

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Využití robotických a automatických
skladovacích systémů v logistice**

(Diplomová práce)

Přerov 2021

Bc. Aleš Zelinka



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student	Bc. Aleš Zelinka
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Využití robotických a automatických skladovacích systémů v logistice**

Cíl práce:

Zpracovat analýzu současného stavu ve skladovém hospodářství a navrhnout řešení s využitím robotů, manipulátorů a automatizovaných systémů v logistických činnostech. Navržené řešení zhodnotit.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

- Úvod
- 1. Logistické procesy skladování
- 2. Průmysl 4.0 v logistice
- 3. Prostředí vybrané firmy
- 4. Návrh řešení
- 5. Zhodnocení návrhu
- Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Logistika. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.

MAŘÍK, Vladimír a kol. Národní iniciativa Průmysl 4.0. Konfederace zaměstnavatelských a podnikatelských svazů 2016 [online]. [cit. 2016-10-01]. Dostupné z: <http://kzps.cz/wp-content/uploads/2016/02/kzps-cr.pdf>.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým

Datum zadání diplomové práce:

30. 10. 2020

Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020

Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 10. 08. 2021



.....
podpis

Anotace

Práce je zaměřena na návrh řešení systémů skladového hospodářství a interní přepravy. Teoretická část obsahuje informace problematiky skladování, automatizace, digitalizace, přepravy a identifikace zboží. Praktická část obsahuje návrh celkové automatizace a digitalizace skladování a přepravy konkrétního dílu.

Klíčová slova

Skladování, automatický sklad, digitalizace, automatizace, mlkrun, identifikace zboží, průmysl 4.0.

Annotation

The thesis is focused on the design of solutions for warehouse management systems and internal transport. The theoretical part contains information of storage, automation, digitization, transportation and goods identification. The practical part contains a proposal for the overall automation and digitization of storage and transportation of a particular part.

Keywords

Storage, automatic warehouse, digitalization, automatization, milkrun, goods identifikation , industry 4.0.

OBSAH

ÚVOD.....	12
TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 LOGISTIKA A MATERIÁLOVÉ TOKY	14
1.1 Dělení logistiky	15
1.1.1 Výrobní logistika	15
1.2 Plýtvání v logistice	16
1.3 Systém materiálových toků	18
1.3.1 Logistické prvky v materiálových tocích.....	19
1.4 Informační a komunikační systémy	21
1.4.1 Systém automatické identifikace	21
1.5 Logistické technologie ve výrobě	21
1.5.1 Just-in-time	21
1.5.2 Kanban	22
2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	24
2.1 Milk – run.....	25
2.1.1 Externí milk – run	26
2.1.2 Interní milk – run	26
2.1.3 Aplikace milk – runu	27
3 LOGISTICKÉ PROCESY SKLADOVÁNÍ.....	28
3.1 Skladové systémy	28
3.1.1 Příhradové regály	28
3.1.2 Příhradové regály s úzkými uličkami	28
3.1.3 Konzolové regály Drive –in.....	29
3.1.4 Válečkové a push-back regály	29
3.1.5 Push-back regály	30
3.1.6 Spádové regály	30
3.1.7 Konzolové regály	30
3.1.8 Pojezdové (podvozkové) regály	31
3.1.9 Válečkové vychystávací regály	31

3.1.10	Policové regály	32
3.2	Přeprava materiálu	33
3.2.1	Dopravníkové systémy	33
3.2.2	Manipulační technika.....	40
3.3	Řízení skladového hospodářství.....	40
3.3.1	WMS.....	40
3.3.2	Labeling – identifikace zboží.....	41
3.3.3	RFID	42
3.4	Příjem materiálu-EDI systém.....	43
4	PRŮMYSL 4.0 V LOGISTICE	44
4.1	Změny v Průmyslu 4.0	44
4.1.1	Autonomní vyhodnocování rizik	45
4.1.2	Zjednodušení a zrychlení	45
4.1.3	Finanční náročnost.....	45
4.1.4	Rozvoj lidského potenciálu.....	45
4.2	Logistika 4.0 jako revoluční automatizace logistických procesů.....	45
4.2.1	Digitalizace logistiky	45
4.2.2	Digitální dvojče – digitalizace výroby.....	46
4.2.3	Digitální dvojče ve výrobě.....	47
4.2.4	Digitální dvojče v hlavním proudu.	48
	PRAKTICKÁ ČÁST	50
5	ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU	51
5.1	Představení společnosti	51
5.2	Zkoumaný proces	52
5.3	Popis dílu.....	52
5.4	Výrobní zařízení.....	53
5.5	Řízení výroby	54
5.6	Skladovací plocha	54
5.7	Skladovací vozíky	55
5.8	Sekvenční vychystávání	57
5.9	Tahače + milkrun mapa.....	57
5.9.1	Elektrický tahač STILL-LTX 50	57
5.9.2	Elektrický tahač Jungheinrich-EZS 350	58
5.9.3	Proces návozu k montážním linkám	59

5.10	Odběr na lince	59
5.11	Kalkulace.....	59
6	NOVÝ AUTOMATICKÝ SKLAD	61
6.1	Cíl.....	61
6.2	Automatický Sklad, varianta A.....	61
6.2.1	Kapacita skladu, výkon skladu	62
6.2.2	Uložení dílu.....	66
6.2.3	Identifikace a sledovatelnost dílů	68
6.2.4	Sledovatelnost v ERP a WMS	70
6.3	Doprava až na místo spotřeby, dopravníky	70
6.3.1	Zásobníky (Buffery)	71
6.3.2	Dopravník	71
6.3.3	Manipulátory, překladače	72
6.4	Místo odběru	72
6.4.1	Shrnutí, výstup varianty A	72
6.5	Automatický sklad, varianta B.....	73
6.5.1	Kapacita skladu, výkon skladu	73
6.5.2	Distribuce dílů.....	74
6.5.3	Supermarket.....	74
6.5.4	Využití technologií a techniky	76
6.5.5	Shrnutí, výstup varianty B	76
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM ZDROJŮ	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	83
	SEZNAM GRAFŮ	84

ÚVOD

Za faktory úspěšnosti ve vyspělém tržím hospodářství jsou považovány podniky, které dovedou uspokojovat stále zvyšující se náročnost svých zákazníků. Již dávno není předmětem úspěšnosti poskytnout zákazníkovi kvalitní zboží nebo službu. Je potřeba toto zboží či služby dodávat zákazníkovi co nejrychleji, ve správném množství a sortimentu, který je momentálně nejvíce poptávaný a tvoří zákazníkovi většinový zisk.

V návaznosti na snižování nákladů u oběhu zboží je nutností celý oběh zrychlovat, zpružnit a racionalizovat. Statisticky je dokázáno, že náklady na manipulaci s materiálem, a na udržování zásob ve skladech tvoří přibližně 34 % z celkových nákladů na oběh. Proto je potřeba využívat flexibilní skladový systém s prvky automatizace, který umožňuje rychle reagovat na objednávky, změny sortimentu a množství jednotlivých skupin zboží.

Cílem této diplomové práce je navrhnout skladování a interní přepravu vybraného dílu, v konkrétní společnosti v olomouckém kraji s využitím celkové automatizace a digitalizace procesu, jako přípravu pro budoucí projekt.

Práce se skládá ze dvou částí. Teoretická část se zabývá základními pojmy, které souvisí se skladováním a automatizací skladového hospodářství. V práci jsou uvedena základní teoretická východiska pro objasnění praktické části diplomové práce.

Praktická část se dělí na dvě kapitoly. V první kapitole je představena výrobní společnost, popsán a analyzován aktuální stav. Ve druhé kapitole je navrhnout nový proces skladování a interní přepravy vybraného dílu s využitím automatizace a digitalizace celého procesu.

TEORETICKÁ ČÁST

1 LOGISTIKA A MATERIÁLOVÉ TOKY

Pojem logistika je definována jako vzájemné propojení toků a zajištění jejich zpětné vazby při minimálních nákladech. Definice významu logistiky však mohou být různé. Například Pernica [4, s. 17] vysvětluje logistiku jako disciplínu, která se zabývá optimalizací, koordinací

a synchronizací aktivit v rámci systému, díky kterým lze dosáhnout k pružnému a hospodárnému efektu. Dle autorů Lai a Chenga [5, s. 3–36] logistický systém začíná poskytnutím surového materiálu přes zpracování zásob a předání hotových výrobků. Logistika se tedy vztahuje ke všem aktivitám z hlediska získání surovin, až po doručení výrobků odběratelům. Hlavními prvky lze dle této teorie definovat zákaznický servis, zpracování objednávek, řízení zásob a dopravu. V jiných literárních pramenech se logistika chápe na úrovni životního cyklu systému nebo výrobku. V širším slova smyslu je chápána jako řízení, projektování činností zabývající se obstaráváním zdrojů, které jsou nezbytné pro uskutečnění cílů podniku. Za komplexní logistický systém je považován soubor, který zahrnuje skladové hospodářství, skladování výrobků, systém dopravy, používání obalů a uzavírání obchodních smluv. Logistika se vymezuje konkrétními oblastmi. Oblastmi logistiky se rozumí konkrétní část logistického řetězce nebo materiálového toku realizované dle stanoveného obsahu struktury procesů v podniku. Z toho důvodu dochází ke změnám v oblastech logistiky podle vlastnosti procesů vykonávaných uživateli. [6, s. 16–17] [7, s. 3]

Za velmi podstatnou součást logistického řetězce je považován systém materiálových toků čili pohyb materiálu. Materiálem se rozumí souhrnné označení pro suroviny, polotovary, rozpracované a finální výrobky, obaly a odpad. Systém hmotných toků zahrnuje veškeré činnosti orientované na pohyb materiálu v transformačním procesu a na jejich řízení. Do systému hmotných toků se řadí veškerý řízený pohyb materiálu, surovin a polotovarů a stanovuje dynamiku výroby čase i prostoru. Dopravovaný materiál lze vyjádřit v jednotkách hmotnosti, v případě kusového materiálu se vyjadřuje v manipulačních jednotkách. [8, s. 213] [9, s. 217] [6, s. 12]

Tok materiálu je ovlivňován řadou aspektů ve výrobním procesu, jako jen uspořádání pracovních jednotek, výrobního zařízení, strojů a skladu. Představuje hlavní těžiště

logistických procesů v podniku. Samotný význam materiálového toku lze charakterizovat z různých hledisek. Daněk a Plavný [10, s. 11] vysvětlují materiálový tok nejen jako pohyb dopravy prvotních surovin, komponentů a hotových výrobků, ale také pohyb v opačném směru, kdy dochází k navázání toku obalových materiálů určených k recyklaci či likvidaci. Jurová [9, s. 217] vysvětluje materiálový tok jako univerzální pohyb veškerého materiálu a surovin. Naopak Lukoszová [11, s. 11] definuje hmotný tok jako fyzický pohyb materiálů, surovin, rozpracované výroby a hotových výrobků v podniku, ale také mimo něj. V širším významu lze tedy na materiálový tok nahlížet od výrobního procesu až po distribuci. Logistické řízení se pak zaměřuje i na takové elementy informačního toku, jako jsou objednávky, dodávky a zakázky hmotného toku. [8, s. 213] [9, s. 217]

1.1 Dělení logistiky

Logistiku lze rozčlenit podle specializace oblasti na mikrologistiku a makrologistiku. Makrologistika se zaměřuje na systémy logistiky v rámci národohospodářské sféry. Mikrologistika je charakteristická materiálovým tokem uvnitř organizace. Do hlavních oborů mikrologistiky se řadí armádní, nemocniční, podniková a dopravní sféra. [12, s. 8] UTB ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky 15 V oboru mikrologistiky je podniková sféra zajištěna třemi obory logistiky – průmyslová, obchodní logistika a logistika služeb. Průmyslová logistika, která je součástí podnikové logistiky, se zabývá veškerými materiálovými i informačními toky, které jsou důležité pro podnik. Materiálové toky slouží k obstarávání surovin, dodávek výrobků zákazníkům a toku materiálu přes podnik. [12, s. 8-9]

Podniková logistika zahrnuje mimo průmyslovou logistiku také další dvě důležité složky jako logistiku služeb a obchodní logistiku. Průmyslová logistika se stejně jako ostatní části podnikové logistiky vyvíjí v průběhu času a zabývá se průmyslovou výrobou, nákupem a distribucí. [12, s. 8-9]

1.1.1 Výrobní logistika

Výrobní logistika řídí, kontroluje a plánuje materiálový tok, počínaje vstupním skladem přes výrobní proces až do finálního skladu hotových výrobků. Správně orientovaným materiálovým tokem lze dosáhnout snížení zásoby ve výrobě. Cílem je dodat zboží na

konkrétní místo s minimálními náklady a v požadovaný čas. Dílčí cíle výrobní logistiky jsou dle Čujana a Málka [13, s. 8] optimalizovat materiálové toky, maximálně využít výrobní plochy a prostor, a přispět k vytvoření vhodných podmínek pro pracovníky. [12, s. 13] Preclík ve své publikaci konkrétně vymezuje následující oblasti činností ve výrobní logistice:

- Skladování polotovarů a materiálů provázaného se zásobováním,
- manipulace s materiály a jejich vychystávání v různých stupních výroby,
- doprava mezioperační a operační,
- mezioperační skladování a zásoby,
- manipulace při montáži celků výrobků,
- manipulace s hotovými výrobky a expedice,
- distribuční logistika [12]

1.2 Plýtvání v logistice

Za plýtvání lze považovat vše, co se podílí na zvýšení nákladů na výrobek bez zvyšování jeho hodnoty. Transport materiálu je činnost, která se podílí ve výrobním procesu na hodnotovém toku. Hodnotový tok lze dle Mašina [14, s. 13] chápat jako souhrn veškerých aktivit v procesu, které umožňují transformaci materiálu na určitém pracovišti výroby. Řadí se sem aktivity přidávající hodnotu, ale také aktivity, které hodnotu nepřidávají. [15, s. 19] [14, s. 13]

Zhodnocení efektivity logistického procesu lze vyjádřit základními metodami jako např: snímek pracovního dne, mapy toku materiálu, až po simulace nebo elektronické sledování. Pro hodnocení logistických činností je dobré se zaměřit na následující oblasti: [16]

- organizace logistického procesu,
- materiálový tok a úzká místa,
- řízení zásob,
- plánování a řízení výroby,
- nákupní systém,

- doprava, skladování, manipulace a distribuce,
- výkonové ukazatele logistiky,
- náklady logistiky,
- logistické informační technologie [16]

U činností souvisejících s plynulým materiálovým tokem je důležité věnovat pozornost parametrům zásob, délce materiálového toku, počtu pracovníků, logistické ploše a využívání dostupných výrobních zdrojů. Nejpodstatnějším základem pro materiálový tok je však eliminovat plýtvání. V rámci logistických procesů se plýtvání projevuje v různých formách: [15, s. 29] [16]

- nadbytečný materiál a zásoby,
- zbytečná manipulace,
- čekání,
- opravy poruch,
- chyby,
- nevyužité přepravní kapacity,
- nevyužité schopnosti pracovníků [16]

Nadbytečný materiál ve výrobě může být způsoben dodávkou příliš brzy, nebo ve větším množství, než je nezbytně nutné. Příčinu je možno hledat ve špatné dokumentaci, nebo chybách plánovacího systému a u dodavatelů. Čekání v logistických procesech se vyskytuje převážně ve formě čekání na součástky, materiál, dopravní prostředky či informace. Odstraňování poruch v dopravních a manipulačních systémech či informačním systému se v logistickém procesu vyskytuje taktéž plýtvání. Plýtvání ve formě zbytečné manipulace zahrnuje manipulaci a přepravu z důvodu špatné organizace výrobní haly a pracovišť. Manipulace materiálu může být zajištěna i s minimalizací plýtvání. Řešením může být štíhlý informační tok, pomocí kterého lze dosáhnout plynulosti materiálového toku, čímž se zbytečně neprodlužuje průběžná doba. Právě průběžná doba výroby, do které spadá i manipulace, se podílí na hodnotovém toku. [17, s. 66] [15, s. 29] [18, s. 13]

Součástí plýtvání v logistice je také doprava, která může být nadbytečná a neefektivní. Plýtvání ve formě dopravy jsou veškeré aktivity, které dopravují materiál bezúčelně a bez

využití nejkratší možné cesty v podniku. Plýtvání v dopravě je zahrnuto ve formě pracovníků, ale i zapojením podnikového vybavení, které umožňuje dopravu. Nadbytečná doprava může být způsobena také neadekvátním upořádáním pracovišť či nerespektování materiálového toku. [19, s. 186]

1.3 Systém materiálových toků

Vytvoření systému materiálových toků, jako součást logistiky, je nezbytné pro plynulý chod výroby. Cílem projektování materiálových toků je vytvoření a obstarání ideálních podmínek pro zajištění plynulého a hospodárného průběhu procesu výroby. Materiálové toky se podřizují časovým, kapacitním a prostorovým požadavkům výrobního procesu. Optimální výrobní materiálové toky vykazují vysokou produktivitu zásluhou minimalizace nákladů ve výrobním procesu v rámci dopravních a manipulačních prostředků a transportní intenzity. [6, s. 30–31] [13, s. 14] [12, s. 65]

Charron ve své publikaci [19, s. 249] poukazuje na význam důležitosti vybudování přímého materiálového toku. Podnik může díky přímému materiálovému toku omezit nejčastěji se vyskytující formu plýtvání v procesech, kterým je čekání. Právě čekání se může vyskytovat až v 95 % času. Vytvoření optimálního toku eliminuje čekání, a tím sníží náklady společnosti.

