

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Optimalizace zásobování výrobních linek  
s využitím prvků automatizace**

(Diplomová práce)

Přerov 2020

Bc. Matěj Šíla, Dis.



**Vysoká škola  
logistiky**  
o.p.s.

# Zadání diplomové práce

student **Bc. Matěj Šíla, DiS.**

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: **Optimalizace zásobování výrobních linek s využitím prvků automatizace**

Cíl práce:

Vytvořit systém zásobování výrobních linek, který bude automatizovaně a flexibilně reagovat na potřeby výroby. V rámci řešení vytvořit systém podpory automatizovaného závážení linek a nalezení cykličnosti v přepravě dodávek.

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. Automatizace a průmyslová revoluce 4.0 v logistice automobilového průmyslu
2. Logistické operace ve společnosti Škoda auto a.s.
3. Analýza závážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL
4. Optimalizace závážení výrobních linek s prvky automatizace
5. Zhodnocení navrženého závážení výrobních linek s prvky automatizace

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 9788070809525.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 9788090659445.

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Logistika. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 9788024841588.

BENEŠ, Pavel. Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky. 5. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 9788025137475.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Libor Kavka, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2019

Datum odevzdání diplomové práce:

14. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019

doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.  
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.  
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/a 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.

V Přerově, dne 14. 05. 2020

.....

podpis

## **Poděkování**

Mnohokrát děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Liboru Kavkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi pomohly při zpracování této diplomové práce. A také společnosti Škoda auto a. s., která mi umožnila psaní závěrečné práce v logistice, v pobočném závodu Kvasiny. Ze společnosti Škoda auto a. s. bych chtěl poděkovat vedoucímu práce pro Škoda auto Bc. Jakubu Sýkorovi a konzultantovi ohledně skladu malých dílů AKL Ing. Milošovy Bžoňkovi.

Dále chci poděkovat celé své rodině za morální podporu a pomoc, kterou mi poskytovali při zpracování diplomové práce a hlavně po celou dobu mého studia.

## **Anotace**

Diplomová práce na téma „Optimalizace zásobování výrobních linek s využitím prvků automatizace“. Na základě teoretických a praktických znalostí logistiky se analyzují technologické procesy v přepravě zavážení výrobních linek. V této práci se navrhuje způsob zavážení výrobních linek ze skladu malých dílů AKL s využitím prvků automatizace. Analýza a optimalizace zavážení probíhá ve společnosti Škoda auto a.s. v pobočném závodu Kvasiny.

## **Klíčová slova**

Automatizace v logistice, Průmysl 4.0, automatizované zásobování výrobní linky, automatizovaný systém FTS, automatizovaný sklad AKL.

## **Annotation**

Diploma thesis on the topic " Optimization of Production Line Supply with The Utilization of Automation Features". Based on theoretical and practical knowledge of logistics, technological processes in the transport of production line loads are analyzed. In this work, a method of introducing production lines from the warehouse of small pieces of AKL using automation elements is proposed. Analysis and optimization of company implementation at Škoda auto a.s. in the Kvasiny branch plant.

## **Keywords**

Automation in logistics, Industry 4.0, automated supply of the production line, automated system FTS, automated warehouse AKL.

# Obsah

Úvod.....	10
1 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice automobilového průmyslu .....	11
1.1 Průmysl 4.0 a průmyslová revoluce .....	11
1.1.1 Historie a vývoj průmyslové revoluce .....	11
1.1.2 Základní technologie Průmysl 4.0 .....	13
1.2 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice automobilového průmyslu.....	14
1.2.1 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice.....	14
1.2.2 Automatizace v logistice.....	16
1.2.3 Digitalizace v logistice.....	19
2 Logistické operace ve společnosti Škoda auto a. s. ....	23
2.1 Logistické činnosti a operace .....	23
2.1.1 Logistické činnosti a operace.....	23
2.1.2 Členění logistických technologií .....	25
2.2 Manipulační jednotky a zařízení .....	26
2.2.1 Manipulační jednotka .....	27
2.2.2 Manipulační zařízení.....	27
2.3 Montážní linky .....	28
2.4 Automatizované logistické systémy FTS.....	30
2.4.1 Konstrukce automatického dopravního vozíku FTS .....	30
2.4.2 Pohyb automatického dopravního vozíku FTS.....	31
2.4.3 Navigace automatického dopravního vozíku FTS.....	33
2.4.4 Řídící a bezpečnostní systém automatického dopravního vozíku FTS ....	35
2.5 Představení společnosti Škoda auto a. s. ....	36
2.6 Logistické operace a manipulace s materiálem v závodu Kvasiny .....	40
3 Analýza zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL. 47	
3.1 Automatizovaný sklad malých dílů AKL .....	47

3.2	Zavážení montážní linky .....	50
3.3	Analýza zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL .....	53
3.3.1	Analytický nástroj Power BI.....	53
3.3.2	Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL.....	54
3.3.3	Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo na montážní linky	56
3.4	Slepá místa systému zavážení a návrh na zlepšení .....	59
4	Optimalizace zavážení výrobních linek s prvky automatizace.....	61
4.1	Počet potřebných automatických dopravních vozíků FTS.....	61
4.1.1	Výpočet počtu FTS podle skladu AKL.....	61
4.1.2	Základní výpočet pro počet FTS.....	62
4.1.3	Výpočet počtu FTS podle Ganttůva diagramu .....	67
4.2	Popis navrhovaného procesu.....	70
4.3	Vhodná technologie automatizovaných dopravních vozíků FTS .....	71
4.3.1	Podjezdový FTS se spádovým regálem .....	71
4.3.2	Podjezdové FTS s ramenem cobot.....	73
4.3.3	Magazino SOTO .....	76
4.3.4	Prvky FTS s vozíkem Pusher .....	77
4.4	Technologie související se FTS a zavážení montážní linek.....	78
4.4.1	Spádový regál u montážní linky .....	79
4.4.2	Navigace navrhovaného FTS.....	80
4.4.3	Zásobování FTS elektrickou energií.....	80
4.4.4	Prázdné obaly.....	81
4.5	Speciální návrhy .....	83
5	Zhodnocení navrženého zavážení výrobních linek s prvky automatizace .....	85
5.1	Zhodnocení návrhů zavážení výrobních linek .....	85
5.2	Technologie FTS použitá na zavážení skladu .....	89



5.2.1	Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo pro černý a hnědý okruh .....	89
5.2.2	Realizace návrhu zavážení skladu .....	91
	Závěr .....	94
	Seznam zdrojů.....	95
	Seznam obrázků .....	97
	Seznam grafů .....	98
	Seznam tabulek .....	98
	Seznam zkratk .....	99
	Seznam příloh .....	101

## Úvod

Dnešní svět je zásadně ovlivněn příchodem moderních technologií a vstupují do našich životů stále více. V mnoha ohledech nám ulehčují život a málokdo si dnes umí představit svůj život bez mobilního telefonu s připojením k internetu a sociálním sítím. K moderní technologii současnosti patří například chytré náramkové hodinky, autonomní vozidla, digitální internet, chytré bydlení nebo vize budoucnosti doprava bez stresu. Nadcházející změny světa v moderních technologiích s inovacemi vychází z pojmu Industrie 4.0, či Průmysl 4.0 nebo z 4. průmyslové revoluce. Hlavním smyslem průmyslu 4.0 je automatizace, digitalizace a využívání robotů či automatů. Průmysl 4.0 souvisí s prudkým rozvojem internetu, dostupné výpočetní kapacity a nových digitálních technologií. Průmysl 4.0 bez chytré logistiky by nenaplnil hlavní smysl této myšlenky, proto se Průmyslem 4.0 vyskytuje pojem i Logistika 4.0. Samotná logistika či Logistika 4.0 posouvá Průmysl 4.0 na vyšší úroveň.

Automobilový průmysl posledních pár let myšlenku Průmysl 4.0 nasazují ve svých výrobních závodech. Přece jen automobilový průmysl od počátku vzniku představuje průkopníka v nových automatizovaných systémech a digitálních technologiích. Tato diplomová práce se zaměřuje hlavně na automatizované systémy použité v logistice. Cílem této diplomové práce je vytvořit systém zásobování výrobních linek, který bude automatizovaně a flexibilně reagovat na potřeby výroby ve společnosti Škoda auto a. s., pobočném závodě v Kvasinách. Konkrétně jde o zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL.

# **1 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice automobilového průmyslu**

První kapitola diplomové práce se zabývá myšlenkou Průmysl 4.0 používaný v logistice. Tento termín souvisí s automatizací a digitalizací. Klíčový prvek pro průmysl 4.0 je propojování. První tři vývojové stupně průmyslové revoluce se vyznačovaly postupně inovacemi v oblasti mechaniky, elektroniky a informačních technologií, zatímco pro Průmysl 4.0 je typické, že se průmyslové a výrobní procesy stále více propojují se sdělovací a datovou technikou a tím umožňují realizovat samořizení výroby (inteligentní továrny).

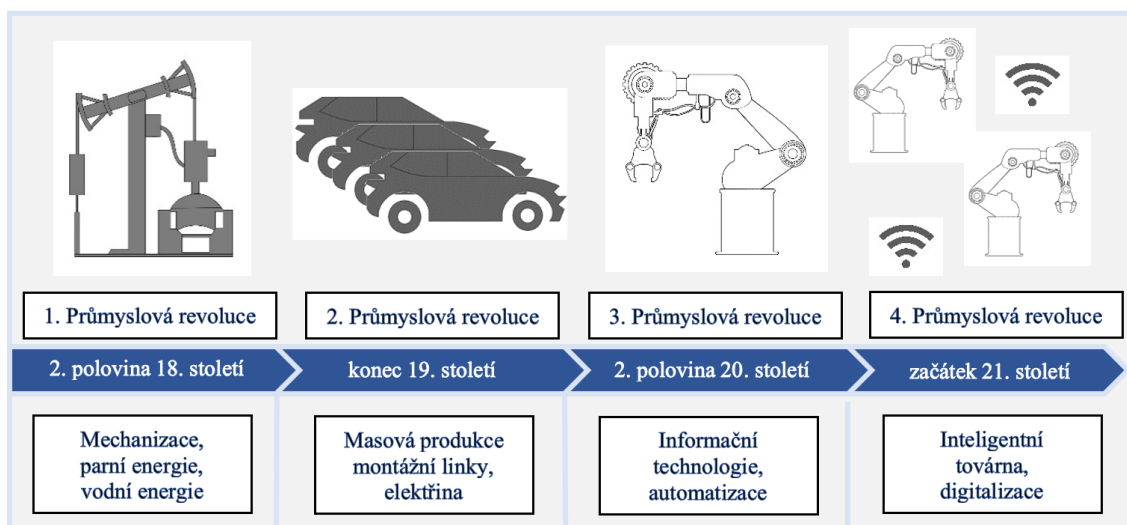
## **1.1 Průmysl 4.0 a průmyslová revoluce**

Průmysl 4.0 je v dnešní době nový fenomén, který ale nevznikl ze dne na den. Název Průmysl 4.0 je odvozen od německého termínu „Industrie 4.0“. Tento termín vznikl v Německu v roce 2011 na veletrhu v Hannoveru. První strategický dokument přišel v roce 2013. Dokument představoval vizi v oblasti budoucnosti a řešení situací, které evidentně vyvolal internet. Jeho podstatou je digitalizace, rozšiřování vysokorychlostního internetu, rozvoj chytrých technologií, komunikace a řada dalších zajímavých témat. Označení 4.0 dostal svůj název podle čtvrté průmyslové revoluce, která právě probíhá. Jak je známo z historie, jedná se o změnu, která má vliv na společnost a současnou ekonomiku. [1]

