pracovišť

RD7 plocha v m ²			
Pracoviště	Produkce	Regálová plocha	Plocha pro palety
1	34,8	-	12
2	59,8	1,6	20
3	35,2	-	12
4	34,1	0,7	2
5	37,5	0,7	-
6	36,3	0,7	2
7	43,3	0,9	4

Tabulka 2 Velikost ploch původního layoutu RD7

AST720 a G2X3A plocha v m ²			
Pracoviště	Produkce	Regálová plocha	Plocha pro palety
H01	22,4	4,8	-
H02	22,4	4,8	-
H03	20,2	6,8	7,9
H04	20,1	8,1	3,8
H05	20,1	4,3	7,1
H06	20,1	9,2	11,7
H07	20,1	4,3	-
H08	17,6	3,8	11,6
H09	17,5	3,8	19,1
P01	21,6	4,5	8,6
P03	1,6	1,6	-
P04	24,2	5,1	11,1
P05	12,7	1,8	11,1
P06	8	2,8	11,1
P07	7,8	2,9	26,3
P08	13,4	4,2	16
P09	-	2,4	10,8
P10	-	12,7	22,7
P12	-	3,6	15,1
P13	-	2,4	22,8
P14	9,1	4,6	19,1
P16	47	9,6	72,5

Tabulka 3 Velikost ploch původního layoutu AST720 a G2X3A

Area Balance původního layoutu byl zkoumán i z pohledu jednotlivých pracovišť. Hlavní pracoviště mají podobné rozložení ploch až na první a druhé hlavní pracoviště linky G2X3A a AST720, které nemají plochu pro palety, což je způsobeno kooperací s vedlejšími pracovišti. Stejný efekt se projevuje i u pracoviště H07. Přípravné pracoviště P03 taktéž nedisponuje plochou pro palety, což je způsobeno tím, že se na tomto pracovišti neoperuje s položkami, které by byly umístěny na paletách. Přípravná pracoviště P09 až P13 nemají produkční plochu, což je způsobeno tím, že se na těchto pracovištích nesmontovává žádná položka vyžadující prostor pro montáž.

Montážní linie RD7 ze začátku montáže potřebuje s ohledem na výrobní postup většinu skladových ploch, které jsou pro montáž z celkového pohledu potřeba. Největší paletová plocha je na pracovišti, kde dochází k montáži vibrátorů a základní desky. S ohledem na chod montáže se velikost ploch pro palety zmenšuje. Na pracovišti, kde dochází k montáži podvozků je 12 paletových míst. Následující dvě pracoviště mají pouze 2 paletová místa, což je způsobeno tím, že při montáži hydrauliky není potřeba více než tyto dvě paletová místa. Finální pracoviště, které má dokončovací a kontrolní funkci vyžaduje 4 paletová místa.

4.4. Počet pracovníků současný stav

Počet pracovníků současný stav		
Pracoviště	D1	
	720	G2
H01	2	
H02	2	
H03	1	
H04	1	
H05	1	
H06	2	
H07	1	
H08	2	
H09	2	
P01	1	
P03	2	
P04	2	
P05	1	
P06	1	
P07	1	
P08	1	
P09	1	
P10	1	
P11	1	
P12	1	
P13	1	
P14	1	
P15	1	
P16	1	
Suma	31	

Počet pracovníků současný stav	
Pracoviště	RD7
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
Suma	7

Tabulka 4 Počet pracovníků původního layoutu

Výpočet pro stanovení počtu pracovníků vychází z naměřených hodnot pro výrobu dané součásti a pro objem výroby pro daný výrobek za rok. Ze základních dat jako je počet pracovních dní v roce, průměrná výše dovolené, neplánovaná absence a délky směny byl určen roční časový fond pracovníka. Důležitým faktorem byl i časový fond pracoviště, kde jsou pro výpočet nezbytné hodnoty jako počet pracovních dní, výše celozávodní dovolené, plánované a neplánované opravy a počet hodin v provozu.

5. Kapacitní propočty

Pro implementaci montážní linie RD7 do linie pro montáž sestav AST720 a G2X3A bylo potřeba vypočítat změnu velikosti skladových ploch. Pro daný výpočet se vycházelo z kusovníku pro již zmíněné sestavy.

5.1. Hrubé kapacitní propočty jednotlivých pracovišť

RD7 současný stav			D1 současný stav		
RD7	m ²	Počet palet	720+G2	m ²	Počet palet
1	13,44	14	H01	15,36	16
2	19,2	20	H02	48	50
3	11,52	12	H03	88,32	92
4	1,92	2	H04	53,76	56
5	0	0	H05	72,96	76
6	1,92	2	H06	44,16	46
7	3,84	4	H07	48	50
Suma	51,84	54	H08	26,88	28
			H09	21,12	22
			P01	49,92	52
			P03	19,2	20
			P04	88,32	92
			P05	49,92	52
			P06	5,76	6
			P07	11,52	12
			P08	151,68	158
			P09	44,16	46
			P10	46,08	48
			P11	5,76	6
			P12	17,28	18
			P13	11,52	12
			P14	0	0
			P15	34,56	36
			P16	255,36	266
			Suma	1209,6	1260

Tabulka 5 Hrubé kapacitní propočty

Pro stanovení velikosti paletových ploch pro jednotlivá pracoviště sloužil jako výstup kusovník pro jednotlivé sestavy. Z kusovníku se podle přiděleného pracoviště a velikosti dané komponenty

určila manipulační jednotka. V případě, že byla komponenta uložena na paletě, tak byla započtena do velikosti skladové plochy. Největší skladová plocha o rozloze 255 m² je pro přípravné pracoviště P16, které je společné pro obě montážní linky. Přípravnému pracovišti P14 a 5 z linky RD7 nenáleží žádná skladová plocha, což je způsobeno tím, že nedochází k montáži žádné komponenty, která by měla takovou velikost či hmotnost, že by musela být na paletě.

Malé součástky, které jsou uloženy v jiných obalových jednotkách než na paletách nebyly do tohoto výpočtu zahrnuty a nejsou v projektu celkově uvažovány. Úprava regálových ploch není cílem tohoto projektu.

5.2. Výpočet skladových míst a pozic

D1 – kapacita na jeden výrobek								
G2X3A	m ²	Počet palet	720	m ²	Počet palet	RD7	m ²	Počet palet
H01	8,64	9	H01	0	0	H01	1,92	2
H02	10,56	11	H02	0,96	1	H02	2,88	3
H03	20,16	21	H03	2,88	3	H03	0	0
H04	6,72	7	H04	1,92	2	H04	0	0
H05	6,72	7	H05	0,96	1	H05	0	0
H06	11,52	12	H06	0	0	H06	3,84	4
H07	1,92	2	H07	4,8	5	H07	0,96	1
H08	3,84	4	H08	0,96	1	H08	4,8	5
H09	3,84	4	H09	0	0	H09	4,8	5
P01	4,8	5	P01	0	0	P01	0	0
P03	0	0	P03	0,96	1	P03	1,92	2
P04	6,72	7	P04	2,88	3	P04	3,84	4
P05	2,88	3	P05	4,8	5	P05	0	0
P06	0	0	P06	0	0	P06	0	0
P07	0	0	P07	0	0	P07	0	0
P08	14,4	15	P08	5,76	6	P08	0	0
P09	0,96	1	P09	0	0	P09	1,92	2
P10	0	0	P10	6,72	7	P10	0	0
P11	0	0	P11	0	0	P11	0	0
P12	0	0	P12	1,92	2	P12	0	0
P13	4,8	5	P13	1,92	2	P13	0	0
P14	0	0	P14	0	0	P14	0	0
P15	0	0	P15	0	0	P15	0	0
P16	21,12	22	P16	12,48	13	P16	4,8	5
Suma	129,6	135		49,92	52		31,68	33

Tabulka 6 Kapacita na jeden výrobek

Jednotlivým položkám z kusovníku pro danou montáž byla přiřazena manipulační jednotka. Pro výpočet ploch pro palety jednotlivých pracovišť bylo vycházeno pouze z položek, které kvůli jejich velikosti a hmotnosti musí být umístěny na paletách. V několika případech není na pracovišti žádná skladová plocha, což může být způsobeno tím, že se na pracovišti žádný úkon pro danou

sestavu nic nevykonává a nebo tím, že se na daném pracovišti nemanipuluje s položkou, která by musela být umístěna na paletě.