Produktivitu nastaveného procesu lze sledovat pomocí logistických ukazatelů. Mezi ně se řadí stupeň využití skladových ploch, výškových ploch a prostoru. Ukazatelem produktivity může být také využití kapacit skladových prostředků, počet operací připadající na zaměstnance logistiky a celkový čas na zakázku. [13, s. 14]

Minimalizace nákladů se řadí k hlavním cílům veškeré činnosti podniku, jelikož minimalizace nákladů znamená pro podnik vyšší úsporu. Výhodou sledování nákladů je výborná kvantifikace. Pomocí toho lze sledovat hospodárnost ve formě průměrných nákladů na udržení zásob. Pro minimalizaci nákladů je dobré snížit četnost mezioperační dopravy, optimalizovat layouty pracovišť, zařízení a strojů. [13, s. 15] [12, s. 63–67]

Hlavní úkoly materiálových toků dle Preclíka [12, s. 68] jsou shrnuty v následujících bodech:

- stanovení materiálových potřeb pro výrobní proces,
- příprava materiálu a vychystání v požadovaném množství,

- doprava na příslušné místo,
- předání v požadovaném čase konkrétního sortimentu
- realizace s minimálními náklady

Projektování lze rozdělit do etapy rozborové, návrhové a realizační, kterým předchází předprojektová příprava. Schéma reprezentuje proces projektování výrobních materiálových toků. V přípravné fázi je nezbytné obstarat konkrétní data, u kterých je nutné se zaměřit na konkrétní okruhy dle cílů a reprezentativní výrobky výrobního procesu. Pořizování dat by mělo být provedeno v předem stanovém rozsahu a době zkoumání. V další fázi dochází k technickému a provoznímu rozboru dat, kdy se zkoumá hodnověrnost údajů a z pořízených dat se provede rozbor výrobního programu a určí se požadavky na přesnost. Následuje fáze projektování potřeb čili kapacitní propočty týkající se výrobních prostředků, pracovníků a rozsahu dopravy. V etapě návrhové, kde dochází k všeobecnému plánování, se vytvoří alternativy dispoziční struktury dílen, rozměrů budov, hal a dalších staveb a varianty dispoziční struktury. Následuje přesné projektování ve formě rozmístění výrobních a provozních prostředků, specifikace dopravních zařízení a prostředků, skladů a skladovacích prostor a výběr optimální varianty po posouzení dispoziční struktury. [12, s. 70]

1.3.1 Logistické prvky v materiálových tocích

Bigoš, Kiss a Ritók [6, s. 12] udávají, že pohyb materiálu lze z hlediska logistiky považovat za aktivitu, která vyplývá z působení logistických prvků. Tyto prvky lze rozčlenit na aktivní a pasivní.

Aktivní prvky

Prvky, které se přímo podílejí na realizaci logistických funkcí, se nazývají aktivní. Tyto prvky využívají k realizaci naopak prvky pasivní. Do aktivních prvků lze zařadit dopravní prostředky a manipulační zařízení, jako například motorové vozíky. [6, s. 84-85]

Motorové vozíky jsou poháněné vlastním motorem. Elektrické vozíky mohou být napájeny z akumulátorové baterie, pohyblivým přívodem ze sítě nebo vysokofrekvenčního kabelu. Nejvíce využívané jsou vozíky poháněné právě pomocí akumulátorové baterie. [10. s. 44-45]

Pasivní prvky

V souhrnu se jedná o prvky, které jsou nositelem manipulovaných, přepravovaných nebo skladovaných objektů. Podle Daňka a Plevného [10, s. 20] tyto prvky zajišťují aktivity pro správné fungování materiálového toku, kterými jsou:

- balení,
- manipulace s materiálem,
- přepravu,

Téměř většinu druhů materiálu je nezbytné pro přepravu opatřit obalovým materiálem z důvodu zachování požadované kvality, ochrany proti vlivu okolí, ale také pro snadnější manipulaci. Existuje mnoho kritérií pro volbu správného obalu a požadavků na obal jako celek. Přepravní obaly se vyskytují ve většině částí logistického řetězce a umožňují přepravu materiálu. [10, 2005, s. 20–21]

Manipulace s materiálem zahrnuje veškeré činnosti související s výrobou a logistikou. Jedná se o úpravu přemísťovaného materiálu tak, aby usnadnila manipulaci s materiálem, a to zejména pomocí manipulačního zařízení [9, s. 218] [10, s. 23]

Manipulační jednotky umožňují pohyb s materiálem, lze je rozdělit do dvou skupin, na jednotky prvního a druhého řádu. Manipulační jednotky prvního řádu jsou přizpůsobeny pro manipulaci ruční a řadí se mezi ně zejména lepenkové krabice, bedny a přepravky. Jejich hmotnost by neměla zpravidla přesáhnout hodnotu 15 kg. Manipulační jednotky druhého řádu jsou charakteristické svou úpravou materiálu tak, aby umožňovaly snadnou manipulaci s pomocí manipulačního zařízení. Do této skupiny lze zařadit balíky, svazky a palety s hmotností od 250–1000 kg, výjimečně až do 5000 kg. [10, s. 27]

Pro organizaci materiálového toku jsou využívány manipulační prostředky, mezi které se řadí roltejny a přepravní skříně. Menší množství materiálu je dopraveno pomocí roltejneru. Charakteristickým rysem roltejneru jsou kolečka, která usnadňují snadnou manipulaci. Dopravní vozíky se využívají pro manipulaci a řadí se mezi manipulační prostředky. Existují různé druhy dopravních vozíků, jako ruční, přívěsné, vlečené a motorové. [10, s. 39-45]

1.4 Informační a komunikační systémy

Realizace řízení toku materiálu vyžaduje mimo porozumění souvislosti nastavení systému také správné nastavení procesů, informačních toků v podnikovém informačním systému a komunikaci. Současné trendy v řízení logistických procesů představují plně automatickou formu procesů, která řeší požadavek aktuálnosti a přesnosti informací. Díky informačním a komunikačním systémům se firmy mohou lépe přizpůsobovat narůstajícím nárokům na výrobní podniky a operativně reagovat na tržní požadavky, jako je transparentnost, pružnost a efektivnost. [6, s. 116] [8, s. 233-235]

1.4.1 Systém automatické identifikace

Automatizace logistických činností a prvků se týká manipulačních jednotek vyššího řádu, výrobků v dodavatelském řetězci a obalu výrobků v dodavatelském řetězci. Doposud využívané principy pro identifikaci tzn. EAN bývají nahrazovány horizontálními a vertikálními kódy, např: QR kódy. Technologie QR kódu udává informaci o pohybu zboží a záloh během zásobování mezi účastníky distribučního řetězce a využívá se zejména pro zásobování přímo z výroby. Je založen na principu elektronické výměny dat a systému čárových kódů. Výhodou tohoto systému je průběžné sledování konkrétních položek a nižší potřeba manipulace se zbožím, což vede k úspoře nákladů v dopravě. [10, s. 122] [8, s. 233–235]

1.5 Logistické technologie ve výrobě

Logistickými technologiemi se dle Sixta a Žižky [20, s. 30] rozumí sled operací a ustálených procesů. Uplatnění zásad logistiky v řízení podniku spočívá nejen ve změně chování podniku, ale i ve snižování nákladů. Řešením je uplatnění technologií v řízení výroby a logistice, pomocí kterých je možno uzpůsobit operace ve výrobě tak, aby fungovaly optimálně. Některé z těchto technologií jsou dále vysvětleny. [10, s. 110]

1.5.1 Just-in-time

Velmi rozšířenou logistickou technologií je metoda JIT, zaměřující se na zásoby v podniku, jelikož zásoby váží kapitálové prostředky. Jedná se o synchronizaci výroby se zásobovacím systémem. JIT lze chápat jako filozofii pro řízení výroby než jako konkrétní techniku. Pomocí just – in-time lze řídit plynulost materiálového toku pomocí tahového

systemu, který zohledňuje reálnou potřebu zákazníka. Lze tedy snižovat hladinu zásob ve výrobním procesu na minimum, nebo pracovat přímo bez zásob. [10, s. 113–114] [14, s. 23] [12, s. 19] [20, s.31]

Hlavní podstatou výroby je zásada, že jsou vyrobeny pouze takové produkty, které jsou považovány za nezbytně nutné. Tyto produkty by měly být vyrobeny s minimálními náklady. Výsledkem a principem JIP je dodat zákazníkovi správný výrobek ve správném čase a množství, na správné místo a ve stoprocentní kvalitě. [10, s. 113 – 114] [21, s. 119] [8, s. 210]

Přínosem aplikace JIP je změna celkové výrobní strategie podniku. V rámci logistických procesů lze přínos zaznamenat v redukcí skladovacích a výrobních prostor, redukcí zásob ve výrobě a redukcí rozpracované výroby a vytvoření centrálního skladového systému. [22, s. 84–85] [23, s. 215]

1.5.2 Kanban

Kanban, nazývaný jako bezzásobová technologie, se zaměřuje na sjednocení materiálových toků ve výrobním procesu, upravuje informační toky a systém řízení a přispívá k redukování zásob. Dle Dennise [21, s. 96-97] je kanban vizuálním nástrojem k dosažení produkce na principu technologie JIT. Základní myšlenkou je přizpůsobení průběhu výroby harmonizaci materiálového toku. Veškeré toky materiálu jsou podřízeny finální produkci, která reaguje na požadavek zákazníka. Hlavní podstatou systému je vytvoření samoregulačních okruhů, které jsou tvořeny na základě principu tahu vzájemně propojenými prvky. Nejsou tvořeny žádné zásoby ze strany dodavatele ani odběratele a dodavatel ručí za kvalitu dodávaného zboží. Kanban se využívá nejčastěji ve velkosériové výrobě, kde často nedochází ke změnám požadavků na výrobu. [8, s. 211-212] [10, s. 111] [20, s. 30-31] Klíčovým prvkem kanban systému je princip tahu. Kanban propojuje jednotlivé procesy ve výrobním závodu a využívá se také k vyladění výroby. Předpokladem pro fungování systému je vystupování jednotlivých pracovišť ve výrobním podniku jako konkrétní vnitropodnikový zákazník a dodavatel. Podstatnou částí je i vysoká kvalita zboží a odebrání přesně stanoveného množství potřebného pro dané pracoviště. [24]

Kanban lze rozdělit na základě použití papírové kartičky. Dalším rozdělení lze provést na základě rozsahu zásobování na výrobní a dodavatelský. Dodavatelský kanban zásobuje více podniků, a je založen na principu metody JIT. Výrobní kanban slouží k zásobování pracovišť materiálem, a jeho regulaci ve výrobě. Kanban systém lze řídit i elektronicky bez pomoci papírových karet. Systém pak funguje na principu QR kódů, kdy dochází k signalizaci po odebrání položky zásoby ve formě požadavku u dodavatele. Při využití papírových kartiček se jedná o kartičkový kanban. [25, s. 27-30] [24]

Kanban aplikovaný pomocí karet, určuje přesný počet kusů pro výrobu či uskladnění do regálů. Každá jedna kanbanová karta zastupuje jeden kus. Pokud ve výrobě dojde k odebrání zásoby, současně dochází k odebrání kanbanové karty, která se následně zavěsí na kanbanovou tabuli u pracoviště. Odtud jsou karty vyzvednuty dodavateli a dle potřebného počtu dodají položku v požadovaném množství. [25, s. 44] [24]

Důvodů pro zavedení systému na principu tahu je pro výrobní podniky několik. Charakteristické pro zavedení kanban systému, je zavedení štíhlosti, což se projeví v podniku ve formě konkrétních parametrů charakterizující snížení zásob ve výrobě, zvýšení úspor, zvýšení výkonu a produktivity, snížení nákladů na nekvalitu a redukce potřebných ploch. [25, s. 44] Některé konkrétní důvody pro zavedení kanban systému ve výrobním podniku jsou dle Šimona a Millera následující: [24]

- snížení velikosti výrobní dávky,
- pružnější reakce na potřeby zákazníka,
- vysoká kvalita výroby,
- úspora prostoru ve výrobě,
- přechod od tlačného principu k tahovému,
- výroba jen v případě objednávky,
- propojení s výrobou JIT,
- jednoduché vizuální řízení.

2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA

Štíhlost dle Košturiaka a Frolíka [15, s.17] znamená: „dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní, a utrácet při tom méně peněz.“ Štíhlost znamená vyrábět to, co si žádá zákazník a omezit při tom činnosti, které nezvyšují hodnotu produktu. Štíhlostí lze dosáhnout maximalizací přidané hodnoty pro zákazníka, výroby většího množství s nižšími režijními náklady, efektivně využívat výrobní zdroje, což následně povede ke zvýšení výkonosti firmy. Podstatnou této filosofie je zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem a omezení plýtvání, které se vyskytuje v řetězci mezi těmito subjekty. [15, s. 17] [26]

Nedílnou součástí k dosažení štíhlého podniku je uplatnění principů štíhlosti i v logistických procesech. Procesy přepravy, skladování a manipulace se podílí na značné části nákladů, kapacit a prostředků. Cílem štíhlé logistiky je, co možná nejkratší průběžná doba výroby, minimalizovat zásoby, ale také integrovat hodnototvorný řetězec, který bude zahrnovat činnosti od opatřování až po realizaci výrobních procesů, a po skladování. [9, s. 245]

Štíhlá logistika se zaměřuje na dosažení vyšší efektivity pro interní logistické činnosti uplatňováním základním principů. Podstatným principem pro podnik je uplatnění tahového systému řízení, což vede k redukci skladových ploch a nákladů. Štíhlá logistika se zaměřuje také na systém zásobování milk-run, management toku hodnot a dodavatelských řetězců, uplatňování kaizen a standardizace procesů. Štíhlý podnik s prvky štíhlé logistiky také využívá počítačové simulace, zavedení TPM a uplatňování sekvenčního plánování a rozvrhování výroby výrobového množství a mixu v přesně definovaném časovém úseku čili Heijunka. [16]

Košturiak a Frolík ve své publikaci [15, s. 28] uvádí, že činnosti související s přepravou se mohou podílet až ze 70 % na nákladech na výrobek, a působí také na kvalitu výrobku. Výroba se přizpůsobuje požadavkům zákazníka, dochází k růstu objednávek zboží uskutečněných pomocí internetu a produkce hromadné výroby na individuální objednávku. Všechny tyto faktory přispívají ke zvýšení úspěchu podniku a definují důležitost logistiky jako konkurenčního vlivu podniku. [15, s. 28-29] [12] Štíhlá logistika je uskutečňována jednotlivými prvky, bez kterých by nebylo možné realizovat a nadále rozvíjet systém.