### **1.1.1 Historie a vývoj průmyslové revoluce**

V 2. polovině 18. století se začaly využívat nové zdroje energie, především uhlí (pára) a vodní energie. Této době se začalo říkat 1. průmyslová revoluce. Tradičním symbolem průmyslové revoluce je parní stroj a je charakterizována vznikem mechanizace. Dopad průmyslové revoluce na společnost byl obrovský, zásadně se změnilы všechny obory hospodářství. 2. průmyslová revoluce navazuje v podstatě bezprostředně na období 1. průmyslové revoluce. Toto období je spojováno s elektrifikací, se vznikem montážních linek a datuje se na konec 19. století. Většinou se spojuje s rokem 1879, kdy T. A. Edison vynalezl žárovku. Klasický příklad je Fordova proudová výroba automobilů. 3.

průmyslová revoluce bývá nejčastěji spojována s automatizací, elektronikou a s rozvojem informačních technologií. Přechod od uhlí a páry k elektrině byl poměrně logický, tak i přechod mechanismů k automatům byl nevyhnutelný a jednalo se spíše o evoluci společnosti. Tato doba se datuje, do doby kdy byl vyroben první programovatelný logický automat. V podstatě jde o malý průmyslový počítač neboli řídicí jednotku. Právě teď prožíváme 4. průmyslovou revoluci, která je charakterizována masovým rozšířením internetu a jeho průnikem doslova do všech oblastí lidské činnosti. Internet je tady ale již poměrně dlouho, vznikl jako komunikační síť v souvislosti se studenou válkou v USA. V roce 1969 byla uvedena do provozu první experimentální síť ARPANET. Pojem „Internet“ vznikl v roce 1987 a k jeho rozšíření došlo v roce 1994. Začátkem 21. století se extrémně navýšil počet uživatelů internetu, který v současnosti dosahuje řádu miliard. Tím to ale nekončí. Zatím vlivem poslední průmyslové revoluce se k síti připojují kromě lidí také stroje a věci s moderní technologií a realita se začíná prolínat s virtuálními světy. Přehled časové přímky jednotlivých průmyslových revolucí je znázorněn na obrázku č. 1.1. [2]



Obr. 1.1 Časová přímka průmyslových revolucí

Zdroj: Vlastní zpracování [3].

Všechny předchozí průmyslové revoluce s sebou přinesly široké společenské změny a především ovlivnily průmyslovou výrobu. Čtvrtá průmyslová revoluce zde teprve začíná. Jediná otázka je, zda se jedná skutečně o revoluci nebo spíše o evoluci.

### 1.1.2 Základní technologie Průmysl 4.0

Pro Průmysl 4.0 nebo průmyslovou revoluci je zmiňováno pět základních technologií, které ji zároveň charakterizují a mají vliv na další její vývoj. První technologií je vysokorychlostní internet a použití mobilního přístroje. Využívá webových nástrojů pro řízení, kontrolu a ke komunikaci mezi stroji. Další používanou technologií je 3D tisk (aditivní výroba). 3D tisk je takzvaná „tiskárna“, která z digitální třídimentzionálního objektu (3D model), vytváří fyzický model. Technologie robotika je třetí technologií. Roboti jsou klíčovým prvkem Průmyslu 4.0. Roboti dokážou pomocí umělé inteligence částečně převzít manuální úkoly. Vývoj technologie robotiky začíná měnit náš svět a v budoucnu natrvalo změní například internet. Čtvrtou technologií je nositelná elektronika přímo na člověka. Jde spíše více o malé přístroje, který si člověk obleče a vylepší, například inteligentní rukavice, datové brýle, chytré hodinky nebo podobné přístroje. Malé přístroje mohou pracovníkovi poskytnout doplňující informace například při výrobě a dokážou nabídnout pomoc v reálné pracovní situaci. Poslední technologií jsou takzvané kyberneticko-fyzické systémy. Kyberneticko-fyzické systémy jsou další základní technologií Průmyslu 4.0. Souvisí s organizací a optimalizací výroby. Každá součást systému disponuje pokročilou umělou inteligencí, vzniká tak síť fyzických zařízení, která umožňují těmto zařízením se propojit, komunikovat a vyměňovat si data (Internet věcí). S kyberneticko-fyzickými systémy přichází pojem digitální dvojče. Digitální dvojče je digitální reprezentace, virtuální replika fyzického objektu nebo systému. Samotný objekt nebo systém má k dispozici veškerá data sama o sobě a jsou nezbytná k jeho výrobě. Dokonce ví přesně čím jsou, co je jejich úlohou a hlavně jaká je jejich historie. Dalšími vlastnostmi kyberneticko-fyzických systémů jsou integrované digitální simulace a vitalizace všech procesů. [1]

Pro Průmysl 4.0 jsou typické, jak bylo řečeno inteligentní továrny. Inteligentní továrny (Smart factory) využívají virtuální návrhy výrobků, výrobních prostředků a výrobních procesů. Vzniká i autonomie výrobních zařízení, která jsou schopna sama se optimalizovat a spravovat v závislosti na požadovaných změnách. Pro stvoření inteligentních továren jsou základem senzory a řídicí funkce, kterými je vybaveno nejen stále více produktů a přístrojů, ale i celé výrobní jednotky. Jsou tedy propojeny pomocí internetu (datovou sítí), a dají se jednoduše programovat a řídit. Celý systém dokáže reagovat s větší flexibilitou na nové požadavky nebo podmínky v oblasti výroby

a při kontaktu s konečným zákazníky. Všechna propojení v systému mají společné tři klíčové prvky:

- Fyzické komponenty, jedná se o mechanické a elektronické součástky, které jsou základem každého zařízení.
- Moderní technologické komponenty, jako jsou senzory, snímače, mikroprocesory, datová paměť, řídicí prvky, software, integrované operační systémy a kamery.
- Komponenty potřebné k propojení do systému, antény, rozhraní, protokoly a sítě. Komponenty umožňují komunikaci mezi produktem a cloudem. [4]

Propojení vzniká tedy i mezi výrobcí a dodavateli, obchodníky, konečnými zákazníky a netýká se pouze jednotlivých průmyslových procesů, ale stručně řečeno každé hospodářské činnosti naší společnosti. Například vztah mezi obchodníkem a konečným zákazníkem dnes často nekončí pouhým prodejem zboží, ale trvá déle, opakuje se a vzniká něco jako partnerství. Dříve bylo nutné pracně získávat data z různých analýz a několika hodinového sledování a počítání určité operace, například průzkumů trhu, a následně je promítat do výroby nebo pro další vizualizaci. V době Průmyslu 4.0 již systém dokáže sám získat potřebné údaje a data, která umí analyzovat, zpracovat a vyhodnocovat. [4]

## **1.2 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice automobilového průmyslu**

Rozvoj informačních a moderních technologií umožňuje v současnosti vysoký stupeň automatizace všech manipulačních prací a tím i racionalizaci výrobního procesu. Moderní podniky s vysokým stupněm automatizace a s myšlenkou Průmyslu 4.0 vede ke zvýšení produktivity práce, zdokonalování výrobních procesů a ke schopnosti přizpůsobit se měnícím se požadavkům výrobního toku a konečného zákazníka.

### **1.2.1 Automatizace a Průmysl 4.0 v logistice**

K pojmem Průmysl 4.0 neboli čtvrtá průmyslová revoluce se objevuje i pojem Logistika 4.0. Jedná se o fenomén spojený s digitalizací dat, automatizací výroby a dalšími změnami. Mnoho firem se snaží tyto novinky spojené s Průmyslem 4.0 převést do oblasti logistiky. Nedílnou součástí je integrace zákazníka do logistických procesů.

V Logistice 4.0 je přeprava zboží v logistickém řetězci brána jako jedna část. Druhou částí tvoří sledování zboží a komunikace s konečným zákazníkem, kdy veškeré zboží a logistické procesy jsou řízeny on-line. Skenováním a analýzou všech procesů se digitalizuje tok zboží a různé procesy tak mohou být nasimulovány a firma je tak připravená na poptávku trhu. Digitalizaci toku dat vede k propojení reálného a virtuálního světa, vzniká Cyber-Physical System (CPS). K tomu patří mnoho dalších IT aplikací pro řízení skladu, on-line systém pro řízení dodavatelského řetězce, pomocí kterého přesně řídí každou zásilku, sledování zásilek a řízení objednávek, od vyzvednutí až po doručení a on-line výměně dat s konečným zákazníkem. [5]

Více než dvě třetiny firem vidí v zavádění Průmyslu 4.0 příležitost hlavně ve zvýšení produktivity práce a snížení počtu zaměstnanců. Základní prvky, které se budou častěji vyskytovat, jsou na příklad:

- Regálový sklad (HRL) je sklad s policemi od výšky 12 metrů a v současné době je maximální výška kolem 50 metrů. Kapacita skladu s velkými sloupy se pohybuje od několika tisíc paletových prostor, až po několik stovek tisíc. Představuje úložný systém, který využívá hodně místa, ale vyžaduje vysoké investice, při jeho vytvoření. Většina z těchto systémů je řízena plně elektronicky pomocí systému řízení skladu. Zboží je přepravováno ve skladu skladovacími a vytahovacími stroji (RBG).
- Automatický sklad malých dílů (AKL) je automatizovaný sklad, který je vhodný pro skladování malých dílů pomocí tzv. nádob (KTL přepravky) určené na malé díly. Na rozdíl od regálového skladu (HRL) ve vysokých pozicích je AKL vždy automatizovaná. Téma AKL je součástí praktické části diplomové práce, kde to budou řešit detailněji.
- Automatizované logistické systémy z anglické terminologie AGV (Automated Guided Vehicles) a z německé terminologie je využívána zkratka FTS (Fahrerloss Transpost System). Automatizované logistické systémy představují komplexní řešení automatizace logistiky určené pro dopravu a přepravu zboží. V diplomové práci se dále už jen bude používat zkratka FTS a stejně jako téma AKL je součástí praktické části diplomové práce a detailněji se bude řešit. Příklad automatizovaného systému je na obrázku č. 1.2.



Obr. 1.2 Příklad automatizovaného systému od společnosti Siemens

Zdroj: [6].

- Automatizované (autonomní) vysokozdvizné vozíky spadají do systému FTS. Začínají být, a v některých případech jsou, srdcem automatizovaného skladu, jsou řízeny inteligentním softwarem.
- Paletizace a depaletizace robotů je automatický systém pro paletizaci a depaletizaci. Tento systém je ekonomické a výhodné řešení pro realizaci automatizovaného řetězce procesů a zároveň zajišťuje stálý výkon nezávisle na vnějších parametrech. Jedná se o roboty, které dokážou z palety vyskladnit, i zaskladnit přepravky nebo KLT přes dopravníkovou techniku až po automatický sklad AKL. Používají se většinou s kombinací AKL.

### 1.2.2 Automatizace v logistice

Termín Průmysl 4.0 často přirovnávají k digitalizaci, ale to není úplná pravda. Digitalizace je úzce spojená s automatizací. V oblasti logistiky se za posledních pár let do popředí dostávají nejmodernější technologie spojené s automatizací, umělou inteligencí a úzce spojené s digitalizací a robotizací. Automatizace, digitalizace a robotizace se pro stále více firem stává ekonomickou nutností. Růst produktivity a efektivity práce souvisí s dostupností pracovních míst, rostou mzdové požadavky a množství neobsazených pracovních pozic. Firmy si tento fakt uvědomují a jsou připravené investice do těchto technologií navýšit a to i třeba s návratností až za 5 let. Zásadní změnou investic jsou cenově dostupnější moderní technologie, kde už zdaleka nejsou doménou pouze velkých silných firem, ale postupně pronikají i do menších firem. [7, 8]



## **Rozdělení automatizace**

Člověk při namáhavé nebo stereotypně se opakující práci neboli ruční práci hledal možnosti, jak si jednoduše ulehčit. Nejdříve se začalo s mechanizací, to je proces, při němž stroje nahrazují člověka. Dalším stupněm je částečná automatizace, která některé mechanizované operace z automatizuje a tím nahradí v některých případech člověka. Výhodou zapojení automatizovaných systémů dochází ke snížení počtu pracovníků v provozu a tím i ke snížení úrazovosti. V současnosti je plně automatizovaný systém. Tento systém téměř úplně eliminuje lidský faktor. Zásahy člověka se omezují na nutnou údržbu zařízení, opravy technických zařízení a řešení mimořádných situací. Posledním stádiem automatizace je úplná eliminace lidského faktoru, souvisí to s umělou inteligencí.