Největší skladová plocha vychází ve všech případech na pracovišti P16. Z pohledu potřeby velikosti plochy pro palety jednotlivých linek je pro linii G2X3A potřeba 129,4 m² pro linii AST720 49,92 m² a nejmenší plocha 31,68 m² je pro linii RD7.

D1 – kapacita na půlku pracovního dne								
G2X3A	m ²	Počet palet	720	m ²	Počet palet	RD7	m ²	Počet palet
H01	4,32	4,5	H01	0	0	H01	1,92	2
H02	5,28	5,5	H02	0,48	0,5	H02	2,88	3
H03	10,08	10,5	H03	1,44	1,5	H03	0	0
H04	3,36	3,5	H04	0,96	1	H04	0	0
H05	3,36	3,5	H05	0,48	0,5	H05	0	0
H06	5,76	6	H06	0	0	H06	3,84	4
H07	0,96	1	H07	2,4	2,5	H07	0,96	1
H08	1,92	2	H08	0,48	0,5	H08	4,8	5
H09	1,92	2	H09	0	0	H09	4,8	5
P01	2,4	2,5	P01	0	0	P01	0	0
P03	0	0	P03	0,48	0,5	P03	1,92	2
P04	3,36	3,5	P04	1,44	1,5	P04	3,84	4
P05	1,44	1,5	P05	2,4	2,5	P05	0	0
P06	0	0	P06	0	0	P06	0	0
P07	0	0	P07	0	0	P07	0	0
P08	7,2	7,5	P08	2,88	3	P08	0	0
P09	0,48	0,5	P09	0	0	P09	1,92	2
P10	0	0	P10	3,36	3,5	P10	0	0
P11	0	0	P11	0	0	P11	0	0
P12	0	0	P12	0,96	1	P12	0	0
P13	2,4	2,5	P13	0,96	1	P13	0	0
P14	0	0	P14	0	0	P14	0	0
P15	0	0	P15	0	0	P15	0	0
P16	10,56	11	P16	6,24	6,5	P16	4,8	5
Suma	64,8	67,5		24,96	26		31,68	33

Tabulka 7 Kapacita na půlku dne pracovního dne

Při kapacitním výpočtu zásob na půl dne bylo vycházeno taktéž z kusovníku pro dané sestavy a dané kapacity strojů. Na jeden den se tedy plocha pro palety o polovinu zmenší oproti stavu na jeden kus v případě linií G2X3A a AST720. V tomto případě skladová plocha linie G2X3A zaujímá 64,8 m² a linie AST720 zaujímá 24,96 m². Linie RD7 v tomto případě zůstává bez změny.

D1 – kapacita na jeden pracovní den								
G2X3A	m ²	Počet palet	720	m ²	Počet palet	RD7	m ²	Počet palet
H01	8,64	9	H01	0	0	H01	3,84	4
H02	10,56	11	H02	0,96	1	H02	5,76	6
H03	20,16	21	H03	2,88	3	H03	0	0
H04	6,72	7	H04	1,92	2	H04	0	0
H05	6,72	7	H05	0,96	1	H05	0	0
H06	11,52	12	H06	0	0	H06	7,68	8
H07	1,92	2	H07	4,8	5	H07	1,92	2
H08	3,84	4	H08	0,96	1	H08	9,6	10
H09	3,84	4	H09	0	0	H09	9,6	10
P01	4,8	5	P01	0	0	P01	0	0
P03	0	0	P03	0,96	1	P03	3,84	4
P04	6,72	7	P04	2,88	3	P04	7,68	8
P05	2,88	3	P05	4,8	5	P05	0	0
P06	0	0	P06	0	0	P06	0	0
P07	0	0	P07	0	0	P07	0	0
P08	14,4	15	P08	5,76	6	P08	0	0
P09	0,96	1	P09	0	0	P09	3,84	4
P10	0	0	P10	6,72	7	P10	0	0
P11	0	0	P11	0	0	P11	0	0
P12	0	0	P12	1,92	2	P12	0	0
P13	4,8	5	P13	1,92	2	P13	0	0
P14	0	0	P14	0	0	P14	0	0
P15	0	0	P15	0	0	P15	0	0
P16	21,12	22	P16	12,48	13	P16	9,6	10
Suma	129,6	135		49,92	52		63,36	66

Tabulka 8 Kapacita na jeden pracovní den

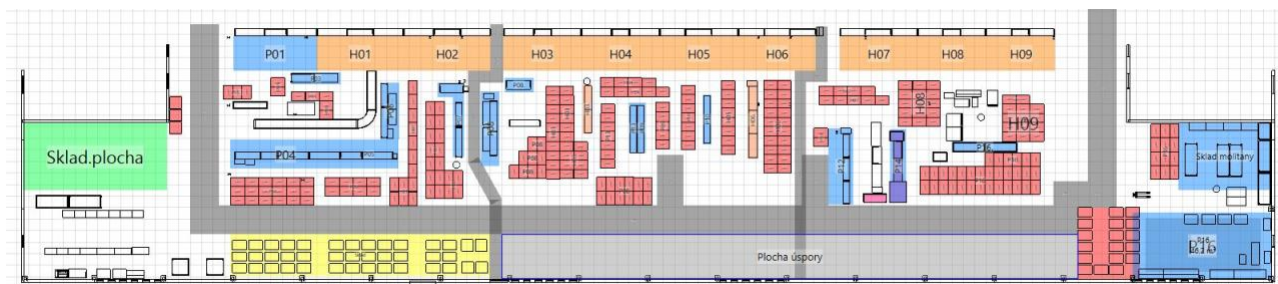
S ohledem na montážní program, který počítá s montáží jedné sestavy na linii AST720 a G2X3A nedošlo oproti plánu na jeden výrobek k žádné změně. Montážní linie RD7 s ohledem na montážní plán musela navýšit plochu pro palety dvounásobně. Tímto navýšením se došlo ke zvětšení rozlohy na 66 m².