Košťuriak a Frolík [15, s. 30] ve své publikaci dále uvádí doporučený postup pro budování štíhlé logistiky:

- audit štíhlé logistiky,
- prezentace auditu,
- mapování toku hodnot,
- postup zeštíhlení procesu,
- interní logistika,
- externí logistika,
- nový systém hodnotového toku,
- vyhodnocení projektu,
- systém auditů,

Audit logistiky zahrnuje činnosti týkající se interní a externí logistiky, logistický systém i technické prostředky. Tento audit je prezentován, představen koncept změn a proveden seminář a školení na dané téma. Následuje mapování toku hodnot v interní logistice a dodavatelských řetězcích. Další fází je zavádění štíhlého postupu, metriky zeštíhlení logistického systému. Pozornost je nejprve zaměřena na interní logistiku, která zahrnuje sklady, návoz a odvoz materiálu, balení, redukci zásob, standardizaci přepravek, optimalizaci skladových prostor, dopravy, kanban, milk-run. Externí logistika zahrnuje taktéž milk-run, optimalizaci množství, kanban, vizualizaci, přepravu a manipulaci. Následně je zaveden nový systém řízení v hodnotovém toku. Systém se týká zásob, průtoku výroby přes úzká místa, průběžnou dobu výroby. Projekt končí vyhodnocením a systémem auditů spolu s monitoringem logistických ukazatelů, vypracování příručky štíhlé logistiky a důležitou součástí jsou také tréninky pracovníků. [15, s. 30]

2.1 Milk – run

Systém zásobování zvaný milk-run pochází z první poloviny 20. století z Anglie. Princip spočíval v pravidelném svozu čerstvého mléka od producentů k odběratelům v předem stanovený čas. V průmyslových výrobních firmách se tento systém zásobování uplatňuje ve formě oboustranných transportů zajišťujících dopravu dílů či dodávky obalů k linkám. Milk-run spočívá v rozvoru materiálu po jasně definovaných logistických trasách

s konkrétním harmonogramem, zajišťuje pravidelné zásobování výrobních linek potřebným materiálem. Pomocí systému kanban se dodává materiál přesně tam, kde je potřeba a v přesném množství. [27]

Milk-run funguje na principu metra. Zásobování se uskutečňuje pomocí konkrétně definovaného harmonogramu, na každé zastávce vyloží materiál a naloží prázdné obalové materiály. Z toho důvodu téměř nikdy nejezdí prázdné oproti jiným variantám transportu. Jednoznačnou výhodou systému je menší potřeba místa na dílnách a u výrobních linek, méně materiálu u linek. Manipulanti také využívají nejefektivnější trasu a přesný jízdní řád. Přínosem uplatnění systému zásobování pomocí milk-run jsou efektivní logistické toky zajišťující transport materiálu se zkrácením průběžné doby výroby se zvýšením četnosti oběhu materiálu. Mezi další přínosy se řadí redukce zásob, a s tím souvisejících ploch ve výrobě, snížení plýtvání a zvýšení produktivity ve výrobě. Doprava pomocí vlaku je méně nákladná než u jiných dopravních metod. Systém zajišťuje také vysokou spolehlivost a předvídatelnost. [16] [27]

Systém je aplikovatelný uvnitř i mimo firmu. Dle toho se dělí na milk-run interní a externí. Externí zásobování je realizováno pouze u stálých a dlouhodobých dodavatelů. Dodavatelé musí připravit zboží ve stanovený čas, v menších dodávkách, a častěji, než u obyčejného způsobu dopravy. S tím souvisí i vyšší administrativa ve formě vývozních dokladů. [16] [27]

2.1.1 Externí milk – run

Transport je uskutečňován mimo výrobní závod mezi dodavateli, zákazníky a firmou. Jedná se o dopravu materiálu do firmy dle potřeby. Doprava by měla být realizována v dlouhých cyklech, a při sdružení více dodávek do jedné přepravy z důvodu úpory nákladů na dopravu. Cílem externího milk-runu je naplánovat proces tak, aby se eliminovaly nadlimitní zásoby ve firemních skladech jak u dodavatelů, tak i u montážních linek. Doprava se snaží propojit export a import a dbá na maximální využití prostředku dopravy. [16] [27]

2.1.2 Interní milk – run

Interní milk-run znamená dopravu materiálu v rámci konkrétního závodu s cílem cyklicky zásobit výrobní linky potřebným materiálem a odvážet z pracovišť prázdný obalový materiál. Součástí interního milk-runu je řízení materiálového toku a výroby. Zásobování

uvnitř společnosti se provádí po jasně definovaných trasách dle jízdního řádu a v krátkých cyklech. V rámci výrobní firmy jsou uplatňovány tři druhy interního milk-runu: [16]

- Mikro-milkrun,
- Makro-milkrun,
- Závodní milkrun.

Mikro-milkrun slouží k transportu materiálu v rámci jednoho výrobního oddělení, jako je např. montáž, obrábění. Distribuce se uskutečňuje z pracovních míst oddělení, a doprava je zajištěna pomocí jednoduchého dopravního prostředku. Transport je realizován v krátkých intervalech. Na rozdíl od makro-milkrunu využívá k distribuci vlakový systém pro dopravu materiálu uvnitř závodu, konkrétně zásobuje jednotlivá výrobní oddělení v rámci jednoho závodu. Transport je u makro-milkrunu realizován ve středních cyklech. Závodní milkrun se uplatňuje, pokud má výrobní závod oddělené prostory v rámci jednoho města. Závodní milk-run poté obstarává dopravu materiálu z výroby do externích expedičních skladů a naopak. Převážka je zajišťována nákladním autem a realizuje se ve středně dlouhých cyklech. [16]

2.1.3 Aplikace milk – runu

Hlavním předpokladem pro aplikaci nového systému je integrovat pracoviště výrobních linek s úvahou toku materiálu a dopravních cest. Nezbytné je stanovit hlavní znamení pro signalizaci požadavku objednávky, mezi které se řadí kanban. U výrobních linek je nezbytné vizualizovat místa pro prázdné obaly a kanbanové karty. Důležitou součástí je zvolit správnou strategii pro naskladnění materiálu, spolu s jeho vyskladněním. V poslední fázi je nutné pracovníky proškolit a vyhotovit příručku pro pracovníky na pozici manipulanta, kteří obstarávají transport materiálu. [16]

3 LOGISTICKÉ PROCESY SKLADOVÁNÍ

3.1 Skladové systémy

3.1.1 Příhradové regály

jsou tvořeny jednoduchou ocelovou konstrukcí s rámy (svislé prvky) a nosníky (vodorovné prvky). Tento typ regálu je určen pro široké spektrum používaných normovaných dřevěných, plastových nebo kovových palet. [28]

Při použití příslušenství jako jsou nosníky proti propadnutí, dřevotřískové desky, H-profil, rošty, je možno tyto regály použít i pro palety, které jsou jinak k uložení na samostatné nosníky nevhodné. Využití těchto regálů je standardně do výšky 8 až 10 metrů. [28]

Výhody příhradových regálů: [28]

- přístup ke všem paletám,
- možnost náhodného skladování palet,
- skladování příčné, podélné či v kombinaci,
- flexibilní pro případné změny skladovaných palet,
- realizovatelnost principu FIFO (first-in-first-out) [2]

3.1.2 Příhradové regály s úzkými uličkami

použití příhradových regálů a systémových vozíků s třístranným zakládáním nebo regálových zakladačů umožňuje lepší využití skladového prostoru zvětšením celkové skladovací výšky při současném zmenšení manipulačních uliček. U systémových vozíků jsou realizovatelné výšky uložení přes 14 m a manipulační uličky od 1500 mm. Regálové zakladače pak mohou pracovat až s výškou 35 m. [28]

Výhody příhradových regálů s úzkými uličkami: [28]

- vysoký stupeň využití plochy skladu,
- přímý přístup ke všem paletám,
- možnost úspory pracovních sil,

- flexibilní pro případné změny skladovaných palet,
- skladovací výšky přes 14 m,

3.1.3 Konzolové regály Drive –in

jsou vhodné pro skladování malého počtu druhů zboží s velkou sériovostí a vyšší hmotností. Nahrazují klasické blokové skladování v případech, kdy zboží na paletách nelze jednoduše stohovat. [28]

Regály Drive-in jsou koncipované jako průjezdné nebo neprůjezdné. Zboží v průjezdných regálech lze skladovat dle principu FIFO, regály mají zakládací a odebírací rovinu. V neprůjezdných regálech je realizovatelný princip LIFO (last-in–first-out). [28]

Tento princip skladování je řešen pouze s jednou manipulační uličkou, kudy se zboží zakládá i odebírá. [28]

Výhody konzolových regálů Drive – in: [28]

- velmi vysoké využití prostoru,
- spojení výhod regálového skladování a blokového stohování,
- zvláště vhodný jako sezonní sklad,
- jednoduchá konstrukce,
- průjezdné regály-FIFO, neprůjezdné –LIFO,

3.1.4 Válečkové a push-back regály

použití válečkových regálů je ideální pro skladování velkého počtu palet stejných druhů. Konstrukci tvoří rámy s nosníky, na kterých jsou položeny válečkové dráhy sestávající z nosných a brzdových válečků. Délka drah je závislá na počtu za sebou skladovaných palet v jednotlivých kanálech. Samočinný pohyb palet kanálem je iniciován mírným náklonem drah a udržován nosnými válečky. Rychlost palet pak kontrolují válečky brzdové. Jakmile je jedna paleta z kanálu odebrána, posunou se následující automaticky k odebíracímu místu. Válečkové regály se zpravidla používají pro zakládání normovaných typů palet (např. EUR nebo ISO), ale díky jejich vysoké technické úrovni jsou možné i jiné aplikace. [28]

3.1.5 Push-back regály

mají pouze jednu obslužnou rovinu, zakládání i odebírání palet je možné pouze z jedné strany. Při plnění kanálů paletami zatlačuje nebo brzdí manipulační vozík i palety, které jsou již založené. Po odebrání poslední palety sjíždí ostatní do místa odběru. Skladování palet v pushback regálech je realizováno dle principu LIFO (last-in-first-out) [28]

Výhody push-back regálů [28]

- jedna obslužná rovina pro zakládání a odebírání palet,
- vysoký a hospodárný stupeň zaplnění skladu,
- jednoduché a přehledné odebírání palet z kanálů,
- ideální realizace skladovacího principu LIFO,

3.1.6 Spádové regály

jejich použití je všude tam, kde je vyžadováno skladování dle principu FIFO (first-in-first-out). Mají dvě obslužné roviny, z jedné strany se palety zakládají do kanálů, na straně druhé se pak z kanálu odebírají. Konstrukce dráhy je navíc opatřena koncovým oddělováním ostatních palet v kanálu od poslední, pro její bezpečné odebírání. Provedení drah lze navrhnout i pro obsluhu ručně vedenými vozíky. [28]

Výhody spádových regálů: [28]

- regály mají dvě samostatné obslužné roviny-zakládací a odebírací,
- vysoký a hospodárný stupeň zaplnění skladu,
- jednoduché a přehledné odebírání palet z kanálů,
- ideální realizace skladovacího principu FIFO,

3.1.7 Konzolové regály

stroměčkové (konzolové) regály se používají pro skladování tyčového a deskového materiálu větších délek. Konstrukci regálu tvoří nosné sloupky s patními a úložnými konzolami pro zakládání materiálu, provedení regálů je jednostranné nebo oboustranné. [28]

Výhody konzolových regálů:

- okamžitý přístup ke všem uloženým položkám,
- velká rozměrová variabilita všech komponentů regálů,
- přizpůsobitelnost velikosti a váze skladovaného zboží [28]

3.1.8 Pojezdové (podvozkové) regály

princip podvozkových (pojezdových) regálů spočívá ve stavbě dvouřadých příhradových nebo oboustranných konzolových regálů na podvozky, které pak přejíždí mezi pevnými regály. Přejetím podvozků vznikají jednotlivé manipulační uličky pro obsluhu regálů. [28]

Konstrukce podvozku se skládá z hlavního rámu s motory, převodového mechanismu, hřídelí, vodících a opěrných kol. Pojezd podvozku je realizován po vybudovaném kolejišti, standardně pokládaném na hrubou podlahu, ale možné je i frézování do podlahy již hotové. [28]

Ovládání přejezdu podvozků je možné z jednotlivých uliček nebo dálkovým ovládním z manipulačního vozíku či z centrálního panelu, který umožňuje i další doplňkové funkce. Bezpečnost pojezdových regálů je zajištěna systémem čelních a bočních světelných závor. [28]

Výhody pojezdových regálů: [28]

- úspora pracovních uliček až 90 %,
- výrazně větší využití určené plochy skladu oproti standardním pevným regálům,
- možnost uzavření uliček a tím i skladovaného zboží
- ideální pro navýšení kapacity ve skladech, chladírnách a mrazírnách,
- realizovatelnost principu FIFO,

3.1.9 Válečkové vychystávací regály

pracují na stejném principu jako spádové válečkové regály, pouze zboží zde není na paletách, ale v různých krabičkách o menší váze. Konstrukci tvoří rámy s válečky vestavěné do regálových polí. Provedení regálu je zpravidla uzpůsobeno pro ruční

obsahu, z jedné strany se plní krabičky do jednotlivých kanálů, ze strany druhé probíhá samotné vychystání. [28]

Velikost kanálů, vzdálenost jednotlivých uložení, šířku a hloubku regálových polí lze libovolně přizpůsobit skladovaným rozměrům krabiček. [28]

Výhody válečkových vychystávacích regálů: [28]

- úspora pracovních uliček,
- průběžné plnění kanálů,
- oddělené strany pro plnění kanálů a pro vychystávání,
- možnost dodatečné vestavby,
- princip FIFO,

3.1.10 Policové regály

slouží pro ukládání a vychystávání drobného materiálu, kartonů nebo krabic o velkém počtu sortimentních druhů v malých nebo středních objemech. Stavebnicová konstrukce regálů, která se skládá z rámu a jednoduše nasazených polic s výplňovými panely, umožňuje přizpůsobení nebo přestavbu na aktuálně skladované položky. [28]

Výhody policových regálů: [28]

- flexibilní šířka, výška a hloubka polic,
- přímý přístup ke všem druhům zboží,
- rychlé vychystávání různých položek,
- snadná montáž a přestavitelnost,
- přehledná kontrola stavu zásob,
- jednoduchá organizace ve skladu,
- možnost mechanizace a automatizace,

3.2 Přeprava materiálu

3.2.1 Dopravníkové systémy

Válečkový dopravník-válečkové dopravníky jsou určeny výhradně k přepravě kusových výrobků vyšších hmotností (palety, přepravní boxy apod.). Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popř. výrobních a montážních linek. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí z eloxovaných hliníkových profilů, moderním designem a velkou variabilitou provedení. [29]

Přednosti: [29]

- vysoká nosnost,
- robustní konstrukce,
- dopravníky vyrobené na míru,
- Možnost provádění speciálních technologických či výrobních operací přímo na dopravníku,

Technické řešení: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému,
- řetěz nebo řemen zajišťující pohon válečků,
- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky,
- válečky různých provedení (ocelové, pozinkované, plastové, hliníkové, nerezové, pogumované, nebo akumulární),
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče,
- podstava, stejně jako základní rám, z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému. Varianta také ve výškově přestavitelném (ručně, pohonem) nebo šikmém provedení,

Pásový dopravník-pásové dopravníky určeny především k přepravě kusových výrobků různých vlastností. Základem je rám z hliníkových drážkovaných profilů, hnací a hnaný buben, a transportní pás podepřený ocelovým nerezovým plechem. Pásové dopravníky jsou cenově nejvýhodnější variantou. [29]

Přednost pásových dopravníků: [29]

- rychlá montáž pásových dopravníků,
- dopravníky jsou vyráběny na míru zákazníka,
- tichý chod předurčující dopravníky k vestavění do montážních linek se stálou obsluhou,

Technické řešení standardního pásového dopravníku: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému,
- kompaktní hnací a hnaný ocelový buben,
- hliníkové držáky hnacího a hnaného bubnu s naklápěcími kuličkovými ložisky pro seřizování a dopnutí transportního pásu,
- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky, popř. pohon doplněný o vložený převod s ozubeným řemenem. U větších zatížení použití kuželočelní převodovky,
- transportní pás různých vlastností,
- podkladový plech pod horní větví pásu pro její podepření po celé ploše a snížení tření,
- podpěrné válečky průměru 50 mm (Al nebo PVC) umístěné pod dolní větví pásu u delších dopravníků (nad 2 m), bránící jejímu prověšování,
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče. U dopravníku s vloženým převodem dále možnost změny konstantní rychlosti výměnou vloženého převodu, skládajícího se z ozubeného řemene, dvou řemenic a napínací kladky,
- podstava, stejně jako základní rám, z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému. Varianta také ve výškově přestavitelném (ručně, pohonem) nebo šikmém provedení,

Řetězový dopravník-tyto dopravníky přepravují výhradně kusové výrobky větších rozměrů a vyšší hmotnosti. Základ dopravníku tvoří rám z hliníkových drážkovaných profilů, hnací a hnaná řetězová kola, držáky řetězových kol s dvouřadými kuličkovými naklápěcími ložisky pro seřizování a napnutí transportního řetězu. Řetězové dopravníky

se vyznačují především vysokou výkonností a umožňují přepravovat velmi široké nebo velmi dlouhé materiály [29]

Akumulační řetěz-použitím akumulacího řetězu se díky valivému tření snižuje potřebný výkon motoru. A to hlavně v případě akumulace výrobku, tedy situaci, kdy je potřeba výrobek z technologického důvodu zastavit a řetěz pod výrobkem je i nadále v pohybu. [29]

Vratná větev-U dopravníku s akumulacího řetězem je vratná větev řetězu schována v dutině hliníkového profilu. Tím se snižuje zástavbová výška dopravníku a zvyšuje bezpečnost. [29]

Přednosti řetězových dopravníků: [29]

- vysoká nosnost,
- možnost přepravovat velmi široké nebo velmi dlouhé materiály,
- díky mezeře mezi jednotlivými větvemi možnost přepravovat i materiály zasahující pod úroveň horní větve dopravníku,
- rychlá montáž dopravníků,
- možnost provádění speciálních technologických či výrobních operací přímo na dopravníku,
- volitelný počet větví dle charakteru dopravovaného materiálu,
- možnost výměny jednotlivých článků řetězu namísto výměny celého řetězu,
- kostra dopravníku tvořená profily stavebního systému s možností snadného připojení dalších profilů nebo doplňujících technologií, popř. možnost v budoucnu dopravník modifikovat,

Technické řešení standartního řetězového dopravníku: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebního systému,
- hnací a hnané ocelové řetězové kolo,
- hliníkové držáky hnacích a hnaných řetězových kol s naklápěcími kuličkovými ložisky pro seřizování a dopnutí transportního řetězu,

- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky. U větších zatížení použití kuželočelní převodovky,
- akumulční kladičkové řetězy s ocelovými nebo plastovými kladičkami odolné otěru a olejům,
- plastové kluzné vedení s nízkou nebo zvýšenou vnější hranou pod horní větví řetězu pro její podepření po celé ploše a snížení tření,
- dle charakteru dopravovaného materiálu možnost volby různého počtu větví řetězového dopravníku,
- vratná větev řetězu vedená v dutině hliníkového profilu,
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče,
- podstava, stejně jako základní rám, z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému. Varianta také ve výškově přestavitelném (ručně, pohonem) nebo šikmém provedení,