Automatizace se dá rozdělit na dva typy: automatizaci výrobních a nevýrobních procesů. Automatizace výrobních procesů se týká těch procesů, které jsou zapojené do výroby určitých produktů. Automatizace nevýrobních procesů poté zahrnuje procesy týkající se oblasti služeb, a už se jedná o služby veřejné nebo soukromé. Automatizace se dále rozděluje na pružné a nepružné automatizované procesy. Nepružné automatizované procesy spočívají v tom, že program automatického technického zařízení nelze vyměnit, nebo jen velmi nákladně. Pružné automatizované procesy naopak nabízejí snadnou výměnu a přeprogramování programu s malými náklady. [9]

Dalším rozdělení automatizovaných systémů je na tři stupně automatické ovládání, automatická regulace a automatické řízení. Automatické ovládání je systém, který zajišťuje ovládání soustavy, ale nemá zpětnou vazbu svého působení. Systém s automatickou regulací je už doplněn o zpětné vazbě soustavy (samočinné udržování regulace). Automatické řízení je potom automatizací samotných řídicích procesů. [7]

## **Autonomní automatizace v řízení automobilu**

Autonomní řízení je jednou z trendů, které dnes zásadně mění automobilový průmysl.

Autonomní řízení má 5 stupňů:

- Na začátku není žádná automatizace, patří sem většina dnešních automobilů na komunikacích (silnice a dálnice). Člověk má nad automobilem plnou kontrolu a veškeré ovládání provádí sám. Automobil maximálně upozorňuje a vizualizuje varování a upozornění o stavu vozidla.

- Dalším stupněm automatizace je podpora pro řidiče. Automobil je vybaven o elektronické systémy v podobě řídicích jednotek a může tak mírně zasahovat do řízení na základě aktuální jízdní situace, konkrétně zrychlovat, zpomalovat, lehce zatáčet. Automobil může vykonávat vždy jen jednu funkci, nikoli je kombinovat. Příklad systému je adaptivní tempomat.
- Následujícím třetím stupněm je částečná automatizace. Jedná se v podstatě o stejnou podporu jako ve druhém stupni, ale dokáže vykonávat více funkcí zároveň a dokáže je i kombinovat. Typickým příkladem je třeba systém automatického parkování.
- Čtvrtým stupněm je vysoká automatizace, kdy automobil může plně převzít kontrolu nad vozidlem. Řidič nemusí mít ruce na volantu a ani moc nemusí sledovat silnici, ale stále musí být připraven na upozornění systému převzít řízení. V současnosti jsou automobilové podniky jsou u 4. stupně autonomní automatizace. Jedinou nevýhodou je zatím současná legislativa, která nařizuje, že základní bezpečnostní a ovládací prvky automobilu musí mít pevnou vazbu s řidičem.
- V posledním pátém stupni jde o plnou automatizaci, automobil přebírá plnou kontrolu a zvládá všechny situace. Ovládací prvky současného automobilu už nebudou vůbec jeho součástí (volat, pedály). Člověk jen nasedne a zadá cílovou destinaci a může se soustředit na jiné činnosti. Doprava tak bude nejen plynulejší, ale i bezpečnější. Bude se klidně za jízdy telefonovat, pracovat, povídat si se spolucestujícími a podobně. [10]

### **Sdílená automatizace**

Zajímavou nabízenou možností je sdílená automatizace. V logistických procesech je čím dál větší rostoucí tlak na automatizaci a robotizaci výrobních procesů a tím i digitalizaci datových toků. Automatizace však s sebou přináší značné investiční náklady. Na trhu se začínají objevovat nabídky profesionálních logistických poskytovatelů, kteří mohou vhodně nabídnout model automatizace i pro více zákazníků. Modely jsou učený zejména pro menší a střední firmy. Tento model poskytování logistických služeb se začíná objevovat na západě a jedná se o tak zvanou „Sdílenou automatizaci“. Projekt automatizace vede ke dlouhodobému kontaktu mezi poskytovatelem a nájemcem logistické služby. Obchodní vztah mezi nimi musí být výhodný pro obě strany.

### **1.2.3 Digitalizace v logistice**

Průmysl 4.0 rozjel fenomén vše digitalizovat a ať člověk chce nebo nechce, digitalizace se stává součástí každodenního života. Tento masově nasazující fenomén jednoduše zachycuje realitu, obraz, zvuk, zápis a data a převádí digitálně na posloupnost číselných údajů. Východiskem digitalizace jsou data, která jsou potřeba k zachycování, uchovávání, vybírání, analyzování a vyhodnocování s cílem nahradit jednoduché lidské řídicí i fyzické činnosti. Digitalizace do budoucna bude bez pochyb ovlivňovat všechny sféry společnosti.

Nástup digitalizace lze zařadit do tří dimenzí: globální rozšiřování (rozšiřování ve vyspělých zemích), průsakové rozšiřování (prosakování digitalizace do podniků, například k posílení inteligentní automatizace) a modifikační aplikace (digitální technologie na současných činnostech a aplikacích).

#### **Digitální technologie**

Moderní digitální technologie poskytují člověku k jeho vlastnímu rozumu navíc umělý rozum nebo inteligenci, se kterou se násobí intelektuální schopnost člověka. Digitální technologie v průmyslu a v logistických procesech posouvají výrobní procesy dál pomocí automatizace k mnohem větší variabilitě a flexibilitě logistických systémů. Nové technologie ve spojení s digitalizací souvisí s mobilitou (elektromobilitou, zvýšení uživatelského komfortu) a využívání lepších mobilních prostředků – například cestou sdílení. [11]

#### **Digitalizace v logistice**

Logistika se nejvíce zabývá dopravou a přepravou věcí a osob a spojení s digitalizací, mluví se tedy o autonomním řízení. V této kapitole se už mluvilo o autonomním řízení. Je potřebné zmínit se o autonomním řízení přímo k logistice. Autonomní řízení už není výsadou jenom pro osobní automobily, ale už se může uplatnit v provozu silničních nákladních vozidel, vlaků, traktorů, lodí, metra a klidně i letadel. Některé automobilky testují vzájemné propojení konvoje, kde jede včele jeden kamion s jedním řidičem. Dále začínají výstavby elektrifikované dálnice. Tyto dálnice fungují na principu trolejbusové dopravy, ale pro nákladní automobily. Nákladní automobil se stává hybridním automobilem, kde spalovací motor pohání automobil mimo dálnici

a elektromotor ho pohání na dálnici s napájením přes troleje. Digitalizace přináší změnu na trhu, přičemž je snahou, co nejvíce vyhovět individuálním požadavkům konečného zákazníka. Vzniká tak inteligentní dodavatelský řetězec, který integruje externí a interní logistiku a obsahuje tak technologie pro řízení skladů, softwarové řízení objednávek, výměnu dat se zákazníkem, sledování zásilky od distribuce až po doručení a nedílnou součástí je síť informačních toků. [11]

### **Technologie spojené s digitalizací**

Technologie digitalizace jsou úzce spojené s automatizací, proto v téhle části se zmiňují o dalších technologiích, které ještě nebyly zmíněny a souvisejí s digitalizací, automatizací a hlavně s průmyslem 4.0.

- **Drony** – Bezobslužné letouny drony se využívají pro přepravu zboží a materiálu. Ale zatím se převážně používají pro rekreační účely a komerční činnosti. Komerční drony bývají doplněny o kamery či senzory k různému měření (vzdálenost, teplota atd.). V Číně se v současné době pracuje na vývoji dronu, který přepraví jednu tunu nákladu na velkou vzdálenost.
- **Robotický nákupní košík** – Zajímavým logistickým pomocníkem je robotický nákupní košík. Tento pomocník usnadňuje nakupování ve velkých marketech. Seznam nákupu si zákazník pomocí chytrého telefonu vybere doma, v marketu seznam nahraje do robotického košíku a ten se pak nejkratší cestou vede k příslušným regálům se zbožím. Zboží, než se položí do košíku, oskenuje se, skener je součástí robotického košíku. Následně po zaplacení nákupu košík dojede k autu a po vyložení se košík vrátí zpět do obchodu. [11]
- **E – papír** – Elektronický papír nebo e-papír je příchodem digitalizace vhodným nástrojem na vizualizaci. Jedná se o plochou zobrazovací jednotku, která odráží světlo jako normální papír a je schopna uchovat text i obrázky natrvalo bez spotřeby elektřiny. Konstrukčně má blízko k tabletům, ale dnešní technologií zatím nejsou tenké jako papír a jsou poměrně drahé. Tloušťka e-papíru je v dnešní době kolem 3 mm. E-papír může kdykoli změnit obsah vizualizace a v častých případech je také i ohýbatelný. Další výhodou e-papíru je, že vizualizace se dá sledovat i na slunci ale i pod lampou. V logistice automobilového průmyslu má svoje uplatnění jako vizualizaci pro obsluhu při vychystávání materiálu či dílů, pro zavážení montážních linek vychystávající list pro sekvenční zavážení a také

je vhodné pro informace ve skladu jako označení skladových regálů a uložení dílů v nich. V obrovském podniku je obyčejný papír velmi nákladnou položkou a je potřeba tisknout a měnit vizualizace podle sebemenší změny. Další využití je například v podobě elektronických knih v knihovnách, ale jsou energeticky náročné. [5]

- **Inteligentní rukavice na skenování čárových kódů** – Inteligentní rukavice je zařízení vhodné pro logistické operace. Na rukavici je umístěné zařízení na skenování čárových kódů a je přidělané na hřbetu rukavice. Pracovníkům usnadňuje skenování čárových kódů během vyskladňování dílů. K aktivaci zařízení stačí stisknout palec s ukazováčkem. Rukavice výrazně zlepšují efektivitu celého logistického procesu, neboť umožňuje pracovníkům pracovat rychleji, bezpečněji a celý proces je jednodušší. Pracovníci mohou díky němu pracovat oběma rukama, a to je výhoda proti ručním skenerům a vede tak k úspoře času. [12]
- **Digitální dvojče** – Jak bylo už zmíněno digitální dvojče je další technologií spojenou s digitalizací a s Průmyslem 4.0. Jedná se tedy o digitální počítačový 3D model reálného modelu. Pomocí modelu lze navrhovat, simulovat funkčnost, odhalovat chyby, nesrovnalosti a problémy v provozu anebo ještě před spuštěním nového provozu (zařízení, modelu). Hlavní využití je ve výrobních závodech, kde digitální model může být jak výrobek, tak stroj, ale hlavně model výrobních linek a celých hal. Při zavádění nové výrobní linky v nové hale dokáže model zkrátit čas všech procesů realizace, přičemž odhalí a pomůže opravit mnoho chyb už před výstavbou výrobní linky. Dalším využitím je ve fázích životního cyklu strojů, simulace údržby, výměny komponentů a seřízení stroje. Při nemalé počáteční investici v případech, kde se vyplatí pořídit tuto technologii, digitální dvojče, dokáže ušetřit čas i peníze a do budoucna jde využití této technologie ještě o dost rozšířit. [13]

### **Nejnovější digitální technologie ve společnosti Škoda auto a. s.**

Na závěr této kapitoly jsou konkrétní technologie ve společnosti Škoda auto, které souvisí s digitalizací. Společnost zmíněné technologie e-papír a inteligentní rukavice na skenování čárových kódů už delší dobu využívá. Dále společnost využívá automatické sklady (také zmiňovaný AKL sklad), bezobslužné vozíky i roboty. V Mladé Boleslavi

například testují i drony speciálně navržené pro logistické účely a výrobu plánují prostřednictvím virtuálních technologií simulujících výrobní procesy. Pro výrobu využívají digitální dvojče, různé vizualizace, které pomáhají operátorům při výrobě a virtuální technologií při vývoji automobilů.