6. Tvorba variantního návrhu

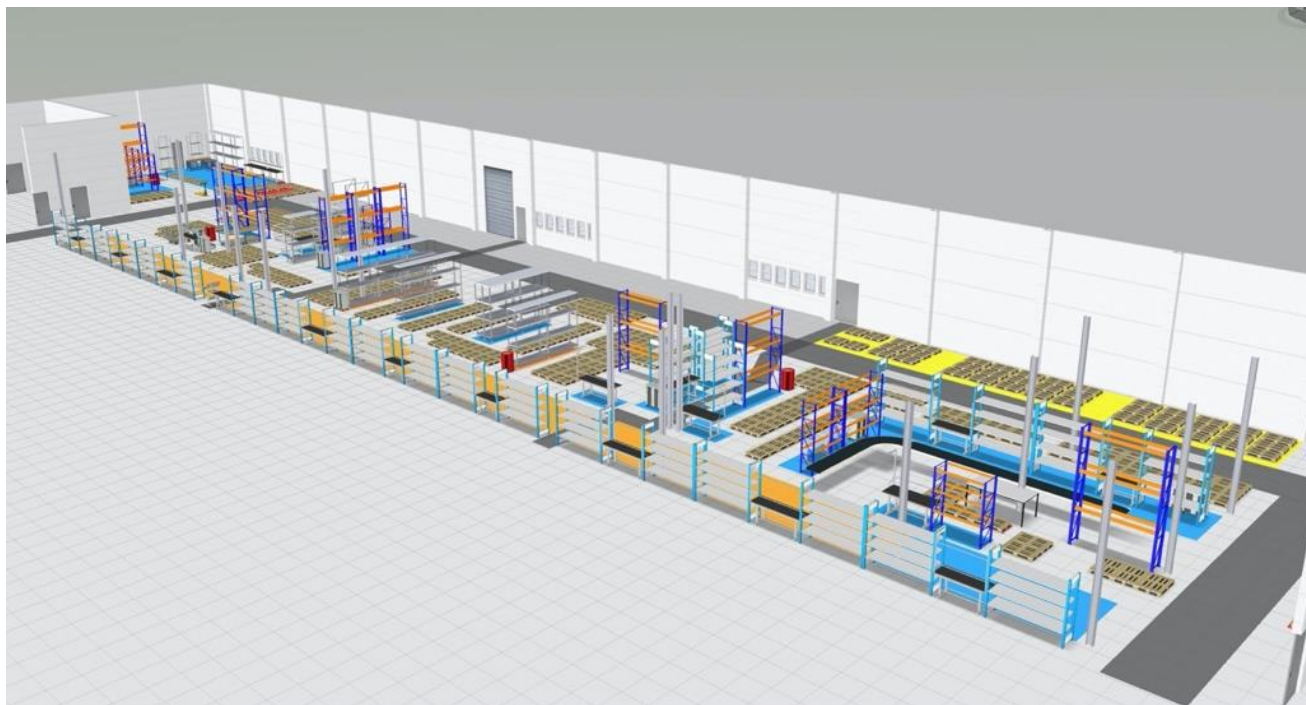
Z výpočtu změny skladových ploch byly vytvořeny tři návrhy uspořádání skladových a výrobních ploch. První z vytvořených variant vychází z přímé implementace montážní linie bez jakýkoli úprav uspořádání. Druhá varianta obsahuje vyvážení montážních procesů a s tím spojená úprava skladových ploch potřebná pro nejmenší montážní čas z pohledu vzdálenosti skladových ploch od pracovišť, kde se daný montážní proces vykonává. Poslední varianta se zaměřuje na využití moderních prvků při manipulaci s manipulačními položkami.

Pro všechny tyto varianty byly vytvořeny schémata o rozložení výrobních, paletových, regálových, transportních a volných ploch. Dále byla zkoumána plocha, která vznikla sloučením montážních ploch. Při sloučení došlo i ke snížení potřeby některých zaměstnanců, které byly součástí původní montážní linie do sestavu RD7.

6.1. Začlenění do linie (Varianta A)



Obrázek 13 Layout začlenění RD7 do G2X3A a AST720



Obrázek 14 3D Layout varianta A

Z kapacitních výpočtů byl vytvořen layout, kde došlo ke sloučení výrobních linií G2X3A a AST720 s RD7. Díky tomuto sjednocení došlo k vytvoření úsporné plochy, kterou lze využít pro rozšíření výrobního portfolia v podobě nové montážní linie, nebo pro případné rozšíření skladové plochy, nebo jakékoli jiné využití. Tímto sjednocením došlo k reorganizaci haly v několika ohledech. Výrobní plocha byla sice zmenšena díky sjednocení výrobních linií, ale velikost výrobních ploch původních linek G2X3A a AST720 zůstaly zachovány i s ohledem na zakomponování linky RD7. Z pohledu paletových ploch došlo k navýšení a lehké úpravě jejího uspořádání a to u všech pracovišť.

6.1.1. Area Balance varianty A



Obrázek 15 Area Balance varianty A

Při sloučení výrobních linií došlo ke snížení výrobní plochy na rozlohu 308,8 m² a k navýšení paletových ploch u jednotlivých pracovišť na rozlohu o 466,4 m². Díky těmto změnám vznikla plocha úspory o rozloze 189,1 m². Při změně rozlohy ploch pro palety muselo dojít i ke změně manipulačních cest. K těmto cestám byly vytvořeny plochy, které slouží jako prostory k nakládání a vykládání materiálu pro jinak vzdálenější skladové plochy. Touto změnou došlo k vytvoření manipulačních ploch o rozloze 330 m².

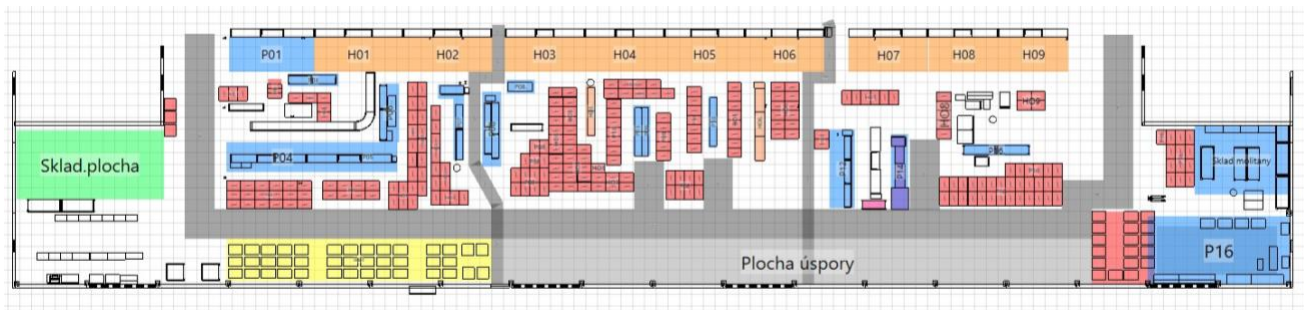
6.1.2. Počet pracovníků nový stav

Počet pracovníků nový stav			
Pracoviště	D1		
	RD7	720	G2
H01	2		
H02	2		
H03	1		
H04	0	1	
H05	1		
H06	2		
H07	1		
H08	2		
H09	2		
P01	0	1	
P03	2		
P04	2		
P05	0	1	
P06	0	1	
P07	0	1	
P08	0	1	
P09	1		
P10	0	1	
P11	0	1	
P12	1		
P13	0	1	
P14	0	1	
P15	0	1	
P16	1		
Suma	31		