Řemenové dopravníky-jsou vhodné pro přepravu kusových výrobků větších rozměrů, kdy jeden z rozměrů je několikanásobně větší než ostatní (tyče, hranoly apod.). Hlavní částí dopravníku je rám z hliníkových drážkovaných profilů, hnací a hnané hliníkové řemenice a hliníkové držáky řemenic s naklápěcími dvouřadými kuličkovými ložisky. Řemenové dopravníky nabízí vyšší únosnost než pásové dopravníky a možnost přepravovat velmi široké nebo dlouhé materiály. [29]

Přednosti: [29]

- vyšší únosnost než u pásových dopravníků,
- možnost přepravovat velmi široké nebo dlouhé materiály,
- díky mezeře mezi jednotlivými větvemi možnost přepravovat i materiály zasahující pod úroveň horní větve dopravníku,
- rychlá montáž dopravníků,

- možnost řešit speciální požadavky zákazníků jako např. dopravník do ESD prostředí,
- možnost provádění speciálních technologických či výrobních operací přímo na dopravníku,
- volitelný počet větví dle charakteru dopravovaného materiálu,
- tichý chod předurčující dopravníky k vestavění do montážních linek se stálou obsluhou,

Technické řešení: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému,
- hnací a hnaná hliníková řemenice,
- hliníkové držáky hnacích a hnaných řemenic s naklápěcími kuličkovými ložisky pro seřizování a dopnutí transportního řemene,
- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky, popř. pohon doplněný o vložený převod s ozubeným řemenem. U větších zatížení použití kuželočelní převodovky,
- transportní řemeny různých vlastností (PU, PU s textilní vrstvou pro snížení hluku a akumulaci materiálu),
- plastové kluzné vedení s nízkou nebo zvýšenou vnější hranou pod horní větví řemene pro její podepření po celé ploše a snížení tření,
- dle charakteru dopravovaného materiálu možnost volby různého počtu větví řemenového dopravníku,
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče. U dopravníku s vloženým převodem dále možnost změny konstantní rychlosti výměnou vloženého převodu, skládajícího se z ozubeného řemene, dvou řemenic a napínací kladky,

Modulární dopravník-modulární dopravníky jsou určeny převážně k přepravě kusových výrobků různých vlastností především tam, kde je třeba zvýšená odolnost pásu vůči vyšším teplotám nebo vůči mechanickému poškození. Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popř. výrobních a montážních linek. Konstrukce dopravníků umožňuje řešit několik tvarových úseků linky (zatačky, lomené úseky apod.) skrze jeden pohon. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí z eloxovaných hliníkových profilů, moderním designem a velkou variabilitou provedení. [29]

Přednosti: [29]

- možnost provádění speciálních technologických či výrobních operací přímo na dopravníku,
- dopravníky vyráběny dle požadavků zákazníka, tzn. „na míru“,
- výběr ze čtyř druhů materiálů modulárních pásů s různými vlastnostmi a oblastmi použití,
- vysoká životnost pásu,
- různé typy modulárních článků určené pro širokou oblast použití,
- při poškození pásu výměna jen jeho poškozené části (z dlouhodobého hlediska velká úspora finančních nákladů),

Technické řešení: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému,
- hnací a hnaná plastová ozubená kola,
- hliníkové držáky hnacích a hnaných ozubených kol s naklápěcími kuličkovými ložisky pro seřizování a dopnutí transportního pásu,
- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky. U větších zatížení použití kuželočelní převodovky,
- modulární pás v modulech o rozteči 1/2“ až 2” navzájem spojený pomocí tuhých plastových tyčí,
- plastové kluzné vedení pod horní větví pásu pro její podepření a snížení tření,

- podpěrné válečky průměru 50 mm (Al nebo PVC) umístěné pod dolní větví pásu u delších dopravníků (nad 2 m), bránící jejímu prověšování,
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče,

Destičkový dopravník-destičkové dopravníky jsou určeny převážně k přepravě kusových výrobků různých vlastností především tam, kde je třeba zvýšená odolnost pásu vůči vyšším teplotám nebo vůči mechanickému poškození a minimalizace zástavbového prostoru. Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popř. výrobních a montážních linek. Konstrukce dopravníků umožňuje řešit několik tvarových úseků linky (zatačky, lomené úseky apod.) skrze jeden pohon. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí z eloxovaných hliníkových profilů, moderním designem a velkou variabilitou provedení. [29]

Přednosti: [29]

- malý poloměr zatačky,
- možnost volby různých druhů materiálů destičkových pásů s různými vlastnostmi a oblastmi použití,
- vysoká životnost pásu,
- při poškození pásu výměna jen jeho poškozené části (z dlouhodobého hlediska velká úspora finančních nákladů),

Technické řešení: [29]

- základní rám dopravníku z hliníkových drážkovaných profilů stavebnicového systému,
- hnací a hnaná plastová (ocelová) ozubená kola,
- hliníkové držáky hnacích a hnaných ozubených kol s naklápěcími kuličkovými ložisky pro seřizování a dopnutí transportního pásu,
- pohon tvořený kompaktní jednotkou, skládající se z třífázového asynchronního elektromotoru a šnekové převodovky. U větších zatížení použití kuželočelní převodovky,
- destičkový pás v modulech o rozteči 1/2" až 3,15" navzájem spojený pomocí ocelových kolíků,

- plastové kluzné vedení pod horní větví pásu pro její podepření a snížení tření,
- podpěrné válečky průměru 50 mm (Al nebo PVC) umístěné pod dolní větví pásu u delších dopravníků (nad 2 m), bránící jejímu prověšování,
- rychlost konstantní nebo s možností regulace použitím frekvenčního měniče,

3.2.2 Manipulační technika

Tahač – je mobilní elektrický stoj, se kterým je efektivně přepravováno zboží od příjmu zboží k distribuci a výrobě s maximální efektivitou a flexibilitou. Na rozdíl od vozíků se spalovacími motory jsou elektrické tahače vhodné pro vnitřní i venkovní použití. Zvládne jak hladké průmyslové podlahy, tak asfalt. [30] [31]

VZV je mobilní stroj používaný nejčastěji v logistice, stavebnictví, lesnictví i jinde pro převážně vertikální manipulaci s materiálem. Příbuzné manipulační prostředky jsou ruční nebo elektricky poháněné nízkozdvíhací vozíky nebo zařízení pro překládání kontejnerů. [30] [31]

Typy VZV:

Terénní vozíky – je uzpůsoben na terén, většinou mají pohon všech kol. využívají se v lesnictví, dřevozpracujícím průmyslu a ve výrobě stavebních materiálů. [30] [31]

Vozíky s výsuvnými vidlemi – čelně výsuvné vidle se využívají ve stísněných prostorech. [30] [31]

Retráky – VZV v nichž obsluha sedí bokem ke směru jízdy, což umožňuje lepší výhled, zejména při couvání, a především při práci ve velmi úzkých skladových uličkách dosahujících šířky 2,5 m. Dokáží vyzvednout náklad až do výše 13 m. [30] [31]

AGV (FTS) – automatické vozíky jsou srdcem automatizovaného skladu a jsou řízeny inteligentním softwarem. Díky speciálním komponentům je lze automatizovat a upravovat v souladu s požadavky. [30] [31]

3.3 Řízení skladového hospodářství

3.3.1 WMS

Je softwarové řešení zkratkou mezinárodního označení Warehouse Management System. Jde o systém pro plnou automatizaci a řízení veškerých skladovacích operací. Umožňuje

podle algoritmů nastavené logistické strategie dynamicky řídit veškerou práci ve skladu tak, aby docházelo k vyšší výkonnosti, přehlednosti a přesnosti celé logistiky, od zvýšení výkonnosti pracovníků, až po snížení logistických reklamací.

Rozdíly mezi řízením skladové logistiky bez řízeného skladu a WMS:

Standartní skladový systém skýtá pouze jednu operaci pro každou činnost (příjem, výdej, inventura).

WMS nabízí celý sklad dynamicky definovaný a prokazatelně vykazovacích operací. U každé činnosti přitom dochází k přiřazování úkolů jednotlivým skladníkům s možností následného vyhodnocení kvality a efektivity jejich práce.

Řízený sklad tedy dokáže práci nejen automaticky plánovat a evidovat, ale také následně kontrolovat, a to vše prostřednictvím sofistikovaných logistických algoritmů.

3.3.2 Labeling – identifikace zboží

čárové kódy jsou nejrozšířenějším prostředkem automatické identifikace neboli "registrace dat bez použití kláves". Čárový kód se skládá z tmavých čar a ze světlých mezer, které se čtou pomocí specializovaných čteček – snímač čárových kódů. [32]

Výhody čárových kódů:

Přesnost – při ručním zadávání dochází k chybě průměrně při každém třístém zadání, při použití čárových kódů se počet chyb snižuje až na jednu milióntinu, přičemž většina z těchto chyb může být eliminována, je-li do kódu zavedena kontrolní číslice, která ověřuje správnost čtení všech ostatních číslic. [32]

Rychlost – srovnáme-li rychlost pořízení dat z čárového kódu s klávesnicovým zadáním, zjistíme, že i ta nejlepší písáčka je nejméně třikrát pomalejší než jakýkoliv snímač.

Flexibilita – čárové kódy lze používat v nejrůznějších, a to i extrémních prostředích a terénech. Je možné je tisknout na materiály odolné vysokým teplotám nebo naopak extrémním mrazům, na materiály odolné kyselinám, obroušení, nadměrné vlhkosti. Jejich rozměry mohou být dokonce přizpůsobeny tak, aby mohly být užity i na miniaturní elektronické součástky. [32]

Produktivita, efektivnost a dosledovatelnost – Využíváním čárových kódů v maloobchodě se produktivita odbavování u pokladny zvýší o desítky procent. Kromě

toho je možno v jakémkoliv okamžiku zjistit stav zásob jednotlivého zboží na skladě. [32]

Cena – náklady na nosič informace (obvykle papír) jsou ve srovnání s jinými médii zcela zanedbatelné. [32]

Typy čárových kódů:

Jednodimenzionální (1D) – kódy mají omezenou kapacitu a obvykle kódují numerický nebo alfanumerický řetězec, který je klíčem k identifikaci označeného předmětu do nějaké externí databáze. [32]

Dvoudimenzionální (2D)–kódy vzhledem k vyšší kapacitě obvykle obsahují veškerou potřebnou informaci o označeném předmětu v sobě. [32]

3.3.3 RFID

RFID (Radio Frequency Identification) je bezkontaktní identifikační technologie, které je založená na principu rádiového přenosu dat mezi vysílačem a pohybujícím se objektem (materiál, výrobky, palety ve skladu, atd.) vybaveného tzn. Transpondérem. Nespornou a nenahraditelnou výhodou transpondérů oproti čárovým kódům je skutečnost, že čtecí zařízení nemusí mít optický kontakt s transponderem. Transponder tedy může být uložen i uvnitř obalu nebo na výrobku samotném. [33]

Princip činnosti spočívá v tom, že vysílač periodicky vysílá pulsy prostřednictvím antény do okolí. Pokud se v dosahu antény objeví transpondér, je aktivován a odpoví zpět snímači. Snímač poté signál od transpondéru přijme, a po jeho vyhodnocení (kontrola ochranných kódů) jej předá k dalšímu zpracování. Data mohou být předána ihned počítači ke zpracování nebo mohou být uložena v paměti přenosných čteček, a až později přenesen do počítače. [33]

Radiofrekvenční technologie se používá nejen pro sledování materiálového toku, ale uplatňují se i v jiných oblastech (sledování pohybu vozidel, lidí, atd.). Tato technologie v sobě spojuje kromě identifikace i přenos informací. [33]

Úspěšné zavedení RFID v podniku nebo v logistickém řetězci závisí nejen na výkonnosti transponderů a na nákladech, ale i na technickém prostředí a na podmínkách nasazení. [33]

3.4 Příjem materiálu-EDI systém

EDI – elektronická výměna dat (Electronic Data Interchange) označuje výměnu elektronických obchodních dokumentů mezi partnery. Jde o součást e-commerce nebo e-bussines. Cílem EDI je dosáhnout nejvyšší možné úrovně automatizace procesů prostřednictvím integrované výměny dat a předcházení ručním a papírovým transakcím. EDI se mimo jiné používá k výměně objednávek mezi obchodními společnostmi a výrobcí a také pro fakturační procesy, což umožňuje elektronický přenos faktur v reálném čase, jejich okamžitou kontrolu a následné zpracování. [34]

Více než jakýkoliv jiný poskytovatel služeb se musí logistické společnosti držet striktně hesla "čas jsou peníze". Potřebují rychle a efektivně zpracovávat velké množství informací, aby dodali správné zboží na správné místo ve správný čas. Klíčovými faktory úspěchu jsou hospodárnost, rychlé reakce a flexibilita, pokud jde o technické požadavky. [34]

Výhody EDI: [34]

- vysoké stupně automatizace procesů,
- odstranění manuálního zpracování dat a minimalizací rizika vzniku chyb,
- kratší reakční doby na klientské objednávky,
- vyšší úroveň bezpečnosti plánování,

Ve většině odvětví v České republice je výměna elektronických dat založena na standardech GS1, díky kterým ERP systém společnosti a ERP systém obchodního partnera „mluví stejným jazykem“. [34]

Nejčastěji používané EDI zprávy: [34]

- Příkaz k expedici (INSDES),
- Převážní instrukce (IFTMIN),
- Dodací list (DESADV),
- Objednávka (ORDERS),

4 PRŮMYSL 4.0 V LOGISTICE

Logistika se dá stále víc a víc považovat za hnací sílu vědeckého a technického pokroku. Navíc důležitost logistických služeb jako konkurenční zbraně podniků se za poslední roky enormně zvýšila. Stále více organizací si uvědomuje, že úroveň inovativnosti v dodavatelských řetězcích je nedílnou součástí strategického úspěchu a nástrojem k dosažení udržitelné konkurenční výhody a schopnosti účinně reagovat na rychle se měnící trhy. Největší dopad Průmyslu 4.0 se očekává především ve dvou oblastech dodavatelského řetězce; výrobě a logistice. Skladování je vhodným polem pro nasazení technologií Průmyslu 4.0 - především automatizace, neboť tato oblast logistiky patří k činnostem vázající velké množství lidí. Až 60 % nákladů ve skladu tvoří mzdové prostředky. [37] [38]

Průmysl 4.0 je digitalizační trend, který se soustřeďuje na automatizaci výroby a vytváření tzv. "chytrých továren". Ty pracují na kyberneticko – fyzikálních systémech a využívají autonomní strojové učení. V takovém zařízení spolu stroje dokáží vzájemně komunikovat, spolupracovat, vyhodnocovat rizika a činit rozhodnutí s ohledem na jejich naprogramování. Některé systémy mohou být sestaveny tak důmyslně, že už prakticky není zapotřebí lidská obsluha a výroby je plně automatizovaná. Často se setkáváme i s tzv. kolaborativním prostředím, kde spolu stroje i lidé vzájemně spolupracují a vytváří synergetický efekt. Zatímco předchozí etapa digitalizace přinesla do průmyslu počítače a roboty, 4. průmyslová revoluce je mezi sebou propojila a naučila komunikovat. U konceptu chytrých továren je klíčová ona schopnost propojit mezi sebou všechny operující stroje. Ty si pak předávají vstupní data, reagují na nastalé situace a vyhodnocují je pomocí vložených čipů, senzorů a softwaru. Ve výsledku taková výroba může vypadat tak, že spolu pracují robot s 3D tiskárnou a jakmile je produkt vyroben, odešle se informace do systému a ten přivolá bezobslužný vozík, který finální výrobek převezde do skladu. Všechno bez zásahu člověka. [37] [38]

4.1 Změny v Průmyslu 4.0

Je jasné, že cílem digitalizace a automatizace je výrazné zefektivnění celého výrobního procesu. [35]

4.1.1 Autonomní vyhodnocování rizik

V určitém směru jsou stroje dnes už chytřejší než člověk. Dokáží sbírat ohromné množství dat a zpracovávat je mnohonásobně rychleji a v mnohonásobně větším množství než člověk. Na základě toho se dokáží samy rozhodovat, a z informací identifikovat rizika a vzorce, ke kterým by se člověk nedostal – nebo jen velmi zdlouhavě. [35]

4.1.2 Zjednodušení a zrychlení

Díky automatizaci dochází k celkovému zefektivnění a zrychlení výroby a lidé se tak mohou soustředit na výrazně kvalifikovanější činnosti. [35]

4.1.3 Finanční náročnost

Dávno je pryč doby, kdy byly výrobní roboty rarita, kterou si mohou dovolit jen obrovské mezinárodní firmy. Roboty jsou dnes už dostupné a dokáže je financovat i menší firma. [35]

4.1.4 Rozvoj lidského potenciálu.

Jako každá předchozí průmyslová revoluce s sebou i Průmysl 4.0 přináší kromě zefektivnění výroby také změny na trhu práce. Lidskou práci nahradí stroje, ale v zásadě automatizace pomůže lidem dělat jejich práci lépe, efektivněji a bezpečněji. [35]