## 2 Logistické operace ve společnosti Škoda auto a. s.

Tato kapitola se v první části zabývá teoretickými informacemi o logistických operacích, druhá část se zabývá praktickými informacemi o logistických operacích. V kapitole je popsán současný stav logistických činností a operací, manipulační jednotky a zařízení a montážní linky. V další části je seznámení se společností Škoda auto a. s. a se současným stavem logistických činností a operací a se společností. Toto souvisí s nadcházející kapitolou o analýze procesu zásobování montážní linky.

### 2.1 Logistické činnosti a operace

V první řadě je dobré objasnit pojem slova logistika. Původ tohoto slova je z Řecka, slovo logos je v překladu logika, rozum nebo pochopení. První praktické využití tohoto slova se poprvé objevilo ve vojenském průmyslu, kde byla nutnost nejlépe naplánovat a organizovat procesy dané situace. Ve vojenství je například nutnost organizovat a řídit chod zásob. Dá se říct, že ve vojenském průmyslu se vyvinuly skoro všechny technické vymoženosti a moderní technologie, které se i dnes stávají součástí našeho života. Logistika, jak ji známe dneska, je poněkud mladá věda, podobně jako internet z 50. letech 20. století. Pro nejlepší vyjádření pojmu logistika je celá řada definic, některé jsou rozsáhlé, složité a některé jsou těžko pochopitelné na poprvé. Nejsrozumitelnější definici logistiky je definice Evropské logistické asociace. [14]

*Logistika je „organizace, plánování, řízení a výkon toků zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích“ [14, s 25]*

#### 2.1.1 Logistické činnosti a operace

Logistické činnosti a operace jsou nedílnou součástí logistických a dodavatelských systémů, které realizují splnění požadavků konečného zákazníka. Logistické činnosti musí na sebe navazovat v rámci logistického řetězce, kde dodavatelský řetězec je sítí prostřednictvím vazeb mezi dodateli a odběrateli v různých procesech a činnostech až po konečného zákazníka. Logistické činnosti dohromady vytvářejí optimální vztah mezi poptávkou, nabídkou a konečným zákazníkem a utvářejí logistický proces.

Základní logistické činnosti, které by měl každý prvek dodavatelského řetězce plnit:

- Plánování na strategické a operativní úrovni. Zde se rozhoduje o logistických cílech, jaká bude struktura logistického systému a o lidských materiálních a finančních zdrojích. Dále se rozhoduje o výrobě a zásobování v dodavatelském řetězci, o plánování distribuce, o manipulačních a přepravních podmínkách mezi dodavateli, o zpracování a vyřizování objednávek včetně reklamací.
- Druhou logistickou činností je získávání zdrojů. Do této činnosti patří například získávání surovin, dílů, materiálu, komponentů, energií, strojů, investičních celků a hotových výrobků. [15]

Pro uskutečnění základních logistických činností je třeba realizovat další logistické činnosti a operace, bez kterých dodavatelský řetězec nelze uskutečnit.

- Činnosti spojené s dopravou – Tvoří největší podíl na logistických nákladech. Jedná se dopravu materiálu, surovin, dílů, komponentů a surovin v logistickém řetězci, který se vyskytuje v mezioperační dopravě, meziobjektové a vnitropodnikové dopravě.
- Manipulační operace – Manipulační operace probíhají ve výrobě, dále se využívají ložné operace v dopravě, skladové operace ve skladech a kompletační operace například při kompletaci objednávky.
- Balení – Tato činnost slouží k balení hotových výrobků nebo materiálu, aby se nepoškodily, bylo s nimi lépe manipulováno a byly dopraveny až ke konečnému zákazníkovi.
- Řízení stavu zásob – Řízení zásob jsou důležitou činností, protože zásoby představují velikou investici.
- Identifikace zboží – Je důležitou činností sloužící k informaci o daném zboží. Využívají se čárové kódy nebo RFID kódy.
- Servis zákazníkovi a výběr místa pro poskytování služeb.
- Pomocné operace – Pomocné operace souvisejí se zpětnou logistikou, kde se realizují zpětné toky vrácených výrobků, operace s vratnými obaly, zpracování nevratných obalů a nakládání s odpady. [14]



### 2.1.2 Členění logistických technologií

V současnosti podniková logistika automobilového průmyslu využívá technologii tažného systému "pull". Jedná se o systém, který je založen na tahu produktu logistickým systémem, vyvolanou silou poptávky konečného zákazníka. Konečný zákazník koupí jen ten výrobek, který splňuje všechny jeho požadavky a nevádí mu prodleva mezi objednávkou a dodání. Systém se uplatňuje v podmínkách nasyceného trhu, kdy je potřeba získat mnoho modelů a modelové řady výrobků a tím pádem výhodu proti konkurenci. Nové technologie jsou pro podnik důležité, proto aby rychle a pružně reagovaly na změnu požadavků konečného zákazníka. Mezi další výhody patří plynulý tok materiálu, menší a plynulé dodávky v dodavatelském řetězci a snížení zásob a celkových nákladů. [16]

Logistické technologie automobilový průmysl používá například Just-In-Sequence, který rozšiřuje systém Just-In-Time (JIT) a Kanban.

- Just-In-Time je neznámější a nejrozšířenější logistickou technologií, která se vyskytuje napříč celým dodavatelským systémem. Tuto technologii v globálním měřítku uplatňuje celý automobilový průmysl. Just-In-Time jednoduše znamená „právě včas“, materiály nebo konečné výrobky jsou dodány v přesně dohodnutých termínech mezi články dodavatelského řetězce (systém principu tahu). Dodávky probíhají v malých množstvích, velmi často a v okamžiku potřeby odběratele. Technologie je založená na eliminaci a minimalizaci ztrát v průběhu celého procesu. Nejztrátovější položkou jsou zásoby nepotřebného materiálu, kde je snaha udržovat nulové zásoby. Potřeba je minimalizovat zásoby v meziskladech a mezioperační, i zkrácení času mezi operacemi. Technologie Just-In-Time zlepšuje dodavatelskou spolehlivost a podniky jsou připraveny na náhlé požadavky konečného zákazníka.
- Just-In-Sequence rozšiřuje metodu Just-In-Time a ta byla stejně vyvinuta v automobilovém průmyslu. Automobilky, aby byly v dnešní době na trhu konkurenceschopné, vyrábí více modelů. Každý model má různý typ motorů, různou škálu barev, různé provedení interiérové a celou řadu výbavy. Koneční zákazníci jsou stále náročnější a chtějí si nakonfigurovat automobil na přání. Důsledkem toho je každý vůz unikát a automobilkám nezbyvá nic jiného než všechny modely vyrábět na jedné lince. Jednotlivé díly jsou k montážní lince připravovány přesně v pořadí, v jakém se budou díly montovat na automobil.

V současnosti je u některých automobilek dodávání dílů k montážní lince až sedmdesát procent z celkových dodávek.

- Systém Kanban je součástí Just-In-Time a umožňuje tak řízení tahu. Slovo Kanban znamená informace. Podstatou Kanbanu je tahání materiálu z části dodavatelského řetězce, jak požaduje následující operace v řetězci. Systém Kanban říká, co se bude vyrábět, kdy se bude vyrábět a kolik se vyrobí. Systém lze rozdělit na dodavatele a odběratele, přičemž dodavatel je i zároveň odběratel. V Kanbanovém systému je přesně definovaný vztah mezi dodavatelem a odběratelem. Tah systému funguje tak, že odběratel pošle dodavateli objednávku a dodavatel je pak ve správný čas a v požadovaném množství dodá i s Kanbanovým listem. V automobilovém průmyslu se používá elektronický Kanbanový systém. Slouží k doručení materiálu na pracoviště a zároveň k informacím mezi výrobou a logistikou. Může se lépe provádět plánování a sledování materiálových toků podle plánu výroby. Typickým informačním systémem elektronického Kanbanu je SAP.
- Technologie systém rychlé odezvy (dále jen QR) je metoda, která v maximalizaci efektivnosti dodavatelského řetězce se projevuje tím, že snižuje náklady a zásoby. Podstata QR je okamžitý přenos informací o poptávce od odběratele, prostřednictvím propojeného informačního systému. Podstata spočívá partnerstvím mezi dodavatelem a odběratelem, kde se dodavatel zavazuje splnit dohodnuté požadavky a odběratel se zavazuje k zajištění spolehlivé a včasné informace dodavateli. Technologie QR klade důraz na spokojenost konečného zákazníka a stává se klíčovým prvkem pro fungování podniku. [16]

## **2.2 Manipulační jednotky a zařízení**

Manipulační jednotky a zařízení slouží k snadné manipulaci a přepravě materiálu a dílů. Manipulace s materiály a přeprava nejvíce ovlivňují celkové náklady. Pohyb materiálu a dílů v podniku není možný bez použití obalů, který se spojuje a vznikají manipulační a přepravní jednotky. Obaly splňují určité funkce: dopravní, skladovací, manipulační, ochranné, informační a ekologické. Ochrannou funkcí se rozumí ochrana proti poškození, ochrana proti přírodním vlivům a ztrátám. Informační funkce je určena pro identifikaci výrobku (dílu) při manipulaci a přepravě v podniku. Ekologická funkce je ekologickou likvidací obalů po skončení životnosti a řízení zpětných toků. [14]

### 2.2.1 Manipulační jednotka

Postupným spojováním obalů vzniká tedy manipulační jednotka, která se rozděluje do IV řádu. Na začátku je takzvaná manipulační jednotka nultého řádu. Jedná se o materiál ve spotřebitelském obalu. Spojování více materiálů k sobě (nultého řádu) teprve vzniká I. řád, který je určen pro ruční manipulaci s materiálem a manipulační jednotkou může být například fólie, pytel, sud a fixační pásy. Maximální hmotnost je 15 kg. Pro vytváření jednotek vyššího řádu jsou dány základní půdorysové rozměry manipulačních jednotek I. řádu. Rozměry jsou dány normou ISO a základní rozměr je 400 x 600 mm. Seskupením 16 až 64 manipulačních jednotek I. řádu, vzniká manipulační jednotka II. řádu. Ve II. řádu se využívá manipulačních plošin, palet, malých kontejnerů a rotlejerů. Výjimečně se hmotnost jednotek pohybuje kolem 5 tun. Nástupem dálkových přeprav přišla manipulační jednotka III. řádu, která slučuje 10 až 45 jednotek II. řádu. Hmotnost jednotky dosahuje 40 tun. Za přepravní prostředek se používají velké kontejnery. Manipulační jednotky IV. řádu jsou posledním typem a používají se pro dálkovou kombinovanou vnitrozemskou a námořní přepravu. [14]

### 2.2.2 Manipulační zařízení

Manipulační zařízení je aktivním prvkem logistiky, který realizuje manipulaci s materiálem (manipulační operace). Manipulační zařízení je zpravidla samostatné zařízení, které je schopno vlastního pohybu. Základní funkcí manipulačních zařízení je přeprava, překládka, vykládka a nakládka materiálu z jednoho místa do druhého. Základní rozdělení manipulačních zařízení a manipulačních operací je podle manipulace s materiálem:

Rozdělení manipulačních zařízení podle dráhy

- Zařízení pracující na volné dráze (dopravní vozíky, silniční výložníkové jeřáby a mobilní kolové jeřáby, nakladače a vykladače).
- Zařízení pracující na vázané dráze (dopravníky a dopravní tratě, jeřáby s kolejovým pojezdem).
- Zařízení nezávislé na dráhy (zásobníky, podavače).