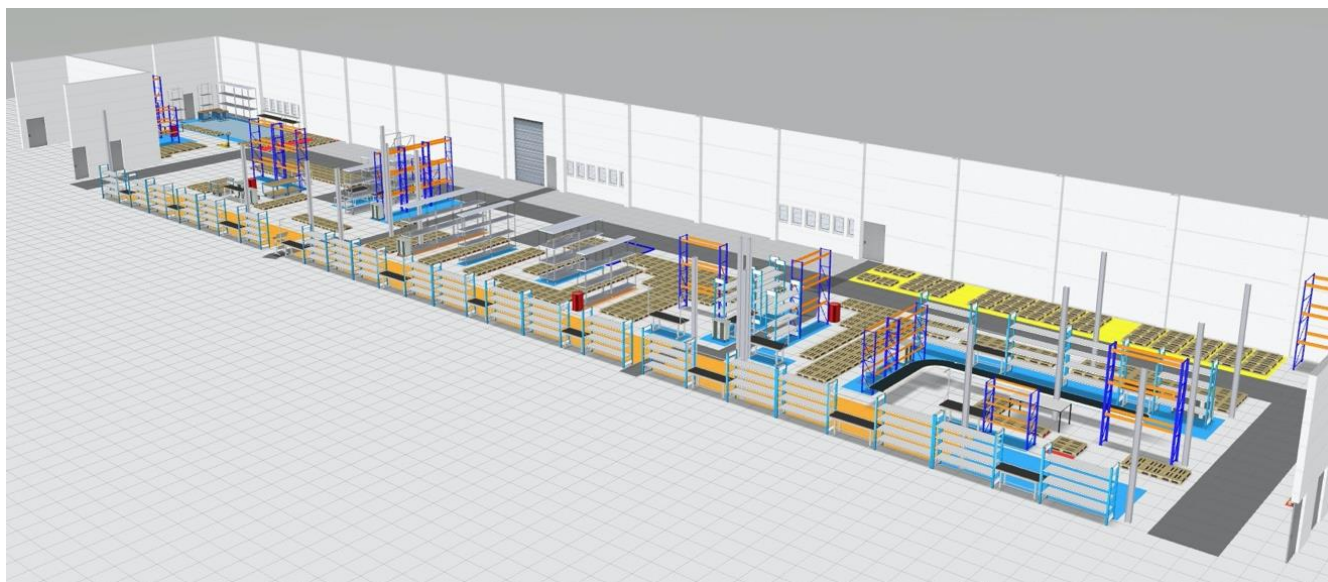
Tabulka 9 Počet pracovníků varianta A

Počet pracovníků po zakomponování montážní linie RD7 do linií G2X3A a AST720 byl zredukován o 7 pracovníků. Tato redukce vychází z plánu snižování objemu výroby pro sestavy AST720. Zaměstnanci, kteří pracují na montáži sestavy AST720, již tedy nejsou potřeba. Pracovníci z montážní linie RD7 byli zakomponováni do montážní dvoj-linie a byli upřednostněni oproti zaměstnancům z linie AS720 kvůli zkušenostem z původního pracoviště, a tudíž nebude potřeba zaškolení takového počtu zaměstnanců jako v opačném případě.

6.2. Lehké úpravy a přesuny (Varianta B)



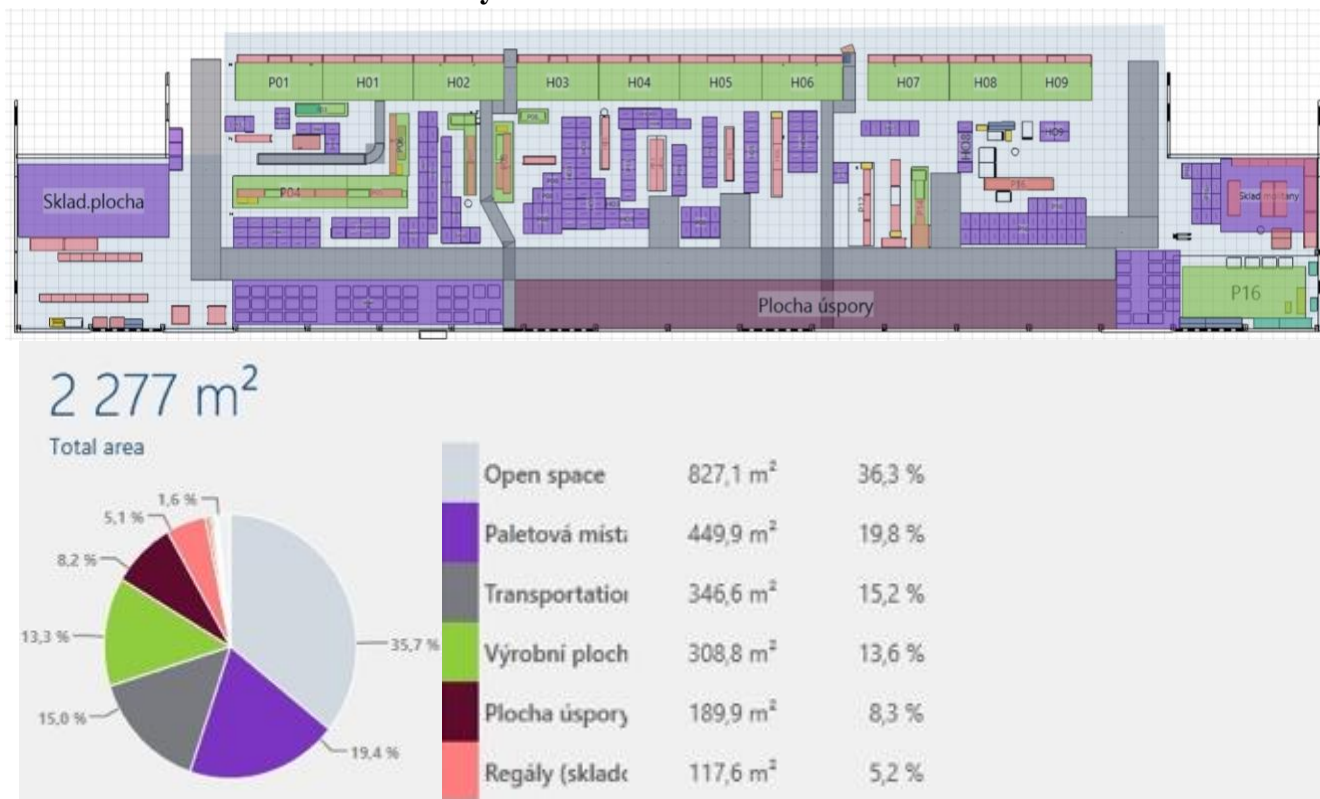
Obrázek 16 Layout varianta B



Obrázek 17 3D Layout varianty B

Po vytvoření návrhu layoutu se zakomponování montážní linie RD7 do linie G2X3A a AST720 došlo k optimalizaci tohoto návrhu. Optimalizace probíhala způsobem balancování jednotlivých pracovišť podle montážních časů. Z těchto dat byl vytvořen ideální layout pro výrobu. S ohledem na bilanci stanovišť došlo k přesunům skladových ploch. Díky těmto přesunům vznikl nový prostor, který by mohl využít na případné rozšíření linie a nebo i případně spojení případné další montážní linie. Tento prostor byl díky optimalizaci zvětšen. S ohledem na přesun ploch pro palety byla i pozměněna manipulační plocha pro zavážení na jednotlivá pracoviště. Změna se projevila vytvořením nového zavážecího koridoru, kvůli zvýšené hustotě skladových pozic. Jeden ze stávající koridorů, který sloužil k závozu materiálu na pracoviště H07 a H08 byl posunut a prodloužen, přímo k jednotlivým pracovištím, tak aby byla umožněna co nejsnazší manipulace s manipulačním zařízením při zavážení materiálu.

6.2.1. Area balance varianty B



Obrázek 18 Area balance varianty B

Po bilanci činnosti jednotlivých pracovišť se layout v měřítku jednoho pracovního dne změnil v uspořádání ploch pro palety. U některých výrobků došlo k setování palet po 2 a úpravě přiřazení manipulačních jednotek, čímž došlo k redukci ploch pro palety oproti variantě A na rozlohu 449,4 m². Vzhledem k tomu, že došlo ke změně uspořádání paletových míst, tak muselo dojít ke změně manipulační trasy kvůli krátkému dosahu k několika pracovištím. Tato změna se projevila vytvořením nového koridoru pro manipulaci, čímž došlo ke zvětšení manipulační plochy na rozlohu 346,6 m².

Díky bilanci činností pracovišť došlo i ke zvětšení ploše úspory na 189,9 m². Ostatní plochy jako je výrobní plocha a plocha pro regály zůstala bez změny. Výrobní plocha se i přes jejímu většímu zatížení z pohledu úkonu na jednotlivá pracoviště nedosáhla k jejímu zvětšení.