4.2 Logistika 4.0 jako revoluční automatizace logistických procesů

Logistika 4.0 je klíčovým prvkem digitalizace, i když zatím není tak populární, jako Průmysl 4.0. Dodavatelský řetězec fungující na principu chytré logistiky se díky propojenému systému lidí, strojů a zařízení dokáže pružně přizpůsobit různým podmínkám. Systém vyhodnotí nastalou situaci a na základě toho upraví výrobní priority. To se promítá do větších přesností plánování, kratších čekacích lhůt a zefektivnění celého logistického procesu. [35]

4.2.1 Digitalizace logistiky

Základní předpoklad chytré výroby je mít absolutní přehled o veškerých pohybech produktů – od vstupu přes výrobu až po jeho expedici. A to právě umožňuje digitalizace

logistiky. Vizí chytré logistiky je propojit skladové systémy, interní logistiku, přepravní technologie i plánování software v jednu vzájemně propojenou síť, která dokáže automaticky tvořit a upravovat logistické procesy s ohledem na ostatní články výrobního řetězce. Společnosti tak mohou naplánovat přepravu, pomocí moderních digitalizovaných systémů zadat místa a časy vykládky a nakládky a systém pak už sám na základě zadaných informací vygeneruje ideál tras. Takové automatizované plánování šetří čas, pracovní síly, palivo i další náklady na provoz. Chytrá logistika přitom není jen přeprava zboží mezi dvěma geograficky vzdálenými místy. Spadá sem i digitalizovaná interní logistika, která se postará o plynulý automatizovaný přesun materiálu, zboží, strojů uvnitř společnosti – sklady, výrobní haly, atp. [35]

4.2.2 Digitální dvojče – digitalizace výroby

Termín digitální dvojče se dostal do širšího podvědomí v roce 2002, kdy ho Michael Grieves definoval v souvislosti s řízením životního cyklu výrobku. Koncept digitálního dvojčete tehdy zavedl jako virtuální reprezentaci vyrobeného produktu a měl sloužit k porovnání výrobku s jeho inženýrským návrhem. Tato definice se později rozšířila a ujala i mimo původní záměr autora. [36]

V současnosti je pojem digitální dvojče chápán především jako virtuální reprezentace fyzických objektů, jednak výrobních, a především přepravních zařízení, ale také procesů, systémů, pracovníků nebo celého prostředí. Digitální dvojče tak již není pouze virtuální model reálného protějšku, ale dynamický nositel dat a stavových informací získaných prostřednictvím množství senzorů a snímačů propojených internetem věcí. [36]

Digitální dvojče v této podobě tedy slouží k monitorování fyzických objektů a procesů v reálném prostoru a čase, jelikož tato technologie umožňuje vytvářet velmi detailní digitální obraz se skutečnými daty. Její využití v komplexních simulačních modelech zrychluje a ulehčuje rozhodovací procesy, protože usnadňuje přímou identifikaci možných následků zvažovaných změn, jakož i klíčových vzorců chování v jednotlivých procesech. [36]

Tato forma implementace přináší nejen hlubší poznatky o kauzalitě jednotlivých složek v procesech prostředích, ale i schopnost odhalovat slabá místa, která je nutné stabilizovat

a optimalizovat, aby došlo k udržitelnému nárůstu výkonnosti procesů a k posilnění robustnosti prostředí. [36]

Mezi technologie, jež nabývají stále většího významu pro podniky v éře průmyslu a inteligentní logistiky, se zařazuje i technologie digitálního dvojčete. Podle studie prestižní mezinárodní analytické společnosti Gartner již 75 % podniků využívajících IOT řešení implementovalo technologii digitálního dvojčete. [36]

4.2.3 Digitální dvojče ve výrobě

ve výrobě se digitální dvojče nejčastěji využívá v původním kontextu, tj. v rámci řízení životního cyklu výrobku. podobně lze vytvářet virtuální kopie výrobních zařízení a linek, což lze kromě simulací výrobního procesu využívat také při prediktivní údržbě. Moderní řídicí Smart Industry systém již disponují moduly prediktivní údržby, stejně jako moduly pro operativní, plánovanou, korekční a preventivní údržbu. Díky historickým datům o technickém stavu zařízení, jako výkonu nebo opotřebenosti v reálném čase, jejichž nositeli jsou digitální dvojčata, můžou řídicí Smart Industry systémy vhodně zvolit optimální strategii údržby podnikových zařízení. Tímto způsobem realizované inteligentní plánování údržby pomáhá minimalizovat nechtěné prostoje ve výrobě. V praxi se dnes již můžeme setkat s prvními implementacemi Smart Industry systémů, které za pomoci strojové inteligence analyzují sesbíraná data za účelem hledání kauzálních vztahů mezi mírou opotřebenosti a poruchovostí zařízení. [36]

V oblasti logistiky se nejčastěji využívá virtuální model materiálových toků, které umožňuje podnikům efektivněji řídit jednotlivé části dodavatelsko–odběratelského řetězce. V takovém modelu jsou k dispozici reálná data nejen o konkrétních materiálech, ale i o ostatních relevantních činitelích (vozidlech, povětrnostních nebo dopravních podmínkách, odběratelských zadáních apod.). [36]

V součinnosti s geografickými informačními systémy (GIS) a jejich mapovými podklady tak podniky získávají okamžitý přehled například o aktuální situaci flotily a poloze jednotlivých vozů, který je uživatelsky srozumitelný a mnohdy i nezbytný pro správné dispečerské řízení. [36]

4.2.4 Digitální dvojče v hlavním proudu.

Důležitost technologie digitálního dvojčete i její přínos spočívají v jeho simultánním dvojitém nastavení jako simulačního i řídicího nástroje. Vytvoření repliky výrobních toků, celé továrny nebo dodavatelsko-odběratelského řetězce pasivním modelem digitálního dvojčete umožňuje podnikům sledovat, simulovat a testovat zavedené i hypotetické procesy. Díky tomu mohou pověřeni zaměstnanci odhalovat úzká hrdla nebo neefektivní operace, identifikovat různé anomálie nebo získávat včasné varování před potenciálními krizovými situacemi, v předstihu jim předcházet (například díky prediktivní údržbě) a tím optimalizovat provozní náklady. Simulace výrobních toků mohou také díky historickým datům předstírat různé varianty montážních operací a na základě výsledků nasadit do ostrého provozu tu proceduru, při které vznikají produkty s nejvyšší kvalitou, čímž se minimalizují neplánované výdaje na dodatečné repasování a zbytečné navyšování výrobního lead time. Digitální dvojče tedy již v této podobě vytváří podniku přidanou hodnotu. [36]

Aktivní forma digitálního dvojčete neboli inteligentní informační agenty zastává klíčovou roli v inteligentním řízení procesů. Digitální dvojče v kombinaci s internetem věcí dokáže transformovat běžné objekty (které nemají vlastní predispozici být „smart“) na inteligentní věci. Kromě výrobních a přepravních zařízení a nástrojů nebo materiálů a produktů se tato způsobilost vztahuje i na samotného zaměstnance, u něhož kombinace obou zmíněných technologií rozšiřuje jeho kognitivní schopnosti. Zaměstnanec skladu tak kupříkladu nemusí a ani nemůže znát přesné pořadí a objem úkolů, ale řídicí Smart Industry systém mu prostřednictvím inteligentního informačního agentu prioritizuje jednotlivá pracovní zadání v reálném čase na základě relevantních dat a aktuálních požadavků koncového odběratele. [36]

Digitální dvojče tvoří primární předpoklad pro Smart Industry systémy zabezpečující operativní a autonomní řízení výrobních a zásobovacích procesů. Dynamické vnitropodnikové logistiky neboli Intralogistiky 4.0 lze dosáhnout kombinací internetu věcí a aktivní formy digitálních dvojčat, která jsou integrována ve Smart Industry systému. Ten totiž zabezpečuje nezbytnou informační infrastrukturu pro správné fungování obou technologií. Kromě automatizace a následné autonomizace činností se díky těmto řešením zvyšuje i agilnost jednotlivých operací, podnikové procesy se tudíž stávají flexibilnějšími a lépe reagují na vnější podněty (zákazníci, módní vlny, trhy) s možností větší variability výsledného produktu nebo služby. [36]

Technologie digitálního dvojčete navíc oplývá všestranným potenciálem nejen pro dynamické a autonomní řízení výrobních podniků a inteligentní průmysl, ale její funkčnost dnes již proniká do oblasti zdravotní péče, projektování (například pobřežních ropných plošin), maloobchodu, údržby a v neposlední řadě i do digitální transformace měst (Smart City). Právě predispozice k univerzálnímu využití, stejně jako ke škálovatelnosti funkcí a vytváření přidané hodnoty přispěly k faktu, že objem nasazování digitálního dvojčete předčil prognózy Gartneru. Mezinárodní analytická společnost již revidovala své predikce a teď už mluví o mainstreamizaci digitálního dvojčete. [36]

Ústřední postavení digitálního dvojčete vyplývá i z jeho organického provázání s ostatními technologiemi, jako jsou internet věcí a služeb, umělá inteligence, strojové učení nebo rozšířená analytika a zpracování velkých dat. Právě propojitelnost s ostatními technologiemi přispívá k současnému unikátnímu postavení digitálního dvojčete navzdory padesátileté existenci jeho konceptu. Rozsáhlá funkčnost, všestranné využití a výsledný přínos pro podniky řadí digitální dvojče mezi nejvlivnější disruptivní technologie současnosti i blízké budoucnosti. [36]

PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU

5.1 Představení společnosti

Společnost se sídlem v Uničově byla založena roku 2002. O rok později byla zahájena výstavba haly.

Počátkem roku 2004 byla zahájena montáž praček s horním plněním a během téhož roku také montáž sušiček prádla.

V roce 2007 je v nové výrobní hale zahájena montáž myček nádobí. Taktéž je spuštěna výroba sušičkových bubnů.

Koncem roku 2012 byla dostavěna nová výrobní hala o rozloze 9300 m². Postupně byla obsazena čtyřmi lisy pro vstřikování plastů, svářečkami plastů, návaznými montážními pracovišti a dvěma robotizovanými pracovišti na nanášení polyuretanových těsnění na díly do sušiček.

V roce 2012 započala specializace dosavadního výrobního zařízení pro naplnění statusu sušičkového výrobního závodu. V rámci výroby sušiček byly pořízeny čtyři výrobní linky na výrobu podlahových modulů s tepelným čerpadlem a nové laboratoře pro testování dílů sušiček.

V roce 2013 byla také rozšířena výroba myček.

V roce 2014 si uničovský závod připomněl 10. výročí od spuštění výroby. V oblasti výroby a technologií bylo pořízeno další zařízení: postupový lis na výrobu zadních a bočních stěn sušiček a praček. Taktéž bylo v roce 2014 rozhodnuto o přesunutí vývoje dílů sušiček a myček do Uničova.

Od roku 2015 budujeme oddělení vývojové konstrukce.

V roce 2019 posiluje výroba myček o novou montážní linku spolu se zavedením výroby mycích prostorů.

Certifikace společnosti:

Integrovaný systém managementu zahrnuje požadavky těchto mezinárodních standardů:

ISO 50001, ISO 14001, ISO 9001, ISO 45001 a SA 8000.

Aplikace těchto požadavků do interních procesů je zajištěna jejich implementací do interních dokumentů.

- Certifikát systému řízení: ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
- Certifikát systému řízení: ISO 50001
- Certifikát společenské odpovědnosti: SA 8000

V průběhu roku svého uvedení do provozu měla společnost 122 zaměstnanců, momentálně společnost zaměstnává přes 2000 zaměstnanců.

5.2 Zkoumaný proces

Aktuálně jsou díly vyráběny na dvou zařízeních. Výroba je dávková do supermarketů, které jsou umístěny bezprostředně u výstupu ze zařízení. Díly jsou vloženy do supermarketových vozíků v počtu 8ks/vozik. V prostoru supermarketů jsou díly hned vychystávány do sekvencí, velikost jedné sekvence je 24ks a využívají se obdobné vozíky, které jsou použity v supermarketu.

Po vychystání do sekvence je v pravidelném intervalu zaváží manipulační technika ke spotřebě na montážních linkách, těmto intervalům též náleží zpětná logistika, tedy odvoz prázdných obalů zpět k výrobním zařízením.

V rámci aktuálního procesu je díky velikosti supermarketů obtížné zachovat FIFO spotřebovávaných dílů a též se zde objevuje chybovost u odvádění výroby dílů na výrobním zařízení.

5.3 Popis dílu

Díl je jednou z hlavních a největších součástí konečného produktu. Z velké většiny z kovu s kruhovým půdorysem a tvarem připomínající dutý válec z jedné strany s velkým otvorem. Právě strana s otvorem je nejvhodnější, jako opěrná strana pro uložení. Hmotnost je cca 6 kg.

5.4 Výrobní zařízení

Ve výrobním závodě jsou dvě výrobní zařízení využívána výhradně k výrobě dílu typu buben. Zařízení jsou situována k sobě na jedné výrobní hale, oddělená zásobovací uličkou. Toto umístění obou zařízení je výhodné pro budoucí lokaci automatického skladu, není třeba dlouhých dopravníků pro transport dílů do skladu, který bude situován blíže zařízení 1.

Níže v tabulkách jsou uvedena data, která jsou důležitá pro návrh výkonu a kapacity automatického skladu.

Výrobní zařízení 1	
Takt (s)	40
Doba přešení	20min
Variabilita vyráběných dílů	3 varianty
Průměrná dostupnost	88,96%

Tab. 1 Údaje zařízení 1

Výrobní zařízení 2	
Takt (s)	40
Doba přešení	20min
Variabilita vyráběných dílů	1 varianta
Průměrná dostupnost	89,20%

Tab. 2 Údaje zařízení 2

Průměrné dostupnosti jsou vypočítány z měsíců leden až červen roku 2021:

Měsíc	Dostupnost TTF1	Dostupnost TTF2
I.21	76,45%	87,02%
II.21	90,23%	88,94%
III.21	89,51%	93,22%

IV.21	92,16%	88,24%
V.21	89,55%	84,77%
VI.21	95,84%	93,00%
Průměr	88,96%	89,20%

Tab. 3 Dostupnost zařízení

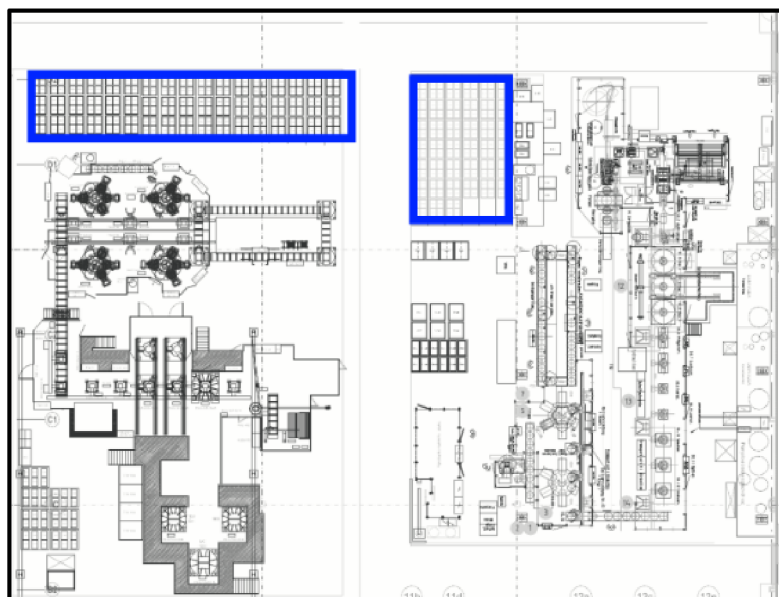
5.5 Řízení výroby

Výrobní zařízení 1 vyrábí v dávkách, velikosti dávek se odvozují od krátkodobého plánu konečné montáže po nivelizaci, tak, aby bylo zařízení, co nejefektivněji využito. Zde se uvažuje i možné odvolání směn, změny směnnosti a dle zmíněného krátkodobého plánu i měnící se požadavek zákazníka.

Výrobní zařízení 2 vyrábí jen jednu variantu dílu, která je spotřebovávána výhradně na montážní lince 1, tedy zde není potřeba uvažovat dobu přeseřízení a též je vidno v průměrné vyšší dostupnosti.

5.6 Skladovací plocha

Na obrázku níže jsou modře vyznačeny plochy aktuálních supermarketů, tyto nejsou z hlediska náročnosti na plochu zanedbatelné. Výměra plochy je ve standardním chodu zařízení cca **165 m²**. Při poruchách a plánovaných odstávkách se může z důvodu nutné předvýroby zvětšit až o stovky procent-nutné uložení dílů i mimo zmíněné supermarkety, využití externích skladů.