Rozdělení podle směru přemístování materiálu:

- Zařízení na přemístování ve vodorovném směru.
- Zařízení na přemístování ve svislém směru.

- Zařízení na přemísťování ve vodorovném i svislém směru.
- Speciální zařízení (kombinované).

Rozdělení podle druhu manipulovaného materiálu:

- Zařízení na sypké materiály.
- Zařízení na kusové materiály.
- Zařízení na sypké i kusové materiály.
- Zařízení na kapaliny a plyny.

Rozdělení podle jejich funkce a činnosti:

- Zdvihací zařízení (jeřáby, výtahy).
- Dopravní zařízení (pásové dopravníky).
- Zařízení na operační a mezioperační manipulaci (roboty, průmyslové manipulátory).
- Zařízení na ložné operace (nakladače a vykladače, lopatová rypadla).
- Převážné prostředky (obaly, nádoby, palety, kontejnery).
- Skladovací zařízení (zařízení pro sklady).
- Zařízení na úpravu materiálu na manipulaci (váhy, plnicí a balicí stroje).
- Dopravní prostředky (dopravní vozíky).

Rozdělení podle časové spojitosti výsledku jejich činnosti:

- Cyklicky pracující zařízení (vozíky, jeřáby, rypadla, ...).
- Periodicky pracující zařízení (podvěsné dopravníky, lanovky, ...).
- Kontinuální pracující zařízení (pásové dopravníky, pneumatické a hydraulické doprava).
- Doplňkové zařízení (zásobníky, podavače, nakladače a vykladače).
- Speciální zařízení (jako je železniční, silniční, kombinované dopravě, roboty, skladovací zařízení).

## 2.3 Montážní linky

*Montážní linka představuje výrobní proces, jehož části (obvykle zaměnitelné) postupným způsobem utvářejí výsledný produkt při použití optimálního plánování logistiky za účelem výroby finálního produktu mnohem rychleji než ručními metodami. [17, s 105]*

Henry Ford byl jako první komu se výrobní proces s montážní linkou podařilo osvojit a spolu i tím též sériovou výrobu. Výrobní proces se začal rozvíjet v automobilovém průmyslu. Výstupem celého výrobního procesu je konečný výrobek. Montážní linka slouží i pro montáž podsestav nebo sestav, které vedou k finální montážní lince. Montážní linky zefektivňují celý proces montáže výrobku a zprůhledňují kvalitu produktu a snižují větší počet operací pracovníka nebo zařízení. Rozvoj hromadné výroby je úzce spojen s automatickými operacemi na montážních linkách. Podle stupně automatizace lze montážní linky rozdělit na:

- Ruční linky – zapojení člověka do montáže
- Poloautomatické linky – náročnější práci obstarává stroj
- Plně automatické linky – robotizovaná montáž [17]

Montážní linky se od sebe obecně liší jednak topologií (uspořádáním pracovních stanic a pohybem výrobků mezi nimi), jednak okruhem činností, které linka vykonává. Společným prvkem je přepravovaný systém (dopravníkové systémy, vozíky), které propojují jednotlivé pracovní stanice. Montážní linka má jednak vstupní uzel, kterým vstupují základní prvky pro montáž a montážní jednotky (díly, materiál). Dalším základním prvkem montážní linky je pracovní stanice, kde každá tato stanice má své montážní nebo výrobní operace a činnosti. Na jedné montážní lince se obecně vyrábí více typů výroby (modelů). Podle počtu typu výrobku se dají montážní linky dělit:

- Linky s jednoduchým programem, na nich jsou montovány pouze výrobky jediného typu.
- Linky se smíšeným programem, umožňující montáž několika typů bez nutnosti změny parametrů linky, přednastavení nástrojů či automatů.
- Linky s různými programy, které vyžadují při změně typu montovaného výrobku změnu nastavení parametrů, výměnu nástrojů či přeprogramování automatů. [17]

Podle struktury uspořádání pracovišť lze linky rozdělit na otevřené (přímkové linky, linky tvaru U) a uzavřené (obdélníkové, kruhové). Způsoby různých operací se provádějí na montážních linkách přímo na dopravníku nebo mimo dopravník. A důležitou informací je takt montážních linek (potřebný čas na danou operaci, buď pevný nebo volný). [17]

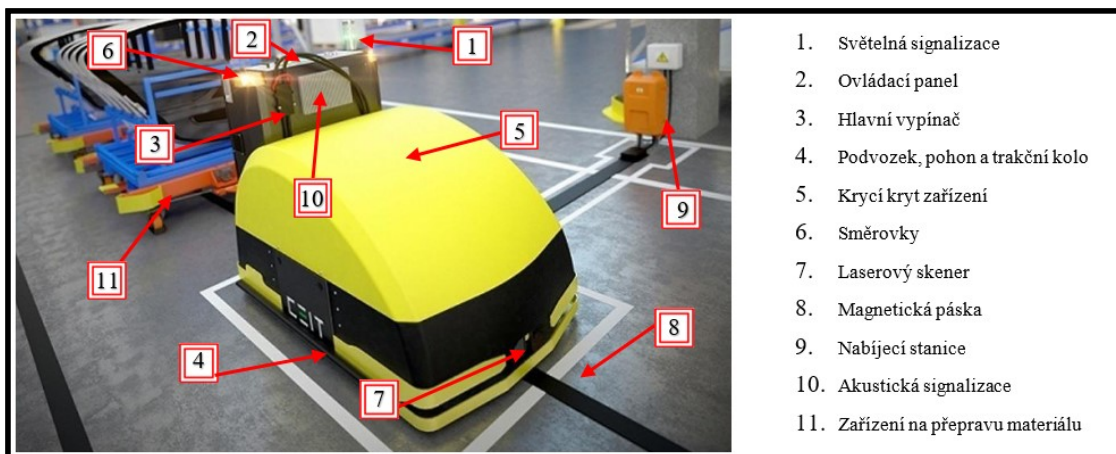
## **2.4 Automatizované logistické systémy FTS**

Automatizované logistické systémy (Fahrerloss Transpost System) FTS. Automatizované logistické systémy představují komplexní řešení automatizace logistiky určené pro dopravu a přepravu zboží. Současný trend firem spočívá v automatizaci ve výrobních a logistických procesech a tím i přichází nasazení automatizační techniky pro manipulaci s materiálem. Automatizace v oblasti přepravních a manipulačních prostředků je v současnosti už delší dobu rozšířená v automobilovém průmyslu na montážních linkách, ale i ve skladech. Jedním z možných manipulačních zařízení pro automatizaci těchto procesů jsou automatické dopravní vozíky, zkráceně FTS. FTS je bezobslužný vozík, který zajišťuje dodávku materiálu v pravidelných intervalech po pravidelné trase. [18]

Historie FTS začala v 50. letech, kdy byl navržen 1. systém pro použití a provoz v rámci intralogistiky. Iniciátorem uskutečnění celého procesu byl automobilový průmysl. FTS je mobilní robot, automaticky řízené dopravní zařízení, které se umí pohybovat podle určené trasy. Zařízení FTS nevyžaduje k řízení člověka. V logistických procesech zvyšují efektivitu a snižují náklady na lidskou obsluhu a rovněž napomáhají automatizaci výrobních zařízení. Nejčastější funkce systémů je jízda s nákladem nebo jeho tažení, dále automatické zvedání, odkládání a nabírání nákladu, řízení dopravy a dalších zařízení. Obrovskou výhodou je vzhledem k tomu, že FTS jsou bezobslužný a mohou být v provozu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. [18]

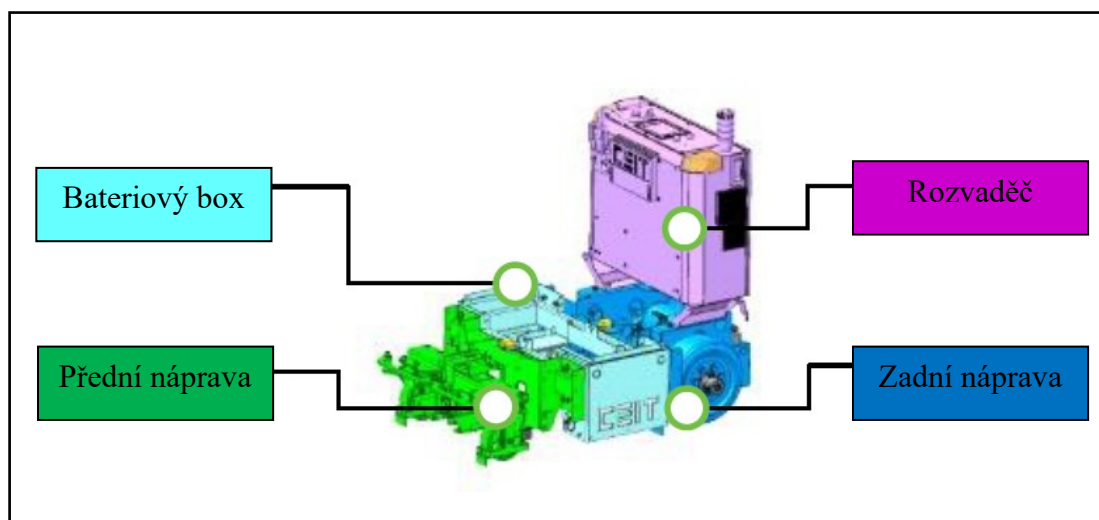
### **2.4.1 Konstrukce automatického dopravního vozíku FTS**

Aby každý automatický dopravní vozík FTS mohl fungovat, musí být vybaven základními konstrukčními prvky. Základní konstrukční prvky souvisí s bezpečností, signalizací, napájením a ovládním, naváděním a principem přepravy materiálu. Přehled základních konstrukčních prvků je na obrázku č. 2.1 a základní konstrukce bez krytu FTS je znázorněná na obrázku č 2.2. Na obou obrázcích jsou popsány základní konstrukční prvky.



Obr. 2.1 Konstrukční prvky automatického dopravního vozíku FTS

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [19].

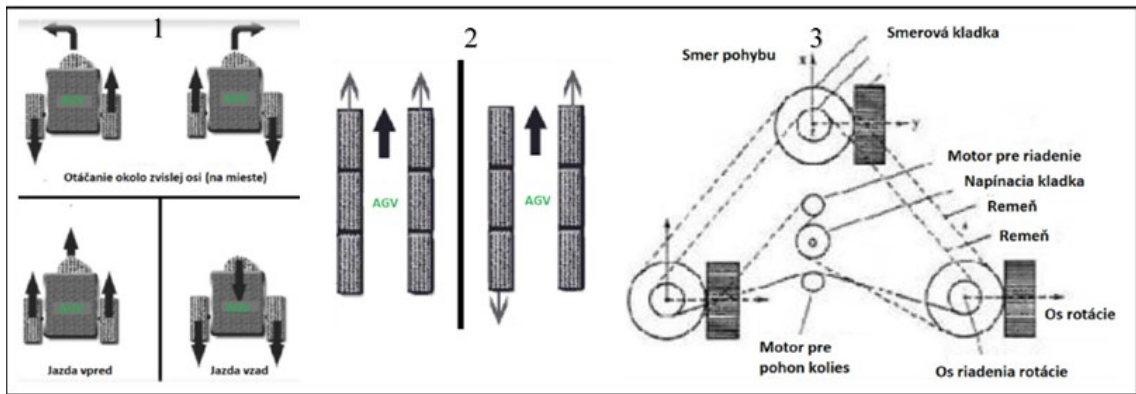


Obr. 2.2 Základní konstrukce bez krytu FTS

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [19].