6.2.2. Výpočet skladových míst varianta B

D1								
G2X3A	m ²	Počet palet	720	m ²	Počet palet	RD7	m ²	Počet palet
H01	8,64	9	H01	0	0	H01	11,52	12
H02	10,56	11	H02	0,96	1	H02	0	0
H03	20,16	21	H03	2,88	3	H03	9,6	10
H04	6,72	7	H04	1,92	2	H04	0	0
H05	6,72	7	H05	0,96	1	H05	0	0
H06	11,52	12	H06	0	0	H06	0	0
H07	1,92	2	H07	4,8	5	H07	0	0
H08	3,84	4	H08	0,96	1	H08	0	0
H09	3,84	4	H09	0	0	H09	0	0
P01	4,8	5	P01	0	0	P01	0	0
P03	0	0	P03	0,96	1	P03	3,84	4
P04	6,72	7	P04	2,88	3	P04	7,68	8
P05	2,88	3	P05	4,8	5	P05	0	0
P06	0	0	P06	0	0	P06	0	0
P07	0	0	P07	0	0	P07	0	0
P08	14,4	15	P08	5,76	6	P08	0	0
P09	0,96	1	P09	0	0	P09	3,84	4
P10	0	0	P10	6,72	7	P10	0	0
P11	0	0	P11	0	0	P11	0	0
P12	0	0	P12	1,92	2	P12	0	0
P13	4,8	5	P13	1,92	2	P13	0	0
P14	0	0	P14	0	0	P14	0	0
P15	0	0	P15	0	0	P15	0	0
P16	21,12	22	P16	12,48	13	P16	9,6	10
Suma	129,6	135		49,92	52		46,08	48

Tabulka 10 Výpočet skladových míst varianta B

Při uskutečnění bilance došlo k lepší organizace umístování jednotlivých prvků na paletách, nebo manipulačních jednotek umístěných v regálech. Výsledný výpočet skladových ploch odpovídá zásobě na jeden pracovních den. Z pohledu počtu palet jednotlivých pracovišť došlo ke změně rozmístění a snížení jejich počtu. K této změně došlo téměř u všech hlavních pracovišť a to u montáže výrobku RD7. Díky úpravám došlo k celkovému snížení palet oproti první variantě o 18 palet.

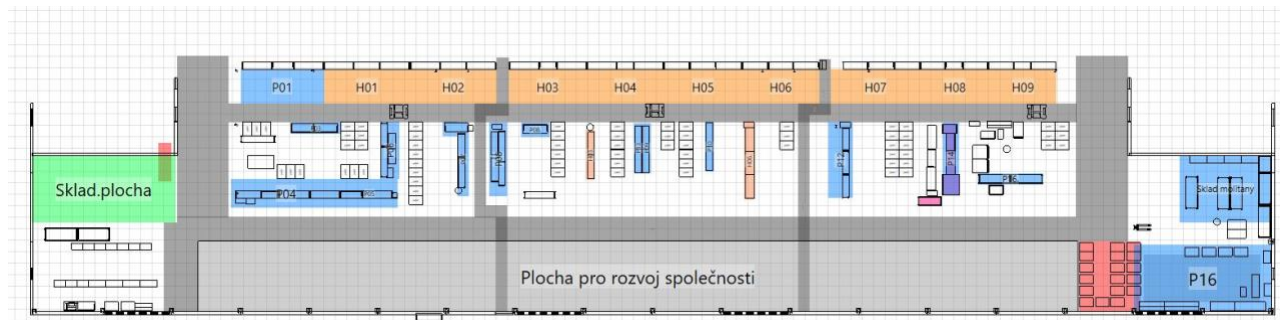
6.2.3. Počet pracovníků varianta B

Počet pracovníků nový stav			
Pracoviště	D1		
	RD7	720	G2
H01	2		
H02	2		
H03	1		
H04	1		
H05	1		
H06	2		
H07	1		
H08	2		
H09	2		
P01	0	1	
P03	2		
P04	2		
P05	0	1	
P06	0	1	
P07	0	1	
P08	0	1	
P09	1		
P10	0	1	
P11	0	1	
P12	1		
P13	0	1	
P14	0	1	
P15	0	1	
P16	1		
Suma	31		

Tabulka 11 Počet pracovníků varianta B

Balance jednotlivých pracovišť se na počtu pracovníků téměř neprojevila. Jediná změna se projevila na pracovním náplni pracoviště H04, kde již pracovník nepracuje pouze na montáži výrobků z linky G2X3A a AST720, ale nově i výrobku z linky RD7.

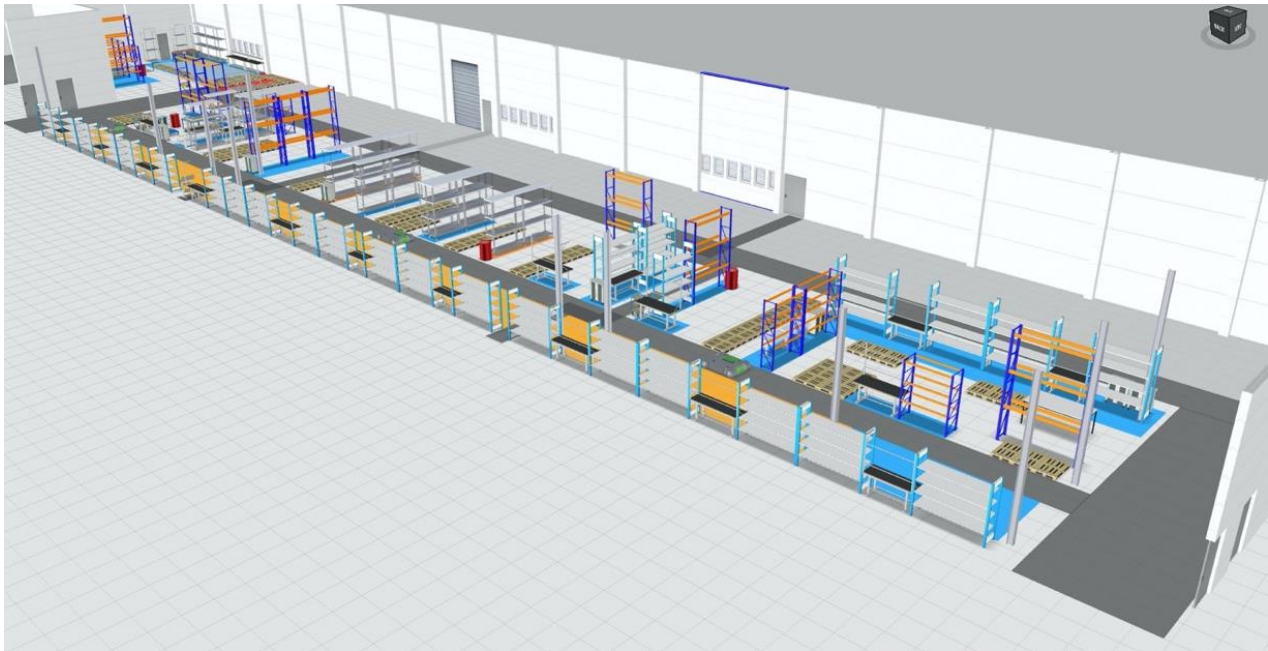
6.3. Automatizace (Varianta C)



Obrázek 19 Layout varianta C

Poslední varianta se zaměřuje na upořádání haly s využitím moderních prvků a automatizace. Layout je zpracován s kapacitou paletových ploch na jeden den. Veškeré pohyby mezi pracovišti je realizován samonaváděnými vozíky Donkey motion [12]. Pro jejich plynulý pohyb byly vytvořeny uličky po stranách linky na šířku dvou vozíků. Díky těmto manipulátorům výroba dosáhla plně automatizovaný chod mezi pracovišti. Největší výhodou tohoto návrhu manipulace je jeho aplikovatelnosti na jakoukoliv změnu ve výrobě. Mezi další výhody využití autonomních manipulátorů je snížení počtu zaměstnanců pro vykonávání přepravy manipulačních jednotek. V případě úspěšné implementace těchto manipulátorů může dojít i ke snížení počtů chyb, které může pracovník vykonat.