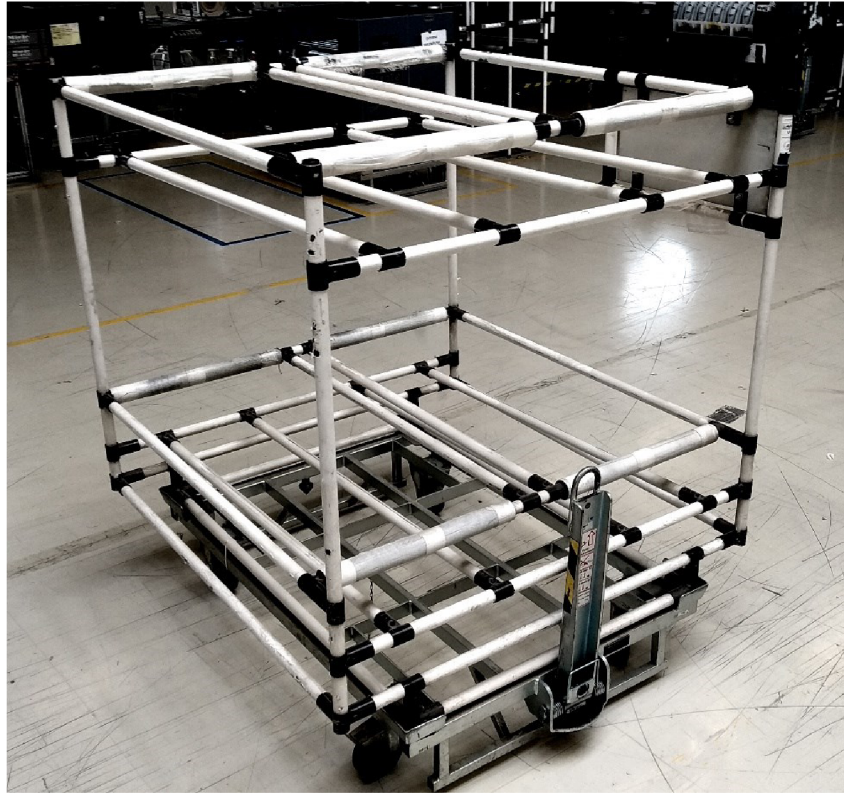


Obr. 1 Layout supermarketu

5.7 Skladovací vozíky

Skladovací vozíky se používají též pro návoz dílů k linkám. Konstrukce je vyrobena zakázkově ze systému TRILOGIQ-Leantek Classic, namáhaná místa jsou obalena měkkým materiálem, tak aby nedocházelo k poškození dílů, při uložení i transportu. Celá konstrukce stojí na zakázkovém vozíku od firem WANZL či Clean4You-tyto umožňují sériové zapojení několika vozíků za sebe pro zapřažení za tahač a též manipulaci bez VZV.

Celý vozík a jeho používání je schválený několika příslušnými odděleními ze všech stránek za vzniku opravňujícího dokumentu tyto vozíky využívat a jak, nazývaný „Balící předpis“.



Obr. 2 Vozík



Obr. 3 Naložený vozík

5.8 Sekvenční vychystávání

Pro linku 1 je zde potřeba jen připravit plné vozíky s variantou dílu pro odvoz, kdežto pro linku 2 je díl vychystáván do sekvencí, je zde spotřebovááno více variant dílu. Vychystání provádí jeden skladník/manipulant v prostoru supermarketů s hotovými díly oproti sekvenčnímu výpisu zobrazovaného na mobilním terminálu.

- Časová náročnost přípravy jedné sekvence (24ks): **525 s**
- Časová náročnost přípravy vozíků bez vychystávání (24ks): **81 s**

5.9 Tahače + milkrun mapa

5.9.1 Elektrický tahač STILL-LTX 50



Obr. 4 Still LTX 50 [1]

- tažený náklad až 5 000 kg
- rychlost až 14 km/h
- Li-Ion akumulátor umožňuje rychlé nabíjení a jednoduché občasné nabíjení
- ruční režim pro časté připojování a odpojování
- nízký nástup do vozidla usnadňuje připojování a odpojování

- vysoká viditeľnosť vozidla díky voliteľnému dennému LED osvětlení, Safety Light a Safety Light 4Plus
- regulace rychlosti podle úhlu zatáčení
- inovativní volant STILL EASY Drive
- velmi malý poloměr otáčení umožňuje použití i ve velmi úzkých uličkách [1]

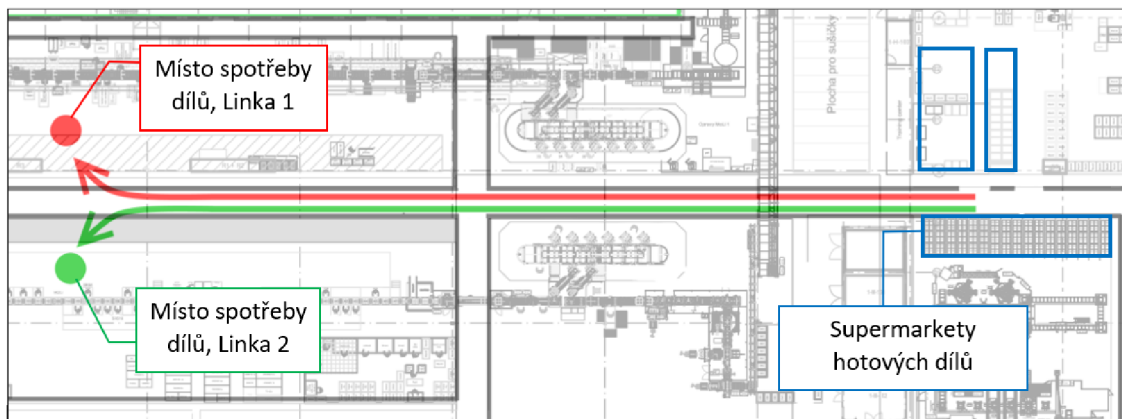
5.9.2 Elektrický tahač Jungheinrich-EZS 350



Obr. 5 Jungheinrich EZS 350 [2]

- tažený náklad až 5000 kg
- rychlost až 12,5 km/h
- Li-Ion technologie, výměna baterie není nutná, úspora nákladů díky delší životnosti a bezúdržbovosti oproti olověným bateriím
- Programovatelné tlačítko plíživého pojezdu pro pojezd se sníženou rychlostí
- Bezpečná rychlost při jízdě v zatáčkách díky systému curveCONTROL
- Lepší viditelnost ve špatně osvětlených oblastech díky integrovaným diodám LED k dennímu svícení DayLED
- Pohodlné nastupování a vystupování na nízkou plošinu [2]

5.9.3 Proces návozu k montážním linkám



Obr. 6 Layout návozu dílu

Hotové díly naváží v rámci svého Milkrunu tahač ze supermarketu pravidelně v počtu tři vozíků tedy 24ks dílů dohromady (odpovídá počtu dílů v sekvenci).

- a) Délka trasy (včetně zpětné logistiky): **126 m**
- b) Časová náročnost (včetně zpětné logistiky): **258 s**
 - Jízda: 59 s
 - Zatáčka: 13 s
 - Vypřažení/zapřažení: 186 s

5.10 Odběr na lince

Na linkách je hotový díl k zamontování odebírán přímo ze skladovacího (sekvenčního) vozíku. Na lince 1 je spotřebovávána jen jedna varianta dílu, na lince 2 je spotřebováváno více variant dílu, tedy je vychystáno sekvenčně.

5.11 Kalkulace

Uvažujme průměrný takt obou výrobních linek 50' a třisměnný model, tedy 7,5 hodiny produktivního času na směnu.

- Počet návozu (obě linky) / den: 135
- Práce člověka tahač linka 1 / směna (procentuálně): 28,6%
- Práce člověka tahač linka 2 / směna (procentuálně): 28,6%

- Práce na sekvencích / den (procentuálně): 89,6%
- Využití techniky linka 1 / den (procentuálně): 30%
- Využití techniky linka 2 / den (procentuálně): 30%

6 NOVÝ AUTOMATICKÝ SKLAD

6.1 Cíl

Z hlediska automatizace a digitalizace se pokusím navrhnout automatický sklad na zmíněný díl. Uvažuji spotřebu dílu již na třech montážních linkách, kde se bude díl spotřebovávat ve třech možných variantách.

Očekávané výstupy:

- Úspora personálu
- Menší provoz na komunikacích
- Větší skladová kapacita vyrobených dílů
- Systémově sledování dílu, řízená odvedená výroba
- 100 % FI-FO
- Celková návratnost

6.2 Automatický Sklad, varianta A

Automatický sklad bude umístěn na místě aktuálního supermarketu bezprostředně u výrobní linky dílu. Regály bude obsluhovat automatický kolejnicový regálový zakladač. Využijeme znalostí a použijeme obdobný zakladač, který již využíváme na jiný díl. Jako dobré řešení se jeví využít příhradlový regál, který zajistí úzké uličky pro zakladače a též podpoří výšku skladu (cca 9 m), kde nabízí celkově dobrou stabilitu.



Obr. 7 Automatický sklad

6.2.1 Kapacita skladu, výkon skladu

Kapacita skladu bude dle prvních návrhů skladu **1152ks dílů**, zde uvažujeme menší rozměr skladu, než by se zde měl skutečně vměstnat kvůli možnosti opláštění skladu ze všech stran. Detailní návrh skladu bude po uvolnění projektu na konstruktérovi, ať už interním nebo externím.

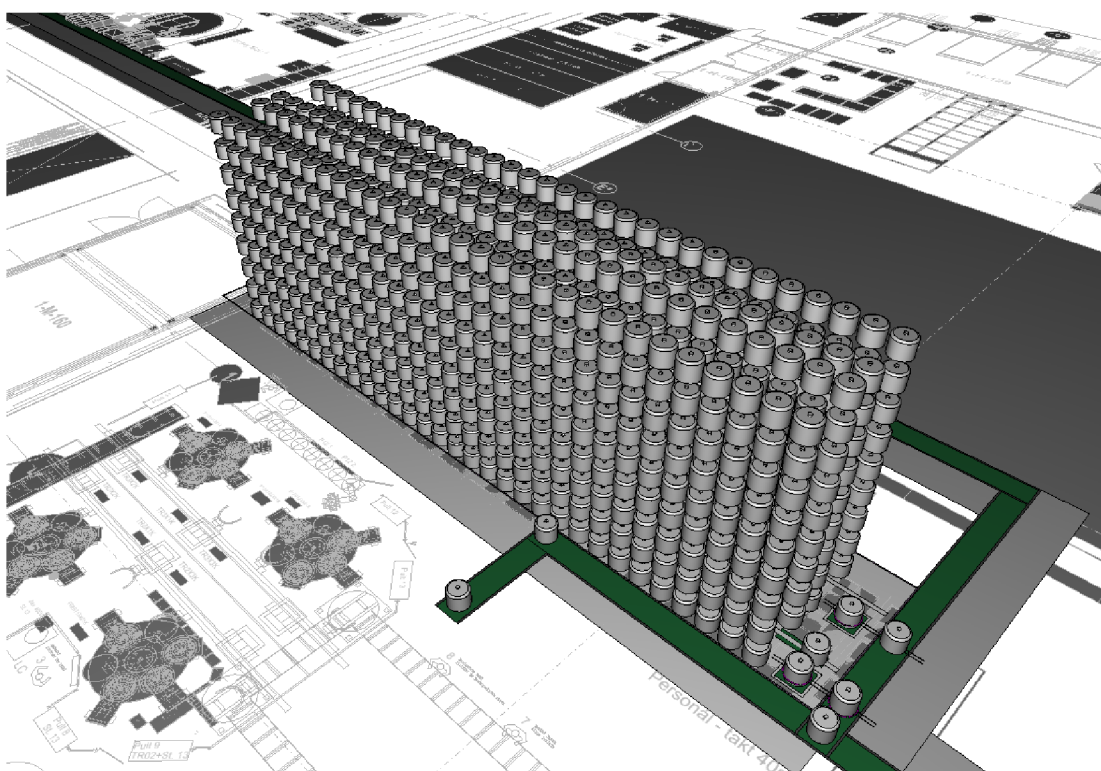
Na obrázku níže je vymodelovaný první návrh umístění skladu i s IN/OUT dopravníkovým systémem. Uvažuji zde čtyři regály, tedy dvě uličky pro dva automatické zakladače. Upustil jsem od myšlenky dvou DOUBLE-DEEP regálů a jedné uličky se zakladačem kvůli nižšímu IN/OUT výkonu. Jak píšou výše, vyšel jsem zjiž provozovaného skladu a výkonu jednoho automatického zakladače, kde jsem použil vzdálenosti nového skladu:

Nejdelší trasa zakladače (zaskladnění + vyskladnění)	
Trasa osa Y	9 m
Trasa osa X	20 m
Čas přejezdů	17,02s
Zaskladnění	4 s
Vyskladnění	4 s
Celková doba	25,02s

Tab. 4 Rychlost zakladače IN/OUT

Z tabulky výše je vidno, že vyskladnění nejvzdálenějšího dílu a vyskladnění nejvzdálenějšího dílu je potřeba cca **25,02s**. Potřebná rychlost pro zaskladnění je, ale každých **21,5s** (dvě výrobní zařízení v taktech 43') a potřebná rychlost vyskladnění je každých **19,35s** (v provozu všechny tři montážní linky), tedy je patrné, že tento výkon není dostatečný.

Když, ale použijeme dva stejné automatické zakladače, **zvýší se dvojnásobně výkon**, tedy na **12,51s**. Tato hodnota s rezervou pokryje požadavky na vyskladnění nebo zaskladnění dílů.



Obr. 8 Layout automatický sklad

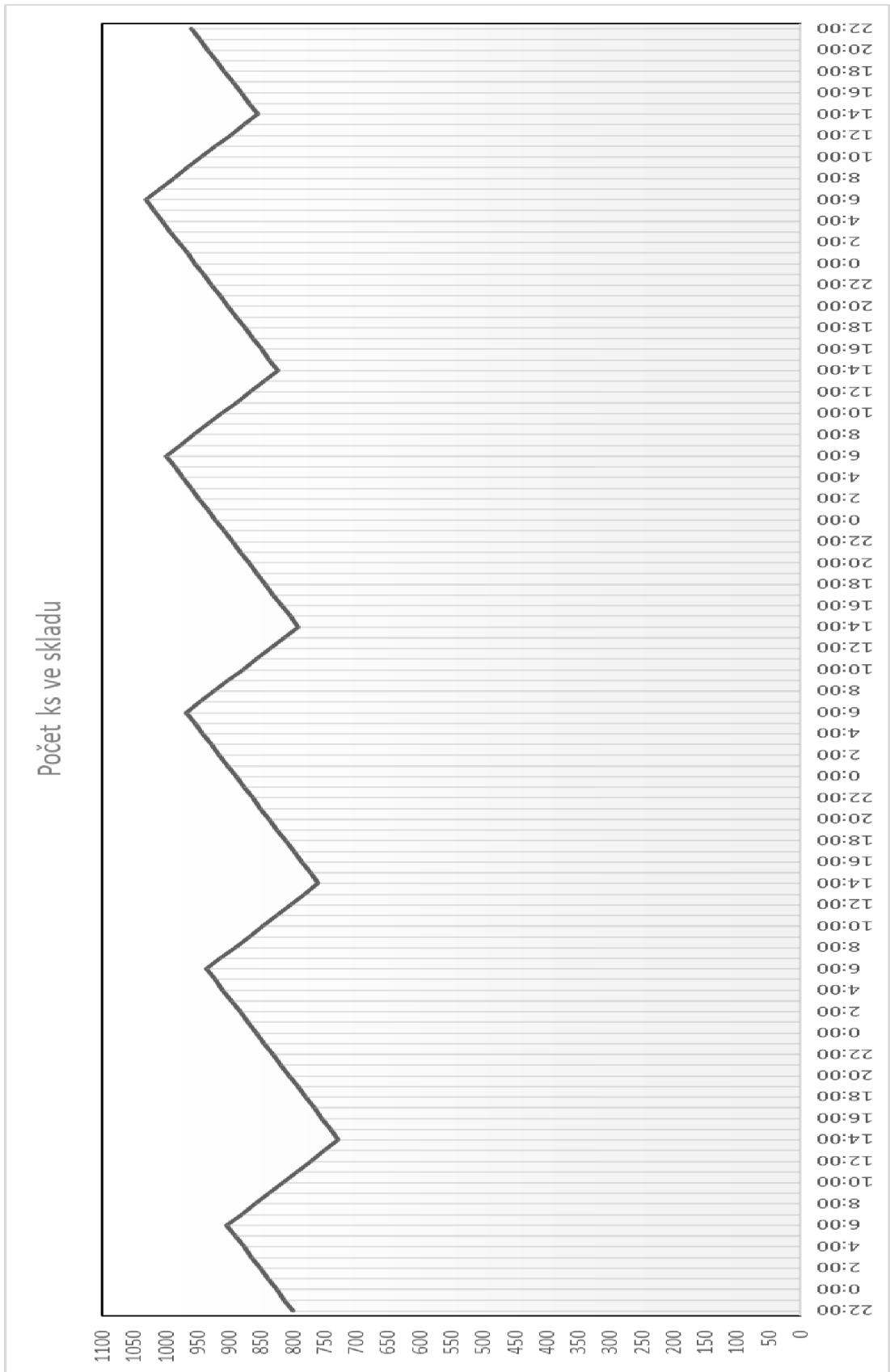
Pro přehlednost využití skladu v čase byl sestrojen graf níže. Kvůli zjednodušení výpočtu nebyly na žádné jak výrobní, tak montážní linky uvažovány přestávky. Na druhou stranu

zde byla, ale uvažována průměrná dostupnost všech linek za první pololetí roku 2021 a zohledněna též směnnost, výrobní linky ve třisměnném režimu, montážní linky, nejrychlejší dvě ve třisměnném, třetí nejpomalejší v jednosměnném. Využití linek berme jako 100 % bez problémů s personálem apod.