#### 2.4.2 Pohyb automatického dopravního vozíku FTS

Pro pohyb (řízení) automatického dopravního vozíku FTS se využívá aktuálně 5 typů pohonu, diferenční řízení, smykové řízení, synchronní řízení, Ackermannová řízení a FTS se třemi nápravami. Na obrázku č. 2.3 jsou znázorněné řízení diferenční, smykové a synchronní.



Obr. 2.3 Typy pohybu (řízení) automatického dopravního vozíku FTS

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [18].

- Jako první je diferenční řízení (diferenciální). Jedná se nejběžnější způsob řízení pro FTS vozidla. Takto řízené FTS mají nezávisle poháněná nejčastěji dvě kola a volně otočné nepoháněné směrové kolo. Pokud se obě poháněná kola otáčejí stejným směrem, vozidlo se hýbe vpřed nebo vzad. Pokud se jedno poháněné kolo otáčí jedním směrem a druhé druhým směrem, vozidlo se otáčí doleva nebo doprava. Mezi nevýhody pak patří těžší zabezpečení jízdy v přímém směru, ale přidáním snímačů otáček lze problém vyřešit.
- Smykové řízení. Tento typ pohonu je například na vozidlech, jako jsou tanky, buldozéry, bagry, nebo nakladače, která mají většinou pásy (řada kol za sebou). Princip spočívá v tom, že celá jedna strana se točí úplně stejně, jako jeden pás. Směr před, vzad a zabočení je na stejném principu jako u diferenčního řízení, jenom tento typ je odlišný konstrukcí. Princip tohoto systému je znázorněn uprostřed na obrázku č.2.3. Mezi hlavní nevýhodou patří zejména zvýšené opotřebení pneumatik a vyšší energetická náročnost v důsledku klouzání.
- Synchronního řízení. Tento typ se aplikuje na čtyřkolové nebo tříkolové podvozky, přitom všechna kola jsou poháněná a řízená. Kola jsou spojena hnacími řetězy (případně řemeny), jedním pro natáčení kol a druhým pro pohon kol. Schéma synchronního řízení tříkolového podvozku je znázorněno vpravo na obrázku č.2.3. Hlavní výhodou je menší složitost systému, ale oproti tomu má ale nízkou schopnost překonat náročný terén. Tento způsob řízení FTS je ojedinělý a vyskytuje spíše zřídka.
- Dalším typem řízení je Ackermannovo řízení. Toto řízení se používá u automobilů, kde k zatáčení slouží přední lichoběžníková náprava. Princip spočívá v tom, aby se při zatočení (kola v rejdu) vnitřní kolo natočilo více než

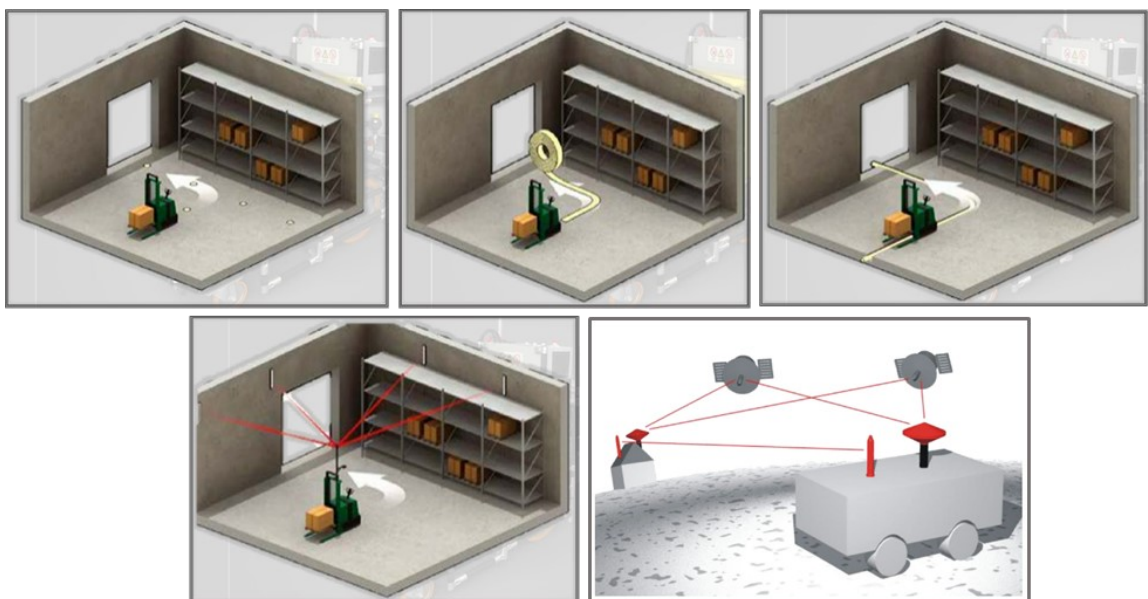


vnější kolo. V tomto systému se používá jeden motor pro pohyb vozidla dopředu nebo dozadu a jeden servomotor pro řízení FTS vozidla. V porovnání s ostatními systémy je však Ackermannovo řízení konstrukčně náročnější, zejména kvůli většímu počtu součástí nápravy.

- Posledním typem je FTS se třemi nápravami, kde prostřední náprava je řízená a zároveň poháněná. Přední a zadní náprava slouží jako pomocná opěrná kola. Jednoznačnou výhodou tohoto řízení je vysoká manévrovací schopnost, vysoká únosnost nákladu a stabilita. Nevýhodou pak je malá schopnost překonávat nerovnosti (překážky).

### 2.4.3 Navigace automatického dopravního vozíku FTS

Jednou z důležitých a základních částí vozidel FTS je naváděcí systém. Navigační systém souvisí s řídicím systémem a podle toho se vozidlo FTS pohybuje z bodu "A" do bodu "B". Výběr vhodného automatizovaného vozíku souvisí s rozhodnutím o typu navigačního systému. Některé systémy mají vysokou spolehlivost a ojedinele selžou, ale striktně jsou závislé na flexibilitě oblasti používání. Jiné systémy jsou o něco méně spolehlivé, ale mají výhodu v lehčím přizpůsobování se změnám. V současnosti se využívá 5 systémů navigace: Inerciální (gyroskopické) navádění, navádění pomocí naváděcí pásy, indukční navigace, laserová navigace a GPS navigace.



Obr. 2.4 Typy navigace automatického dopravního vozíku FTS

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [18].

### **Inerciální (gyroskopické) navádění**

Inerciální (gyroskopické) navádění umožňuje určovat směr řídicím systémem a dávat příkazy vozidlům. V podlaze jsou umístěné body (transpondéry), které slouží k ověřování směru vozidla a zda je vozidlo na trase nebo ne a určují místa zastavení. Tolerance chyby pro tento systém je  $\pm 2,5$  cm. Vozidlo je vybaveno gyroskopem a tím je schopno identifikovat i ty nejmenší změny směru jízdy vozidla a upravovat ho podle požadavků. Využití je vhodné v jakýchkoliv podmínkách od extrémně vysokých až po extrémně nízké teploty i úzké uličky. Nevýhodou je náročnější úprava při změně trasy. Tento systém je znázorněn na obrázku č.2.4 nahoře vlevo. [18]

### **Navádění pomocí naváděcí pásy**

Navádění pomocí naváděcí pásy se používá pro určování trasy doprovodné pásy. Doprovodné pásy mohou být dvojího typu magnetická nebo optická. Optická využívá barevné zbarvení pásy a magnetické pásy mohou být v podobě aktivních nebo pasivních magnetů. Zařízení FTS určuje trasu snímačem podle typu pásy. Podél trasy jsou v podlaze umístěné radiofrekvenční čipy, které vozík rozpozná. Používají se na určení své polohy a k přijetí příkazu. Mezi hlavní výhody systému patří snadné odstranění doprovodné pásy nebo změna trasy. Samotné pásy nepotřebují neustálý zdroj energie. Nevýhodou může být případné znečištění nebo poškození pásy ve frekventovaných oblastech. Tento systém je znázorněn na obrázku č.2.4 nahoře uprostřed. [18]

### **Indukční navigace**

Indukční systém pracuje na principu indukční smyčky. Indukční smyčku tvoří jednopólový vodič zabudovaný v podlaze a napájen konstantní frekvencí, která kolem sebe vysílá signál pomocí magnetického pole a určuje směr jízdy. Vodiče, používané pro vysílání rádiového signálu jsou umístěny v podlaze několik centimetrů pod povrchem a vedou po celé délce trasy. Zařízení FTS je vybavené ve spodní části o senzor, který snímá frekvenci rádiového signálu a podle ní se naviguje. Stěně jako v předchozím systému jsou podél trasy umístěné v podlaze radiofrekvenční čipy, které vozík rozpozná. Tento systém je znázorněn na obrázku č.2.4 nahoře vpravo. [18]

## **Laserová navigace**

Dalším systémem je laserová navigace. Zřízení FTS slouží k vysílání a přijímání laserových paprsků na reflexní materiály umístěné na sloupech, regálech, zařízeních a stěnách. Podle úhlu odrazu paprsku následně určuje vzdálenosti, na základě kterých určuje trasu. Zařízení FTS má v paměti uloženou jízdní trasu, pomocí softwaru nebo zkušební jízdy. Laserová navigace je velmi přesná a také díky své flexibilitě je velmi populární a začíná se rozšiřovat. Nevýhodou tohoto systému jsou značně vysoké náklady. Tento systém je znázorněn na obrázku č.2.4 dole nalevo. [18]

## **GPS navigace**

Předcházející způsoby určování polohy a směru jízdy vozidel jsou dostatečné pro vozidla používaná ve vnitřních prostorách. GPS navigace je systém ideální pro použití na vnějších prostorech. Princip systému je založen na měření vzdálenosti mezi GPS přijímačem a zařízením FTS. Podmínkou pro správné GPS navigace je přímá viditelnost mezi satelitní anténou a anténní přijímače na FTS pro zachycování rádiového signálu. Pro použití ve vnitřních prostorách lze použít místo drahých satelitů s vysokou přesností rádiové majáky, které jsou levnější verzi, avšak zatím nejsou tak přesné. Tento systém je znázorněn na obrázku č.2.4 dole napravo. [18]

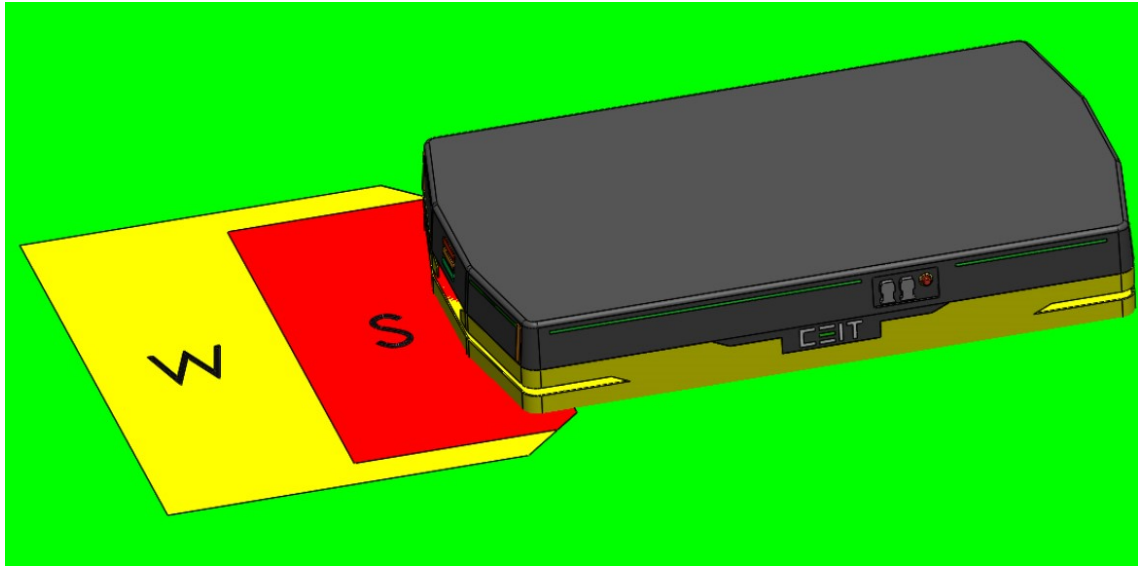
### **2.4.4 Řídící a bezpečnostní systém automatického dopravního vozíku FTS**