Obrázek 20 DONKEY-M-HL-1612-Lift-Joy [12]



Obrázek 21 3D layout varianta C



Obrázek 22 Detail manipulace

Při implementaci autonomních vozíků je potřeba kooperace, respektive nakládání palet na samotné vozíky pomocí jiného manipulátoru. Tato činnost je v tomto případě vykonávána stále člověkem. Tento postup manipulace je možné nahradit plně či částečně automatizovaným prvkem. Tento postup automatizace může směřovat k plné automatizaci skladování a přivážení materiálů a následně i k plné automatizaci montážních procesů.

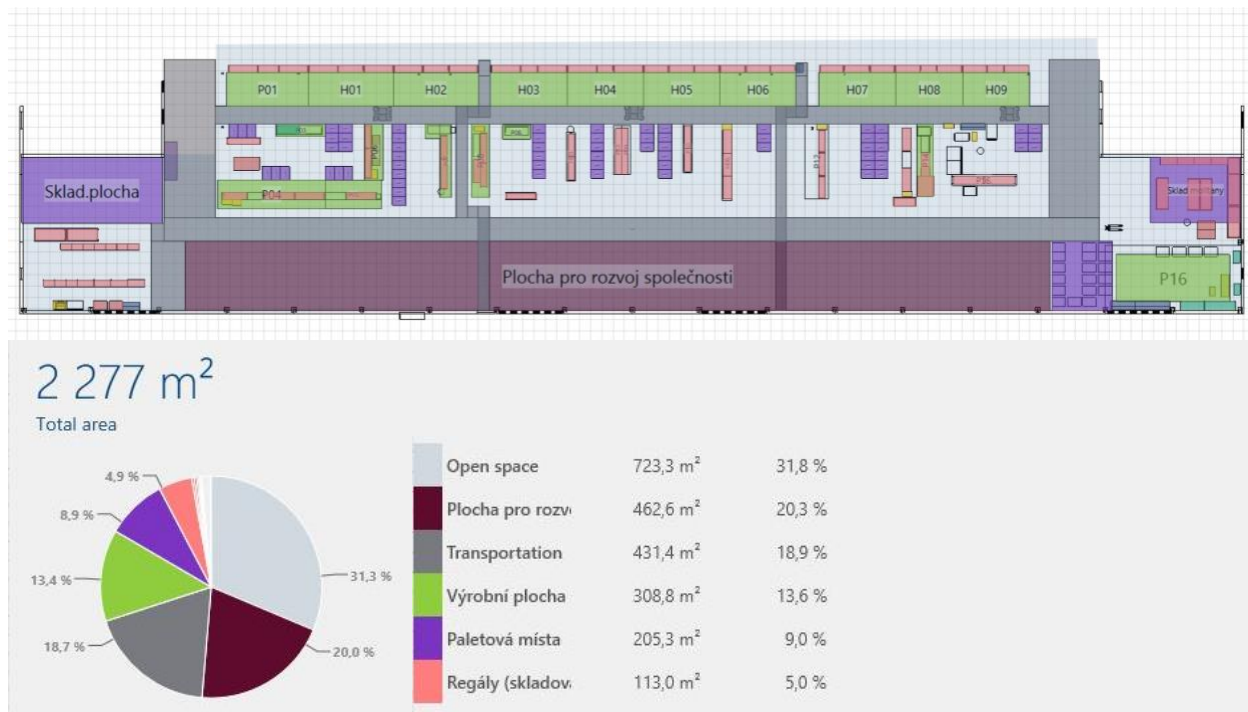
6.3.1. Počet pracovníků varianta C

Počet pracovníků Hi-tech stav			
Pracoviště	D1		
	RD7	720	G2
H01	2		
H02	2		
H03	1		
H04	1		
H05	1		
H06	2		
H07	1		
H08	2		
H09	2		
P01	0	1	
P03	2		
P04	2		
P05	0	1	
P06	0	1	
P07	0	1	
P08	0	1	
P09	1		
P10	0	1	
P11	0	1	
P12	1		
P13	0	1	
P14	0	1	
P15	0	1	
P16	1		
Suma	31		

Tabulka 12 Počet pracovníků varianta C

Automatizace manipulace mezi pracovišti neměla vliv na počet pracovníků na jednotlivých pracovištích. Počet pracovníků tedy zůstává stejný jako v předchozí variantě, tudíž je počet pracovníků stále menší než u původní varianty. Aplikace autonomních vozíků má vliv pouze na počet zaměstnanců jejichž úkolem je manipulace s manipulačními jednotkami. Jejich počet není v této práci zkoumán. Tento automatizační prvek má přinést výrobě počáteční vstup pro plně automatizovanou montážní linii a k tomu připojovat další automatizační prvky s vizí plně automatizované montážní haly.

6.3.2. Area Balance varianty C



Obrázek 23 Area Balance varianty C

Při návrhu s využitím prvků automatizace došlo k rozšíření manipulačních ploch pro plynulou manipulaci. Tímto došlo k navýšení manipulační plochy na 431,4 m². Díky manipulátorům došlo i k výrazné redukci paletových ploch kolem pracovišť. Tato plocha byla zredukována na plochu o rozloze 205,3 m². Plocha úspory se změnila na plochu pro rozvoj společnosti, které při změně uspořádání byla zvětšena na rozlohu 462,6 m². Plocha pro regály nebyla nijak upravena, a proto nadále zaujímá rozlohu o 113 m². Varianta C využívá skutečnosti, že společnost disponuje online velko-skladovou plochou, díky kterému lze převážet materiál v požadovaném sledu a přitom zaručit minimální plochou potřebnou k uložení palet.

7. Porovnání variant uspořádání

Počet palet:

Počet palet původní stav		Počet palet varianta A	Počet palet varianta B	Počet palet varianta C	
Pracoviště	D1		D1	D1	
	RD7	720 + G2	RD7+720+G2	RD7+720+G2	
H01/1	14	16	13	21	4
H02/2	20	50	18	12	9
H03/3	12	92	24	34	4
H04/4	2	56	9	9	3
H05/5	0	76	8	8	3
H06/6	2	46	20	12	3
H07/7	4	50	9	7	4
H08	-	28	15	5	4
H09	-	22	14	4	4
P01	-	52	5	5	3
P03	-	20	5	5	2
P04	-	92	18	18	3
P05	-	52	8	8	3
P06	-	6	0	0	0
P07	-	12	0	0	0
P08	-	158	21	21	2
P09	-	46	5	5	3
P10	-	48	7	7	3
P11	-	6	0	0	0
P12	-	18	2	2	2
P13	-	12	7	7	3
P14	-	0	0	0	0
P15	-	36	0	0	0
P16	-	266	45	45	2
Suma	1314		253	235	64

Tabulka 13 Porovnání jednotlivých variant podle počtu palet

Při porovnání jednotlivých variant vychází z pohledu rozlohy paletových ploch nejlépe varianta C o rozloze 64 palet. Druhá nejlepší možnost je varianta B, kde se díky setování palet dosáhl počtu 235. Při základním zakomponování montážní linie RD7 do linií AST720 a G2X3A se počet paletových míst snížil oproti původní variantě na 253 palet.