V grafu je vidět pokles skladové zásoby při provozu všech montážních linek a též zase nárůst skladové zásoby při provozu dvou linek. Výchozí hodnotou skladové zásoby je 800ks dílů. Začátek grafu je stanoven na začátek výrobního týdne třisměnného provozu, tedy na neděli 22:00 a konec na pátek 22:00.

Z grafu lze též vyčíst větší produkci dílu, než je jeho spotřeba (v rámci směnností popsaných výše), na konci výrobního týdne je ve skladu o 160ks více dílů než na začátku, tedy je možné tento přebytek výkonu využít pro výrobu zakázkových dílů na zařízení TTF1.

Počet dílů ve skladu kolísá v extrémech v rozmezí 200ks, skladová zásoba je tedy více než dostačující, ale bude využita na plánované odstávky a delší výpadky (delší plánované odstávky budou muset být každopádně řešeny předvýrobou mimo automatický sklad).



Graf 1 Vytížení skladu v čase

6.2.2 Uložení dílu

Z hlediska zachování kvality je potřeba vyřešit uchycení dílu pro přemístění do/ze skladu, resp. předávací pozice, uložení dílu ve skladu a uložení/uchycení dílu při transportu.

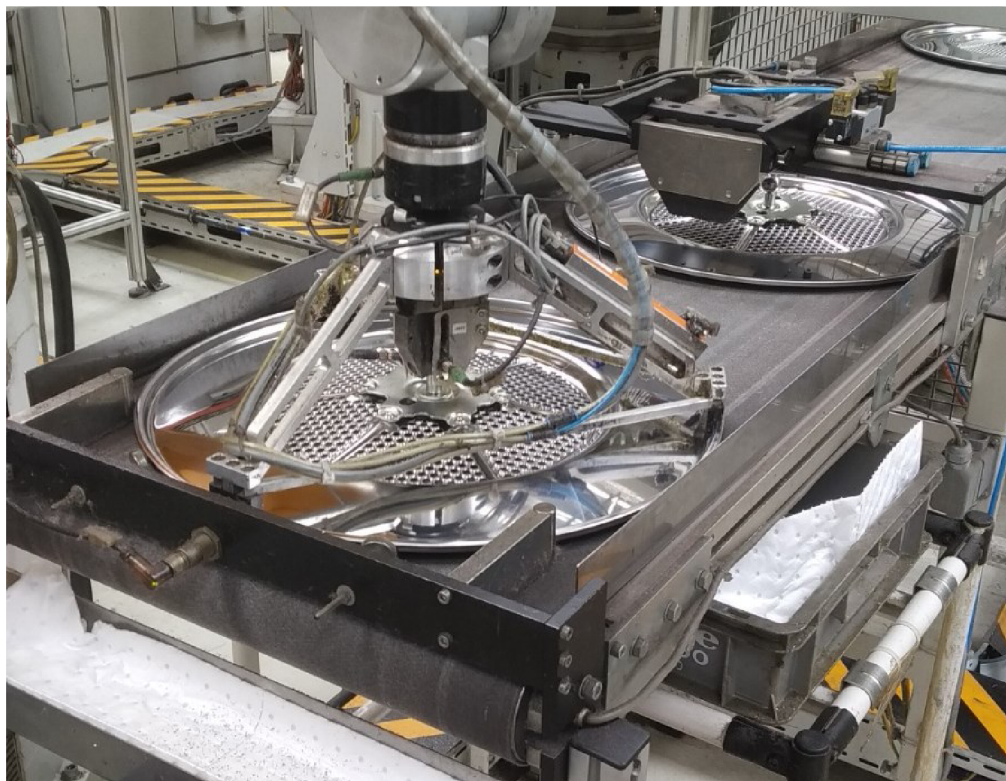
Pro uložení dílu ve skladu jsou relevantní dvě možnosti. První je jednoduše použití dvou tyčí vedle sebe, vzdálených od sebe méně, než je průměr otvoru bubnu, s povrchovou úpravou proti poškrábání dílu. Druhá možnost je zhotovení plastových dlaždic (adaptérů) s kruhovými výřezy pro každý typ dílu.

První možnost je levnější a je zde možnost ukládat nové varianty dílů bez úpravy toho uložení, díl zde, ale nebude držet pevně, nýbrž jen ležet a při vibracích nebo otřesech může opustit svou pozici.

Druhá možnost je dražší, při nové variantě díly, kdy se upraví i průměr, bude potřeba dlaždice upravit nebo vyměnit. Uložení zde, ale bude natolik pevné, že odolá otřesům, nebo vibracím bude tak i snazší pro automatický manipulátor tento díl odebrat.

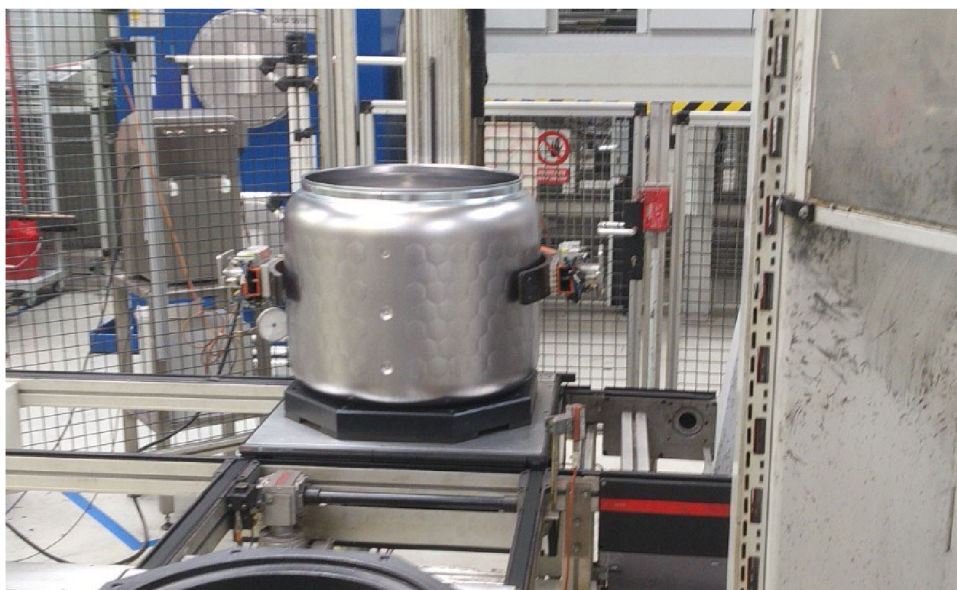
Pro uchycení dílu pro manipulaci v rámci skladu a dopravníkových systémů je potřeba vyřešit, jak samu manipulaci, tak nepoškození dílu. Níže jsou popsány 3 varianty uchycení dílu manipulátorem z čehož jsou dvě již ve výrobních zařízeních využívány, tento manipulátor by byl součástí automatického regálového zakladače, ale také součástí robotů na určených místech:

- 1) **Úchop za přírubu ložiska** je pevné uchycení za středový díl s podporou třech rozpěr do lemu dna. Umožňuje pohyb dílem ve třech rozměrech.



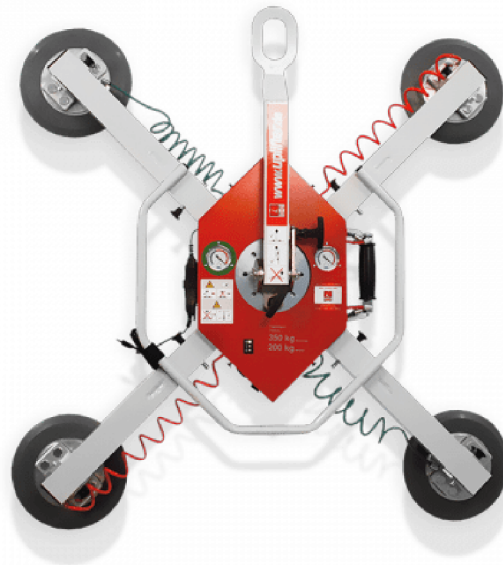
Obr. 9 Úchop za přírubu ložiska

- 2) **Úchop za plášť bubnu** je pevné uchycení za samé tělo dílu, tedy působení dvou ramen manipulatoru proti sobě. Též umožňuje pohyb dílem ve třech rozměrech.



Obr. 10 Úchop za plášť bubnu

- 3) **Využití vakuového manipulátoru**, jako součásti regálového zakladače. Jako bezpečná možnost se jeví užití čtyř přísavek na manipulátoru kvůli větší bezpečnosti při selhání některé z nich. Přísavky jsou umístěny stylem X, ve stejné vzdálenosti od sebe. Není zde potřeba vzdálenosti upravovat pro různé typy dílů, bude nastaveno univerzálně pro všechny typy. Uchycení dílu přísavkami bude provedeno na dně bubnu vně, kde je užit dostatečně hladký povrch. Manipulátor se navede na díl sám, senzory vyhodnotí jen osový střed dílu a výšku pro potvrzení informace od skeneru, který přečte identifikační DM kód na dílu a dá tak informaci manipulátoru o typu a velikosti dílu.

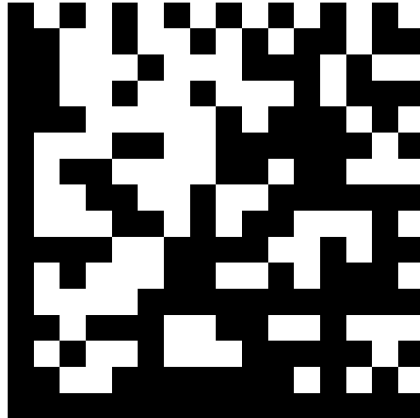


Obr. 11 Vakuový manipulátor [3]

6.2.3 Identifikace a sledovatelnost dílů

Pro identifikaci, sledovatelnost a odvedení dílů do spotřeby je nutno opatřit každý díl vhodnou identifikací. V důsledku to znamená přiřadit každému dílu jedinečné sériové číslo, toto spolu s číslem komponenty převést na DM kód a označit příslušný díl. Na dílu pak bude v reálu vyobrazeno **číslo komponenty, sériové číslo dílu + konverze v DM kódu**. Číslo komponenty je ve společnosti určeno vždy na 8 číslic (může začínat nulou),

sériové číslo jsem určil na 10 znaků (písmen + číslic) pro možnost případného oddělení šarží.



12345678_1234567890

Obr. 12 DM kód

Kvůli prostředí v hotovém přístroji v provozu (vlhko, teplo) není vhodné použít samolepící folii s potiskem. Po konzultaci s hlavním konstruktérem bude použito vypalování nebo inkoustový potisk dílu mimo kontaktní místa s ostatními díly v přístroji. Toto bude dalším předmětem zástavbových zkoušek před uváděním do provozu.

Značení dílu bude na dnu z vnějšku, protože díl je osově souměrný v ose Y s kruhovým půdorysem. Tato pozice nám zaručí, že pro skenery bude kód vždy viditelný v pozorovacím úhlu a tedy čitelný.

Kód na dílu bude skenován v několika krocích:

- 1) Výstup ze zařízení - systémové odvedení výroby hotového dílu (zaevidování dílu) a kontrola čitelnosti kódu
- 2) Vstup do skladu - systém vyhledá příslušnou pozici ve skladu a zde díl pošle k zaskladnění
- 3) Potvrzení dílu na pozici ve skladu
- 4) Výstup ze skladu
- 5) Křižovatka dopravníků - kvůli odbočení na příslušný dopravník

- 6) Montážní pozice na lince - systémové odvedení (spotřeba) dílu do přístroje / objednání dalšího dílu ze skladu

6.2.4 Sledovatelnost v ERP a WMS



Obr. 13 Systémové kroky

6.3 Doprava až na místo spotřeby, dopravníky

Pro dosažení stanovených cílů je zde nutná přeprava dílu až na místo spotřeby bez nutnosti požití manipulačních / tažných dopravních prostředků. V tomto případě jsem se rozhodl použít dopravníkový pás, který dopraví díl od výstupu skladu až k montážní pozici.

Na základě spotřeby dílů lze zjistit minimální rychlost pohybu dopravníkového pásu. Uvažován naplněný dopravník.

- Takt linka 1: **48 s**
- Takt linka 2: **48 s**
- Takt linka 3: **100 s**
- Spotřeba dílů/min (všechny linky v provozu): $60:48 + 60:48 + 60:100 =$
 $3,1 \text{ ks. min}^{-1}$
- Spotřeba 1 ks dílu/s: $60:3,1 =$ **$19,35 \text{ s. ks}^{-1}$**
- Předpokládaná délka dopravníku: **126 m**
- Rozestup dílů na páse: **6 m**
- Minimální potřebná rychlost dopravníku: $126 : 6 : 19,35 =$ **$1,09 \text{ m. s}^{-1}$**

6.3.1 Zásobníky (Buffery)

Protože montážní linky nemají stejné takty a též z různých důvodů nemusí mít stejné směnnosti, nebo na lince může nastat porucha, je potřeba uvažovat pro každou linku zásobník dílů, řazených v pořadí podle spotřeby na lince.

Pro faktický provoz dopravníku a linek budeme uvažovat **10ks v zásobníku**, jakožto „provozní buffer“. K tomuto „provoznímu bufferu“ je potřeba ještě připočíst počet dílů na dopravníku od místa vyskladnění po křižovatku před zásobníky, součet dílů v tomto zásobníku budeme nazývat „vyrovnávací buffer“:

- Spotřeba 1 ks dílu/s: $60:3,1 = 19,35s \cdot ks^{-1}$
- Předpokládaná délka dopravníku: **126 m**
- Předpokládaný výkon skladu při vyskladnění: **18s. ks⁻¹**
- Rozestup dílů na páse: **6 m**
- Vyrovnávací buffer: $10 + \frac{126}{6} = 31ks$

Tedy je potřeba do vyrovnávacího bufferu ke každé lince **31ks dílů**.

Tento zásobník bude umístěn za křižovatkou hlavního dopravníku.

6.3.2 Dopravník

Dopravník bude rozdělen na 21 segmentů po 6 metrech. Užijeme PVC dopravníkový pás tak, aby nedošlo k poškození dílu unášeného pásem, tento bude ložen dnem vzhůru tak, jako ve skladu.

Z velké části musí být dopravník umístěn ve výšce pod střechou hal s uložením pod konkrétní nosnou konstrukcí, je zde tedy potřeba i několik výtahů.

Dopravník dále musí být opatřen ze všech stran pleťivem nebo jinou formou opláštění kvůli riziku pádu jak dílu, tak součásti dopravníku na pracovníky pod ním.

Pro bezpečnou přepravu dílu musí být dopravník široký nejméně 65 cm, z pásu nesmí díl přesahovat. Též je potřeba aby byl pás širší kvůli potisku na okrajích, zde budou kontrolní značky pro manipulátory, aby mohli díl uložit do správné pozice.

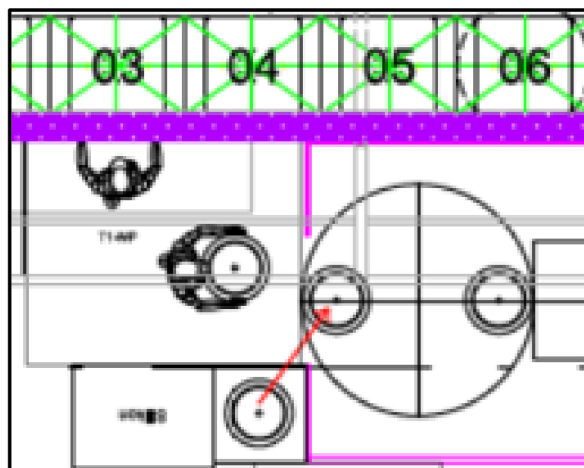
6.3.3 Manipulátory, překladače

V bodě 6.2.3 je popsáno možné uchycení dílu pro manipulaci. Manipulaci dílů budou zajišťovat robotická ramena (dle firemního standardu firma Kuka nebo Stäubli). Budou mít za úkol překládání dílu na/mezi dopravníky, aby byla zajištěna celková automatizace.

6.4 Místo odběru

Místo odběru je ergonomicky zpracováno a není zde potřeba jako u předchozího řešení otáčet se o 180°, ale jen o 90° a též není potřeba měnit zde prázdné vozíky za plné, což znamená další úsporu času tentokrát u operátora na lince.

Též je myšleno na předvýrobní zařízení u linky - automaticky vloží díl do zařízení, když bude potřeba právě na tomto dílu další technologická úprava před zamontováním do výrobku.