Řídící systém hraje klíčovou roli pro fungování FTS systému. Jedná se o pokročilý hardwarově softwarový produkt, který slouží pro sledování, řízení, monitorování automaticky řízených vozidel a průběžný sběr a vyhodnocování informací o systému. Komunikace mezi prvky systému zajišťuje rádiový nebo WIFI signál. [18]

Vozíky FTS jsou vybaveny různými bezpečnostními prvky. Během provozu je nejdůležitější laserový 2D skener sloužící k detekci překážek, dále tyč, která opticky i akusticky signalizuje detekci překážek. Mezi další bezpečnostní prvky patří směrovky, které opticky ukazují směr odbočení, nárazníky, směrová čidla, zpomalovací čidla, akustická signalizace a elektronická brzda. [18]

2D skener snímá prostor před FTS a při výskytu překážky vozík zpomalí nebo zastaví a vizuálně i akusticky signalizuje překážku. Po zastavení se sám znovu rozběhne. Prostor snímáný skenerem se dělí na dvě zóny – zóna W (Warning – varovná oblast) a zóna S

(Stop – ochranná oblast). V zóně W vozík zpomalí a v zóně S vozík zastaví. Podjezdové FTS a zóny jsou orientačně znázorněny na obrázku č.2.5. [18]



Obr. 2.5 Podjezdové FTS a zóny oblastí

Zdroj: Vlastní zpracování

## 2.5 Představení společnosti Škoda auto a. s.

Název společnosti je Škoda auto a. s. Jedná se o akciovou společnost, která má sídlo na tř. Václava Klementa 869 Mladá Boleslav II, 293 01 Mladá Boleslav. Společnost Škoda auto a. s. je největším výrobcem automobilů v České republice. V rámci ČR má společnost tři výrobní závody, hlavní závod je v Mladé Boleslavi a ten je i největší. Další dva pobočné závody jsou v Kvasínách a ve Vrchlabí. Ve Vrchlabí se momentálně vyrábějí Pouze převodovky. Společnost je největším českým exportérem, jedním z největších českých zaměstnavatelů a dlouhodobě je v Česku největší společností i z hlediska tržeb. Důležitým a přelomovým rokem je 1991, kdy se Škoda stala součástí koncernu Volkswagen. Škoda se stala čtvrtou značkou, vedle značek VW, Seat a Audi. Na obrázku č.2.6 je logo společnosti na mapě České republiky a umístění třech závodů. Diplomová práce je psána přímo v pobočném závodu Kvasiny.



Obr. 2.6 Logo společnosti na mapě České republiky a umístění třech závodů

Zdroj: Vlastní zpracování

### **Historie společnosti Škoda auto a. s.**

Historie Mladoboleslavské automobilky začala sestavením bicyklu v roce 1895 mechanikem Václavem Laurinem a knihkupcem Václavem Klementem. U bicyklu vynálezci dlouho nezůstali a brzy přešli ke stavbě motocyklů. Motocykl pojmenovali Slavie. Byla vybudována tak první motocyklová továrna v Rakousko-Uhersku i Německu a mezi prvními na světě. V roce 1905 zakladatelé vyrobili první model automobilu Voiturette A a ten se okamžitě stává prodejním trhákem. Za první světové války se podnik stal součástí válečné výroby. V roce 1925 pak dochází ke spojení značky Laurin & Klement se strojírenským koncernem Škoda Plzeň. Nové modely značky už byly označeny jako Škoda a prvním úspěchem se stal modelem Škoda Popular. Po sametové revoluci v roce 1989 připadla Škodovka Československé republice a vedení společnosti hledalo nového silného zahraničního partnera. Tehdejší vláda našla německý koncern Volkswagen a v roce 1991 se Škoda stala jeho součástí, i průběhu celého 20. století, za obou světových válek a za dob socialismu společnost Škoda nikdy neztratila odhodlání vyrábět vozy špičkové kvality. Od dob Laurina & Klementa rodová linie automobilů řadí značku Škoda mezi nejstarší automobilky na světě. [5]

### **Historie Kvasinské automobilky**

Tato práce je tedy zpracována a seznamuje nás s pobočným závodě v Kvasinách. Je důležitá i historie tohoto závodu. Závod se zabývá výrobou automobilů vyšší třídy. Historie se datuje na rok 1928, kdy mladý inženýr František Karel Janeček koupil kvasinské panství s podporou svého otce Františka Janečka (zakladatele značky Jawa). Mladý Janeček snil o výrobě automobilů. Sen o výrobě automobilů se stal skutečností, splnil se mu v roce 1933 a vznikla nová firma Ing. F. K. Janeček – továrna karoserií. V Kvasinách se vyráběly jenom dřevěné karoserie, které směřovaly do Týnce nad Sázavou. První automobilem se stala Jawa 700. Rozvíjející se výrobu karoserií prakticky zastavila válka. Po válce se Jawa stala součástí firmy Zbrojovka Brno a od roku 1949 se Kvasiny stávají součástí Mladoboleslavské automobilky. Prvním vozem se stala Škoda Superb. Přelom tisíciletí se stal dalším zlomovým rokem pro kvasinskou automobilku, ve kterém byla velká kompletní rekonstrukce, která stála několik miliónů Euro. Poprvé se výroba zastavila na jeden rok. Z Kvasin vyjel opět automobil Škoda Suberb, vozidlo vyšší třídy. Postupná rekonstrukce dalšího rozšíření probíhá do dnes. Vyráběly se zde nádherné vozy, jako je například Jawa Minor 600, Škoda Felicia, Škoda 110R a VW Caddy. Tyto automobily jsou na obrázku č.2.7. Dnes se v Kvasinách vyrábí Škoda Superb IV, SUV vozy jako Seat Ateca, Superb Karoq a Superb Kodiaq. V loňském roce se s faceliftem Škoda Superb IV zahájila výroba hybridního automobilu značky Škoda (Škoda Superb iV). Na výrobě v pobočném závodě Kvasiny se podílí kolem 8000 zaměstnanců.

[5]



**Jawa Minor 600**  
1938



**Škoda Felicia**  
1958-1964  
15 862 vozů



**Škoda 110 R Coupé**  
1970-1980  
57 085 vozů



**VW Caddy (Pick-up)**  
1995-2001  
162 109 vozů

Obr. 2.7 Nejdůležitější modely historie závodu Kvasiny

Zdroj: [5]

### Produkty Škoda auto a. s.

Za posledních 20 let se z firmy, která vyráběla jeden model automobilů se stala společnost, která vyrábí 10 modelů s více variantami provedení. Stala se tak konkurencí celosvětově schopným podnikem. V posledních pár letech se v českých automobilkách Škoda vyrábí i automobily od koncernu, v Kvasinách model Seat Ateca a v Mladé



Boleslavy Seat Toledo. Vedení Volkswagen plánuje i výrobu nového modelu VW Passat na stejné výrobní lince jako Škoda Superb. V loňském roce se rozjela v Mladé Boleslavi výroba prvního elektromobilu Škoda Citigo iV a v Kvasinách jak bylo zmíněno, první hybridní automobil Škoda Superb iV. Nová Škoda Octavia IV se také dá pořídit v hybridním provedení.

Současné vyráběné modely ve společnosti Škoda auto a. s. jsou: První je vlajková loď Škoda Superb a dále hybridní Škoda Superb iV, Škoda Citigo a elektromobil Škoda Citigo iV, Škoda Octavia, Škoda Fabia, Škoda Scala, Škoda Karoq, Škoda Kodiaq a nejnovější model kategorie SUV Škoda Kamiq. Vybrané produkty Škoda auto jsou na obrázku č.2.8.



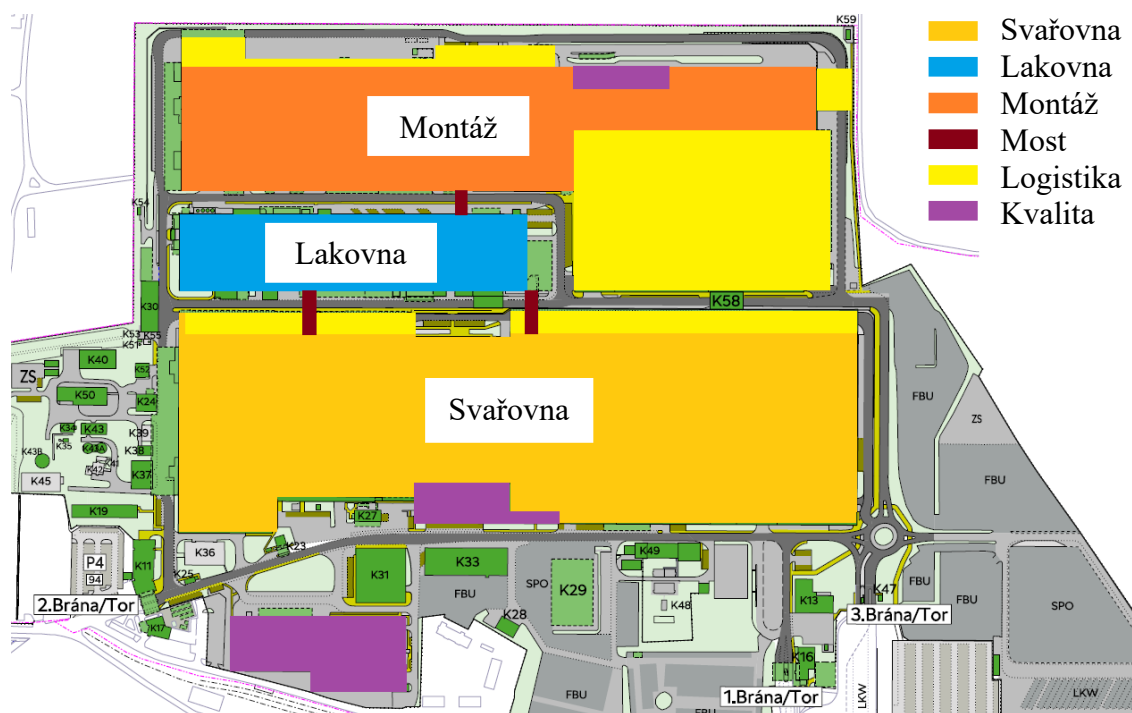
Obr. 2.8 Vybrané produkty Škoda auto

Zdroj: [20]

### **Výrobní technologie závodu Kvasiny**

V pobočném závodu Kvasiny se dá výrobní technologie rozdělit na tři hlavní střediska, Svařovna, Lakovna a Montáž. Do výrobního závodu se dopraví výlisky nebo svařence. Výlisky jsou dopravovány buď ze závodu v Mladé Boleslavi (z lisovny) anebo od nasmlouvaných dodavatelů. Výroba následně začíná svařováním dodávaných komponentů (výlisky, svařence) do větších svařenců, ze kterých jsou zkompletované celé karoserie. Na karoserii jsou přimontované panelové díly (tzv. okovaná karoserie). Okovaná karoserie opouští svařovnu přes most a pokračuje do střediska Lakovna. Prvním krokem jsou předúpravy karoserií (odmaštění, zbavování prachu a nečistot). Následuje

kataforetické lakování, ponoření karoserie do lázně. Dalším krokem je nástřik plastizolu jako těsnícího materiálu a posledním krokem je lakování. Po průchodu lakované karoserie finální kontrolou pokračuje přes most do střediska Montáže. V Montáži probíhá montování a kompletace hotového automobilu. Důležitým střediskem pro montáž je logistika, která ve správném čase a ve správném množství připravuje díly k montážní lince. Prvním krokem v Montáži jsou z lakované karoserie odmontované boční dveře, které přes dopravníky směřují k montážní lince dveří. Zároveň jede ještě jedna montážní linka na podvozky s motory. Lakovaná karoserie bez bočních dveří se pohybuje po hlavní montážní lince a na ní jsou montované díly. Ve správnou chvíli se na daném místě linky karoserie spojí s podvozkem (tzv. svatba) a dále se na karoserii namontují dveře. Po zkontrolování hotového automobilu střediskem kvality končí výrobní proces automobilu v závodě. Výrobní technologie závodu Kvasiny a zároveň mapa je na obrázku č.2.9.