Počet pracovníků:

Počet pracovníků původní stav			Počet pracovníků varianta A		Počet pracovníků varianty B,C	
Pracoviště	D1		D1		D1	
	RD7	720 + G2	RD7+720+G2		RD7+720+G2	
H01/1	1	2	2		2	
H02/2	1	2	2		2	
H03/3	1	1	1		1	
H04/4	1	1	0	1	1	
H05/5	1	1	1		1	
H06/6	1	2	2		2	
H07/7	1	1	1		1	
H08	-	2	2		2	
H09	-	2	2		2	
P01	-	1	0	1	0	1
P03	-	2	2		2	
P04	-	2	2		2	
P05	-	1	0	1	0	1
P06	-	1	0	1	0	1
P07	-	1	0	1	0	1
P08	-	1	0	1	0	1
P09	-	1	1		1	
P10	-	1	0	1	0	1
P11	-	1	0	1	0	1
P12	-	1	1		1	
P13	-	1	0	1	0	1
P14	-	1	0	1	0	1
P15	-	1	0	1	0	1
P16	-	1	1		1	
Suma	38		31		31	

Tabulka 14 Porovnání variant podle počtu pracovníků

Při porovnání počtu pracovníků se povedlo z původní varianty ve všech nově vytvořených layoutech ušetřit 7 pracovníků a to kvůli sjednocení jednotlivých linek a jejich následné bilanci jednotlivých úkonů na pracovištích. Díky bilanci pracovních úkonů na jednotlivých pracovištích došlo k rozplánování k jednotlivých úkonů. V tomto případě již pracovník z pracoviště H04 pracuje i na montáži součásti RD7 na rozdíl od základního sjednocení výrobních linií AST720, G2X3A s RD7.

Area Balance:

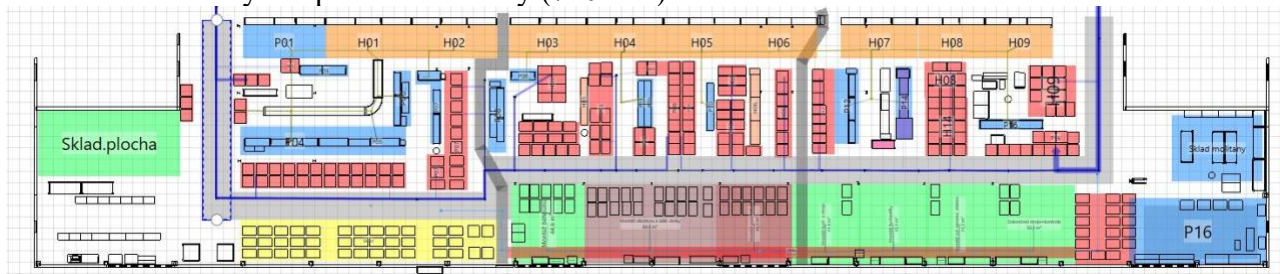
Typ plochy	Area balance původní stav	Area balance varianta A	Area balance varianta B	Area balance varianta C
Výrobní plocha [m ²]	592,2	308,8	308,8	308,8
Paletová plocha [m ²]	500,1	466,4	449,9	205,3
Regálové plochy [m ²]	122,3	117,3	117,6	113

Tabulka 15 Porovnání variant podle Area Balance

Z původního area balance o rozloze 592,2 m² došlo při tvorbě všech variant ke zmenšení výrobních a paletových ploch. Při tvorbě nových variant se nepodařilo dosáhnout snížení výrobní plochy menší než 308,8 m². Paletová plocha zaujímá nejmenší plochu ve variantě C, což je způsobeno vlivem typu manipulace s manipulačními jednotkami díky online velko-skladišti. Varianta B je druhá nejlepší možnost v ohledu velikosti paletové plochy kdy došlo k redukci o 50,2 m² z původního stavu a o 16,5 m² z varianty A, kde linka není žádným způsobem optimalizována a došlo k pouze implementaci linie RD7. Regálové plochy ve všech variantách zůstaly bez změny.

Porovnávání materiálových toků:

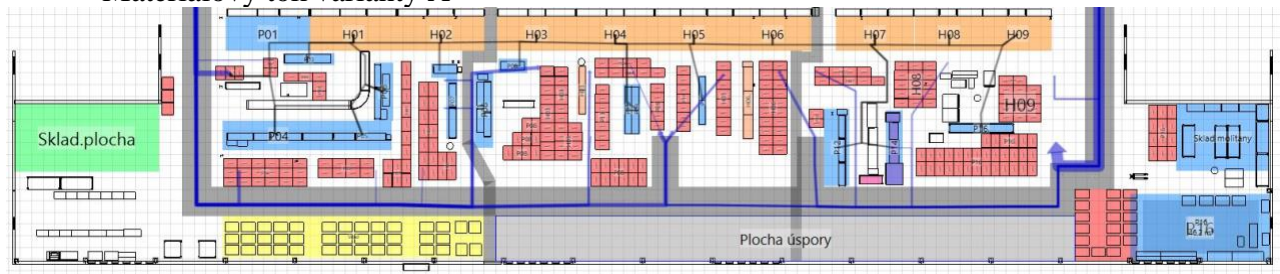
- Materiálový tok původní varianty (720+G2)



Obrázek 24 Materiálový tok původní layout

Materiálový tok původní varianty layoutu začínal na dvou vstupech ze vrchních stran haly a postupoval až na první paletové plochy. Z pravé strany bylo prvním pracovištěm P16, kde byla uložena většina materiálu. Materiálový tok proudí i z levé strany, ale už v menším množství a přímo na daná pracoviště. Z jednotlivých pracovišť vše směřuje postupně dle montážních postupu až zpět na přípravné pracoviště P16.

- Materiálový tok varianty A

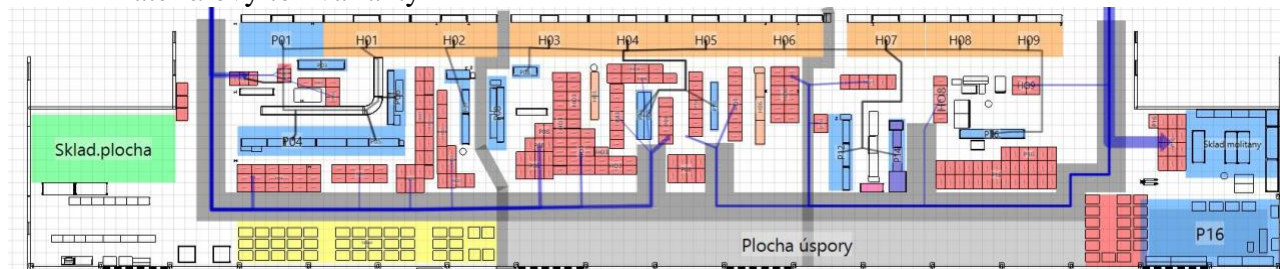


Obrázek 25 Materiálový tok varianta A

Tvar materiálového toku se po sjednocení výrobních linií zjednodušil a došlo k navýšení objemu prouděného materiálu v jednotlivých větvích. K největšímu nárůstu objemu materiálového toku došlo konkrétně v pravé části. Odebráním výrobní linie RD7 mohla vzniknout manipulační plocha, kterou není třeba nějak zakřivovat. Došlo ovšem k vytvoření koridorů, které usnadní umístění manipulačních jednotek. Tok je ve většině míst na manipulační ploše rozložen

rovnoměrně. Nejslabší větví materiálového toku je na úrovni mezi hlavními pracovišti H05 a H06. Tento tok propojuje levou a pravou část výrobních linií.