Obr. 14 Layout montáže dílu

6.4.1 Shrnutí, výstup varianty A

Využití výše popsaného systému skladování a přepravy přináší následující úspory a výhody:

Úspora personálu, zde bude ušetřena jedna pozice pracovníka, který vychystává sekvence a připravuje vozíky pro výrobu a přepravu k lince (jeho zbylá práce bude rozdělena mezi jiné pracovníky na tahačích). Též je zde úspora práce pracovníků, kteří tento díl rozvážejí k linkám, je dohromady cca 57,2% práce člověka s 60 % využitím techniky.

Menší provoz, s provozem další (tedy třetí) montážní linky se zvedne provoz VZV a tahačů na komunikacích, když, ale bude díl dopraven až na místo spotřeby dopravníkem, bude o tento návoz materiálu menší provoz, a tedy i vyšší bezpečnost a nižší procento „ucpaných“ křižovatek.

Větší skladová kapacita, nový sklad nabídne předběžně skladovou kapacitu 1152ks dílů, tj. o 384ks více než je aktuálně, tedy je zde větší ochrana zásobování montážních linek při náhlých výpadcích zařízení.

Snížení skladové plochy ze 165m² na 100m² při nárůstu výše zmíněné skladové kapacity.

„Čistota“ v odvedené výrobě a sledovatelnost, nasazením identifikace dílů a jejich následné systémové sledovatelnosti by neměl nastat žádný inventurní rozdíl v odvedené výrobě a též nám ve spojení s automatickým skladem zaručí oproti lidské práci 100 % FIFO.

Podvozky ze supermarketových vozíků budou též užity na další projekty v rámci společnosti, tedy není potřeba pro tyto potřeby nakupovat nové.

6.5 Automatický sklad, varianta B

Uvažujme teoretickou výrobu na všech třech montážních linkách na třech směnách. Výroba na výrobním zařízení 1 v nepřetržitém provozu a na výrobním zařízení 2 zase ve třisměnném režimu. Z grafu 1 lze vyčíst pravidelný pokles skladové zásoby na ranní směně, tedy když jsou v provozu všechny montážní linky. Tento pokles by znamenal v průběhu týdne zastavení montážních linek, protože obě výrobní zařízení dohromady nejsou schopna pokrýt jejich spotřebu a sklad uvažovaný ve variantě A nemá potřebnou kapacitu.

6.5.1 Kapacita skladu, výkon skladu

Automatický sklad bude umístěn na stejném místě jako u varianty A, tedy v blízkosti výrobních zařízení s rozdílem jeho skladové kapacity. Bude užito skladování typu DOUBLE-DEEP, což zdvojnásobí skladovou kapacitu při stejném IN/OUT výkonu

zakladačů, ale přidá skladu cca 50m² navíc, což ve výsledku znamená cca 150m² skladové plochy s kapacitou skladu **2304ks dílů**.

6.5.2 Distribuce dílů

Užity budou AGV vozíky, které budou díly rozvážet až k místu spotřeby ze supermarketu hotových dílů. Tato distribuce dílů zařídí oproti výstavbě dopravníkových pásů k místu spotřeby větší pružnost pro možnost změny místa odběru dílu k zamontování. Jejich trasy budou obdobné, jako jsou aktuální trasy popsány výše v analýze, tedy nahradí aktuální tahače.

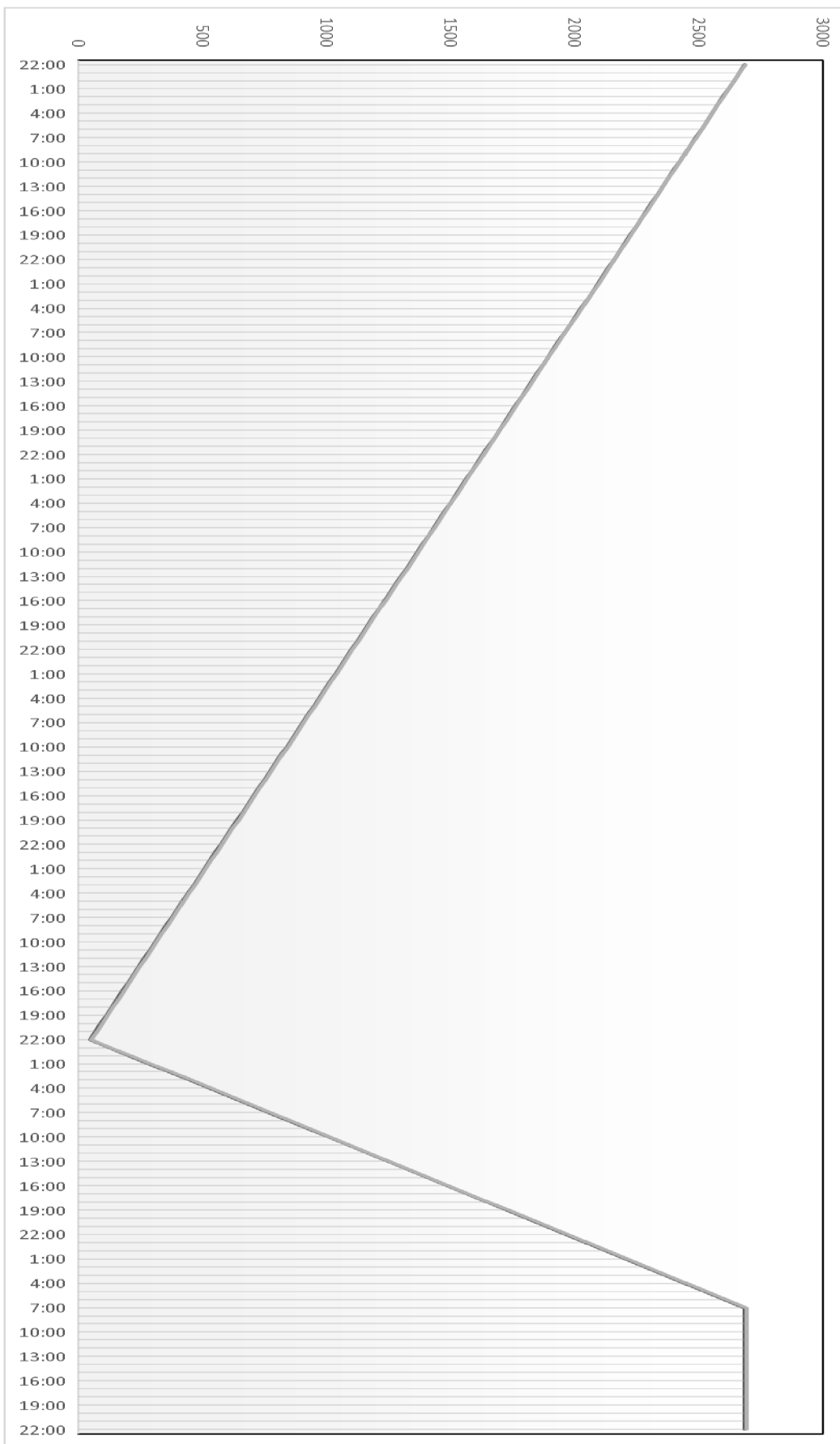
6.5.3 Supermarket

Supermarket je potřeba pro rozšíření skladové kapacity dílů o dalších 384ks dílů pro pokrytí potřeb montážních linek. Plánovaná spotřeba je uvažována v grafu 2 níže, kde je přehled vytížení skladu se supermarketem dohromady. Dohromady zásoba tvoří **2688ks dílů**, což je také výchozí hodnota skladu.

V grafu 2 je vidno průběžné vytížení skladu v čase, kde ve dnech pondělí až pátek zásoba klesá. Její nárůst je pak v sobotu a neděli až na maximum v neděli 7:00.

Volná kapacita v neděli pak může být užita pro údržby zařízení, vykrývání zakázkových objednávek, případné přesčasy montážních linek, nebo pro předvýrobu v rámci plánovaných odstávek zařízení.

Graf 2 Vytížení skladu v čase, varianta B



6.5.4 Využití technologií a techniky

Ve variantě B budou užity stejné postupy pro manipulaci materiálu jako ve variantě A. Též identifikace dílů a jejich systémová sledovatelnost. Dopravníky budou užity jen pro výstupy se zařízení do skladu.

6.5.5 Shrnutí, výstup varianty B

Využití výše popsaného systému skladování a přepravy přináší následující úspory a výhody:

Úspora výstavby třetího výrobního zařízení, které by muselo být vystavěno kvůli pokrytí potřeb linky z důvodu malé skladové zásoby v aktuálních supermarketech. Dle grafu 1 i 2 je patrné, že dvě výrobní zařízení nejsou schopny splnit požadavky montážních linek. Pro toto nové zařízení by byla též užita další plocha.

Úspora personálu, zde bude ušetřena jedna pozice pracovníka, který vychystává sekvence a připravuje vozíky pro výrobu a přepravu k lince (jeho zbylá práce bude rozdělena mezi jiné pracovníky na tahačích). Též je zde úspora práce tří pracovníků, kteří tento díl rozvázejí k linkám, jejich práce bude ve 100 % nahrazena AGV vozíky. Kompletní úspora personálu třetího výrobního zařízení.

Větší skladová kapacita, nový sklad se supermarketem nabídne předběžně skladovou kapacitu 2688ks dílů.

„Čistota“ v odvedené výrobě a sledovatelnost, nasazením identifikace dílů a jejich následné systémové sledovatelnosti by neměl nastat žádný inventurní rozdíl v odvedené výrobě a též nám ve spojení s automatickým skladem zaručí oproti lidské práci 100 % FIFO.

Supermarketové vozíky budou užity do zmíněného supermarketu a pro rozvoz k linkám.

ZÁVĚR

Teoretická část je literární rešerší. Jsou zde vysvětleny a popsány pojmy, jako je štíhlá výroba, průmysl 4.0, automatizace, digitalizace, identifikace zboží a manipulační technika.

Praktická část práce vychází z poznatků, z části teoretické. Zabývá se skladovým hospodářstvím, konkrétně jeho dílu v podniku v Olomouckém kraji, tento díl je vyráběn přímo v podniku.

Cílem této diplomové práce je navrhnout skladování a interní přepravu vybraného dílu v konkrétní společnosti v olomouckém kraji s využitím celkové automatizace a digitalizace procesu, jako přípravu pro budoucí projekt.

Navrhovaným řešením v oblasti skladového hospodářství a přepravy konkrétního dílu je výstavba automatického skladu a pásových dopravníků, či AGV vozíků s využitím robotických systémů.

Ve variantě A je patrné zvýšení efektivity manipulace a sledovatelnosti v reálném čase tohoto konkrétního dílu, úspora personálu a snížení hustoty provozu na komunikacích v závodě. Též je zde navýšení skladové kapacity na menší ploše. **Tato varianta, ale nepatří mezi návratné investice**, protože investice jsou mnohonásobně vyšší než aktuální náklady.

Ve variantě B je nejdůležitější úspora investice do výstavby dalšího výrobního zařízení a dalších pravidelných nákladů na personál a údržbu. Při využití všech tří montážních linek na třech směnách **je tato varianta pro společnost rentabilní**.

Navrhované řešení této práce budou podniku předložena jako podklad pro budoucí projekt, který musí detailně rozpracovat jednotlivé procesy a technické součásti. Toto budou mít za úkol členové týmu (specialisti na konkrétní problematiku), nebo externí dodavatelé. Jestli podnik tyto informace využije závisí zcela na rozhodnutí odpovědných osob.

V rámci dohody mezi společností a autorem jsou některá data úmyslně mírně pozměněna, tak, aby nedošlo k jejich zneužití.

SEZNAM ZDROJŮ

- [1] STILL ČR spol. s r.o. STILL [online]. 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.still.cz/voziky/nove-voziky/plosinove-voziky-a-tahace/ltx-50-ltx-t-06.html>
- [2] Jungheinrich AG. Jungheinrich AG [online]. 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/tahace/ezs-350-492362>
- [3] Uplifter CZ s.r.o. Uplifter [online]. 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://uplifter.cz/vakuova-technika/vakuovy-pristroj/>
- [4] PERNICA, Petr. Logistika pro 21. století: (Supply chain management). Praha: Radix, 2005. ISBN 8086031594.
- [5] LAI, Kee-Hung. a T. C. E. CHENG, 2009. Just in time logistics. Burlington, VT: Gover.,. ISBN 987-0566089008
- [6] BIGOŠ, Peter, Imrich KISS a Juraj RITÓK, 2008. Materiálové toky a logistika. 2. vyd. Košice: Technická univerzita, Strojnícka fakulta, 157 s. ISBN 978-80-553-0129-7.
- [7] SINAY, Juraj, 2014. Safety management in a competitive business environment. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, 184. Ergonomics design and management: theory and applications. ISBN 978-1-4822-0385-1.
- [8] JUROVÁ, Marie, 2013. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- [9] JUROVÁ, Marie, 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [10] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ, 2005. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, vii, 212 s.
- [11] LUKOSZOVÁ, Xenie, 2012. Logistické technologie v dodavatelském řetězci. Praha: Ekopress, 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.
- [12] PRECLÍK, Vratislav, 2006. Průmyslová logistika. Praha: Nakladatelství ČVUT, 359 s. ISBN 80-01-03449-6.
- [13] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK, 2008. Výrobní a obchodní logistika. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.

- [14] MAŠÍN, Ivan., 2003. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [15] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [16] PAVELKA, Marcel, 2015. Efektivní a štíhlá logistika. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. 26. října 2015[cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-stihla-logistika>
- [17] BOBÁK, Roman, 2011. Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 159 s. ISBN 978-80-02-02354-8.
- [18] MAŠÍN, Ivan., 2003. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [19] CHARRON, Rich, 2015. The lean management systems handbook. Boca Raton, FL: CRC Press, 523 s. ISBN 978-1-4665-6435-0.
- [20] SIXTA, Josef a Miroslav ŽÍŽKA, 2009. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. Praxe manažera. ISBN 978-80-251-2563-2.
- [21] DENNIS, Pascal, 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- [22] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [23] TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 8073183811.
- [24] ŠIMON, Michal a Antoním MILLER, 2014. Kanban - výroba tahem. IT Systems: IT řešení pro výrobní podniky [online]. 2014, [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [25] OHNO, Taiichi, 1988. Toyota production system: beyond large-scale production. Cambridge, Mass.: Productivity Press, ISBN 978-0915299140.

- [26] CIGÉNEKOVÁ, Monika, 2012. Štíhlá logistika. IPA Slovník: IPA Czech [online]. 5. února 2017, [cit. 2021-08-15]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/clanok/stihla-logistika-1>
- [27] CIGÉNEKOVÁ, Monika, 2007. Milk run. IPA Slovník: IPA Czech [online]. 5. února 2017, [cit. 2021-08-15]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/clanok/milk-run>
- [28] Jungheinrich. Regály [online]. 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/regaly>
- [29] Haberkorn: Dopravníky [online]. Haberkorn, 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/dopravniky/>
- [30] Vozíky [online]. STILL ČR spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.still.cz/voziky/nove-voziky.html>
- [31] DRAŽAN, František a Karel JEŘÁBEK. Manipulace s materiálem. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. Česká matice technická, č. spisu 351, roč. 84 (1979).
- [32] Čárový kód [online]. KODYS, spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/carovy-kod>
- [33] Smart-TEC: Technologie RFID [online]. smart-TEC GmbH & Co., 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.smart-tec.com/cs/auto-id-svet/technologie-rfid>
- [34] EDITEL: Co je EDI?, Odvětví [online]. EDITEL, 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.editel.cz/>
- [35] TOYOTA: Průmysl 4.0 a chytrá logistika mění budoucnost skladování [online]. Toyota Material Handling CZ, 2020 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/o-toyote/pr-a-novinky/prumysl-4.0-a-chytra-logistika-meni-budoucnost-skladovani/>
- [36] Vše o průmyslu: Digitální dvojče: Vůdčí technologie inteligentního průmyslu [online]. Trade Media International, 2019 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.vseoprumyslu.cz/digitalizace/digitalni-prototypovani/digitalni-dvojce-vudci-technologie-inteligentniho-prumyslu.html>

[37] DHL: LOGISTICS TREND RADAR [online]. DHL International, 2021 [cit. 2021-8-15]. Dostupné z: <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html>

[38] GALLMANN, Francesco a Valeria BELVEDERE. Linking service level, inventory management and warehousing practices: A case-based managerial analysis. Operations Management Research [online]. 2011, 4(1-2), 28-38 [cit. 2021-8-15]. ISSN 1936-9735. Dostupné z: doi:10.1007/s12063-010-0043-1

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Layout supermarketů
- Obr. 2 Vozík
- Obr. 3 Naložený vozík
- Obr. 4 Still LTX 50
- Obr. 5 Jungheinrich EZS 350
- Obr. 6 Layout návozu dílu
- Obr. 7 Automatický sklad
- Obr. 8 Layout automatický sklad
- Obr. 9 Úchop za přírubu ložiska
- Obr. 10 Úchop za plášť bubnu
- Obr. 11 Vakuový manipulátor
- Obr. 12 DM kód
- Obr. 13 Systémové kroky
- Obr. 14 Layout montáže dílu

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Údaje zařízení 1

Tab. 2 Údaje zařízení 2

Tab. 3 Dostupnost zařízení

Tab. 4 Rychlost zakladače IN/OUT

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Vytížení skladu v čase

Graf 2 Vytížení skladu v čase, varianta B