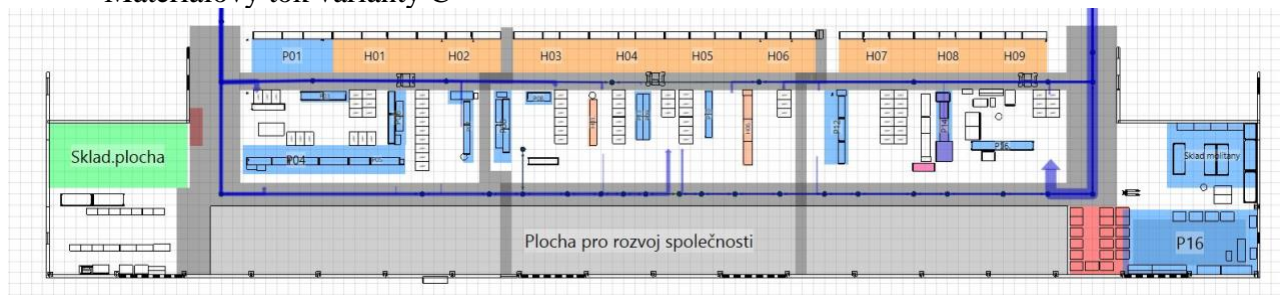
- Materiálový tok varianty B



Obrázek 26 Materiálový tok varianta B

Materiálový tok se po bilanci pracovišť změnil objemem proudění v určitých větvích. Setkáváme se s případem, kdy se již nejedná o uzavřený cyklus, ale o dvě větve. Manipulační plocha je od původního tvaru opět zjednodušena a koridoru pro zjednodušení zavážení manipulačních jednotek setrvává i v tomto layoutu.

- Materiálový tok varianty C



Při využití autonomních vozíků se materiálový tok změnil do kruhového tvaru. Hlavní větev materiálového toku ze vstupu na přípravné pracoviště zůstává neměnná. Materiálový tok je rozvrhnut s ohledem na nejkratší vzdálenost, kterou vozík musí urazit k danému pracovišti. Tímto způsobem manipulace dojde k zavážení materiálu v nejkratším čase.

Závěr

V tomto bakalářském projektu je představeno aktuální prostorové uspořádání, pro který byl vytvořen montážní layout, area balance celé haly a materiálové toky v hale. Area balance byl zkoumán i u jednotlivých pracovišť všech montážních linií z pohledu velikosti produkčních ploch, regálových ploch a paletových ploch. Montážní linie byly zkoumány i s ohledem na počet pracovníků, které jsou potřeba pro chod montážních linií.

Následující kapitola se zaměřuje na kapacitní propočty jednotlivých pracovišť linií RD7, 62X3A a AST720, kde jako výchozí materiál sloužil kusovník pro montážní linie. Jednotlivých komponentám z kusovníku byly přiřazeny manipulační jednotky. Tato práce se zaměřuje na snížení primárně paletových ploch a proto byly klíčové komponenty, které se díky své hmotnosti a rozměrům musí uložit na paletě. V následující části kapitoly byly stanoveny paletové plochy pro jednotlivá pracoviště s ohledem na potřebu společnosti montáží 2 kusů za den na linii RD7 a 1 kusu na montážních liniích AST720 a G2X3A. Pro tyto kapacity byly vytvořeny 3 varianty rozloh paletových ploch a to na jeden výrobek, na půl dne a na jeden den, přičemž jeden pracovní den má 8 hodin. Následující kapitoly se zaměřují na vytvoření variant jednotlivých způsobů uspořádání.

Uspořádání varianty A disponuje pouze sloučením montážních linií, díky kterému došlo k vytvoření plochy úspory, která může sloužit jako prostor pro rozšíření výrobního portfolia společnosti. Při této změně došlo k zmenšení všech námi pozorovaných ploch jako je výrobní, paletová a regálová plocha. Výrobní plocha byla zredukována téměř na polovinu oproti původnímu layoutu. Paletová plocha se v tomto případě zmenšila pouze 33,7 m² a to kvůli nedokonalému uspořádání manipulačních jednotek a jejich nedokonalému využití. Při této změně došlo i k redukci regálové plochy, která ovšem nebyla naším primárním cílem.

Uspořádání varianty B vychází z varianty A, ale zde již došlo k balancování jednotlivých pracovišť. Pracoviště vykazovala nerovnoměrné vytížení a docházelo ke zpomalování výroby. Po přesunu jednotlivých úkonů z více vytížených pracovišť na pracoviště méně vytížená došlo k přesunu manipulačních jednotek. Při tomto návrhu došlo i k redukci paletových ploch, která byla uskutečněna setováním palet na pracovištích. Výsledná redukce paletových ploch se rovná 16,5 m² oproti variantě A. Výrobní a regálová plocha v tomto případě nebyla změněna.

Varianta C se zaměřuje na moderní prvky průmyslu 4.0. Jako manipulátor manipulačních jednotek po montážní hale jsou využívány autonomní vozíky, které zajišťují JIT přísun komponent na jednotlivá pracoviště. Tyto vozíky spolupracují s online velko-skladem, který umožňuje sledování materiálového toku v reálném čase. Tímto mohlo dojít k výrazné redukci rozlohy paletových ploch a to o více než polovinu oproti variantám A a B.

Při porovnání jednotlivých variant v ohledu na velikost paletových ploch, ploše úspory a počtu zaměstnanců tak se jeví jako ideální varianta C. Tato varianta, ale využívá velmi nákladné manipulátory a funguje na skutečnosti online velko-skladového haly. Tento trend modernizace pracovišť, linií a hal zaručuje společnosti konkurenci schopnosti na trhu v obraze stále se zvyšujících požadavků na pracovníky a jejich nedostatku na trhu práce.

Seznam zdrojů

- [1] **Josef Sixta, Miroslav Žižka.** *Logistika: používané metody.* Brno : Computer Press, a. s., 2009. 978-80-251-2563-2.
- [2] **Josef Sixta, Václav Mačát.** *Logistika: teorie a praxe.* Brno : Computer Press, 2005. 80-251-0573-3.
- [3] **Prof. Ing. Marie Jurova, CSc., a kolektiv.** *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2016. stránky 202-206. 978-80-247-5717-9.
- [4] **prof. Ing. Ivan Gros, CSc. a kolektiv.** *Velká kniha LOGISTIKY.* Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 978-80-7080-952-5.
- [5] **Prof. Ing. Marie Jurova, CSc., a kolektiv.** *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* Praha : Grada publishing, 2016. stránky 210-212. 978-80-247-5717-9.
- [6] **ArcaBox.** Arcabox.eu. *Euro přepravy.* [Online] ArcaBox.eu, 2014. [Citace: 9. 12 2020.] <https://www.arcabox.eu/produkty/vda-rl-kl/vda-rl-kl-6280/>.
- [7] **Miroslav Keřovský, Ondřej Valsa.** *Moderní přístupy k řízení výroby.* Praha : C. H. Beck, 2012. 978-80-7179-319-9.
- [8] **Prof. Ing. Marie Jurova, CSc., a kolektiv.** *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* Praha : Grada Publishing, 2016. stránky 203-206. 978-80-247-5717-9.
- [9] **Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker.** *The handbook of logistics and distribution management 5th edition.* London : Kogan Page Publishers, 2014. 978-0-7494-6627-5.
- [10] **Douglas M. Lambert, James R. Stock, Lisa M. Ellram.** *Logistika.* Brno : CP Books, 2005. 80-251-0504-0.
- [11] **Prof. Ing. Bohumil Hlavenka, CSc.** *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 80-214-2871-6.
- [12] **Imetron.** DONKEYmotion. *DONKEY-M-HL-1612-Lift-Joy.* [Online] [Citace: 5. 4 2022.] <https://www.donkey-motion.de/produkte/mecanum-fahrzeuge/donkey-m-hl-1612-lift-joy>.
- [13] **SSI SCHAEFER.** SSI SCHAEFER. *Pick by voice.* [Online] [Citace: 3. 12 2020.] <https://www.ssi-schaefer.com/cs-cz/produkty/order-picking/paperless-picking/pick-by-voice--193848#>.
- [14] **LEAN FAB.** lean-fabrik. *Analýza skladových zásob.* [Online] ROI Management Consulting AG, 2012. [Citace: 4. 12 2020.] <https://www.lean-fabrik.cz/terminologie/analyza-skladovych-zasob#.X8jg0RNKgl8>.