Obr. 2.9 Výrobní technologie závodu Kvasiny

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [5]

## 2.6 Logistické operace a manipulace s materiálem v závodě Kvasiny

Logistické operace a činnosti v závodě Kvasiny souvisí s manipulací a skladování materiálu. Tyto činnosti a operace má na starosti oddělení logistiky. Logistické operace začínají od příjezdu dopravního prostředku do závodu, přes skladování materiálu



k přepravě materiálu na výrobních či montážních linkách ostatních pracovišť logistiky a končí zhotovením a opuštěním konečného výrobku ze závodu.

### **Základní logistické operace a činnosti v závodě Kvasiny**

- Řízení LKW
- Příjem a přejímka materiálu do skladu
- Třídění dílů – Warenfilter
- Příjem drobných zásilek
- Skladování, manipulace a přebalování dílů
- Vyskladnění a výdej materiálu ze skladu
- Navážení materiálu na výrobních/montážních linkách ostatních pracovišť
- Manipulace a nakládání s materiálem a obaly
- Manipulace s konečným výrobkem
- Servis manipulační techniky
- Zajištění správného technického stavu používané techniky [5]

### **Manipulační jednotky a zařízení**

Základní manipulační zařízení s manipulací materiálu ve společnosti:

- Nákladní a osobní automobily LKW
- VZV
- Zdvihací zařízení – jeřáby, manipulátory, zvedací stoly, výtahy
- MV – Manipulační vozík
- FTS – Automatický dopravní vozík
- Přepravní soupravy, logistické vláčky (B-rám, E-rám, speciální podvozky a vozíky)
- Výrobní a montážní linky
- Dopravníkové systémy, spádové regály, manipulátory, regálové zakladače a válečkové dráhy
- Svěšovací/navěšovací zařízení
- Automatický sklad malých dílů (AKL) [5]

### **Manipulační jednotky**

Do závodů Škoda v České republice se materiál převážně přepravuje v paletách od dodavatele. Jedná se o manipulační jednotku II. řádu. Palety jsou buď standardizované podle normy ISO a EUR nebo speciální na přepravu speciálního materiálu (například palety na celé karoserie). Ve skladu jsou palety zaskladňování nebo rovnou tříděny na manipulační jednotky I. řádu. Podle druhu vychystávání je pak materiál přepraven k výrobním linkám.

Pro přepravu mezi závody mimo Českou republiku se využívá manipulační jednotka III. řádu v podobě kontejnerů. Kontejnery jsou přepravovány buď železničním dopravním prostředkem nebo vodním dopravním prostředkem. Nejčastěji se hotové díly přepravovaly do Indie a tam se montoval z těchto dílů celý automobil.

### **Základní pravidla manipulace s materiálem**

Manipulace s materiálem, zbožím se provádí podle technologických postupů a projektů, které přímo předepisují, jaké se mají použít manipulační prostředky, manipulační jednotky, dopravní a navážecí trasy, vychystávací místa, místa nakládání a vykládání materiálu a zásady ochrany přepravovaného materiálu, dílů a výrobků před poškozením. Materiál a výrobky jsou vždy při manipulaci chráněny vhodným obalem před poškozením a tím i zamezením rizik. Poškozený materiál nebo výrobky musí být okamžitě vyřazen z logistického řetězce.

- Při zaskladňování materiálu se nesmí u regálu překročit povolená nosnost pro jednotlivé buňky.
- Materiál přepravovaný LKW se musí zabezpečit, aby nedošlo k posunutí během přepravy, aby nenastalo poškození materiálu s ohledem na bezpečnost dopravy. Materiál je ukládán přímo ke stěně přepravního prostředku a další materiál se přiloží těsně k materiálu. Při nedostačujícím zabezpečení může být náklad vybaven protiskluzovými podložkami a nejideálnější je použití vázacích prostředku, ale aby nebyl poškozen přepravovaný obal a materiál.
- Obaly musí být vždy znovu zdviženy a potom uloženy do správné polohy.
- Obaly nesmí být v žádném případě přetěžovány nad svou stanovenou nosnost.
- U jednotlivých obalů nesmí být překročen stanovený počet obalů ve stohu při plném zatížení příp. stanovená stohovací nosnost spodního obalu.
- V případě kartonových obalů je nutné dbát zvýšené opatrnosti a respektovat manipulační symboly na těchto obalech.

- Při používání MV je řidič povinen evidovat stav provozovaného MV při převzetí a předání, včetně případných změn v průběhu provozu. [5]

V závodě se mimo MV využívají pro dopravu materiálu na výrobní linky také automaticky řízené vozíky FTS. Jedoucí tahač FTS má vždy přednost v jízdě (tzn. např. před ostatními manipulačními prostředky, hotovými vozy atd.). V případě zjištění nefunkčnosti či vážného poškození tahače FTS, je nutné vždy volat pověřenou osobu. [5]

Ve výrobě vozů se používají KLT a GLT obaly. Palety jsou buď standardního nebo speciálního typu. Standardní jsou například používané europalety KLT pro malé díly a do speciálních patří speciálně upravené obaly na plechové výlisky a svařence. Každý plný obal (paletu) musí být označen předepsanou dokumentací a i proto, aby byla zaručena identifikace obalu a výrobku. Principem oběhu obalu je výměna plné za prázdné, prázdné obaly se do oběhu musí dostávat nejen vyprázdněné, ale i čisté a nepoškozené, aby nepoškodily materiál. Poškozený obal je označen žlutou závěskou „Poškozený obal“ se zařazením druhu poškození dle klasifikace závad. [5]

### **Příjem výrobního materiálu do skladu**

Výrobní materiál je od dodavatele dopravován a dále přijímán v oddělení PFK nákladním kamionem (LKW), automobilem nebo zásilkovou službou.

Příjem materiálu do skladu LKW a zásilkovou službou. Proces v závodě Kvasiny začíná příjezdem na centrální příjem LKW Kvasiny. Vjezd LKW je řízen systémem „Evidence zahájení a ukončení nakládky/vykládky. Řidič přepravního prostředku dostane telematiku s GPS (mobilní zařízení), na kterou centrální příjem zasílá informace a pokyny o místě vykládky, popřípadě nakládky a času. Po příjezdu do skladu řidič předá dodací doklady. Skladník zkontroluje, zda dodávka má místo určení v příslušném skladu a zda je dodávka v pořádku. Konec procesu pro řidiče končí na příjezdu centrální příjem LKW Kvasiny, kde získá potvrzené doklady, odevzdá telematiku a za splnění všech podmínek opouští závod. Dále skladník u příjmu postupuje podle normy příjem a zaskladnění materiálu. Zkontroluje daný materiál a pak jsou zásilky roztrženy na výrobní a ostatní. Výrobní materiál je převezen na sklad. Skladník příjmu příslušného skladu potvrdí razítkem a podpisem převzetí materiálu. Každá zásilka je po doručení do určeného skladu zaznamenána v systému SAP. [5]

U některých dílů je při příjmu nutné kontrolovat další údaje. Jsou to například automobilové baterie, které nesmí být v době příjmu starší než 4 týdny od data výroby. Pokud není tato podmínka splněna, musí být materiál izolován. V tomto případě je prováděna namátková kontrola jednoho kusu materiálu v horní vrstvě dodané palety.

### **Identifikace materiálu**

Po provedení identifikace je materiál uskladněn na příslušné úložiště dle informace na HDT terminálu, nebo dle skladové C-závěsky (Identifikační závěska materiálu – sklad). Materiál dodávaný v systému GTL (Global Transport Label – Identifikační závěska materiálu – velký obal) je označen pouze identifikační závěskou od dodavatele. Na vstupu do AKL je automaticky nalepen E-label (Identifikační štítek KLT v AKL), který slouží pro řízení KLT uvnitř skladu AKL. Pokud bude v průběhu skladování shledán uložený materiál útvarem kvality jako vadný, tento materiál je po označení kontrolujícím útvarem nutné izolovat a do doby vystavení kontrolního nálezu označit QST 250. [5]

### **Objednání materiálu ze skladu**

- Systém INEAS MA – systém odvolávek materiálu
- INEAS BMA – automatický systém odvolávek materiálu
- SSW (ANDON4) – Automatické objednávání dílů pomocí senzorů umístěných v regálech
- HDT – terminála pro ruční objednávání
- Systém KANBAN
- Ve výjimečných případech, třeba při výpadku logistických systémů, je možné provést objednání materiálu telefonicky nebo faxem.
- Výdejka materiálu – výdejka materiálu je další formou objednávky materiálu ze skladu. Úplně vyplněná výdejka musí obsahovat: název a číslo dílu, číslo střediska nositele nákladů, konto, označení skladu, měrná jednotka, žádané množství, odebírající středisko, podpis, osobní číslo příjematele, datum [5]

## Vyskladnění materiálu ze skladu

Činnost vyskladnění materiálu ze skladu začíná tehdy, kdy sklad obdrží objednávku o vyskladnění materiálu. Po obdržení objednávky je materiál vyskladněn podle FIFO, první do skladu, první ze skladu. V některých mimořádných případech lze použít metodu LIFO. U objednání materiálu pomocí systému odvolávek materiálu je adresa úložiště materiálu zobrazena na HDT. Výdej materiálu z pevného úložiště, je materiál odebírán přímo z konkrétního předávacího místa ve skladu. Pokud se materiál vychystává ručně, tak se spodní díl C-závěsky vydaného materiálu se použije k odpisu. V prostředí iTLS odpadá manipulace se spodní částí C-závěsky. Odpis materiálu probíhá v tomto případě automaticky potvrzením na HDT. U vyskladnění materiálu v Interní transportní systém (iTLS), který slouží k zásobování výrobních linek pomocí zavážení materiálu pomocí VZV nebo zavážení materiálu pomocí tahače logistických vláček. Systém spravuje transportní zakázky. Samostatně se optimalizují a plánují, snížení chyb ve vychystávání a zvyšuje průchodnost toků materiálu pomocí vyřízení vozíků. Informační funkce systému spravují o stavu zpracování odvolávek materiálu z výroby a umožňují sledování materiálu. V tomto systému není potřeba manipulace se spodní částí C-závěsky. V případě dílčích výdejů je materiál na montážní linky navážen pomocí systému ANDON4 (potřebné informace jsou uvedeny na obrazovce PDA – malém kapesním počítači), nebo KANBAN karty (adresa materiálu umístěna přímo na KANBAN kartě). Výdej materiálu ze skladu AKL je prováděn automaticky. Každé KLT je také automaticky označeno závěskou B-label. [5]

Sekvenční vychystávání. Dalším principem vychystávání je sekvenční vychystávání materiálu nazývané Supermarket. Sekvencí se rozumí vychystávání dílu v pořadí, v jakém projdou vozy montážní linkou. Sekvenční vychystávání je prováděno na základě výlepu vytištěného z Primárního sekvenčního systému. Za účelem digitalizace může být tento systém nahrazen e-paperem. Na vytištěném výlepu jsou informace ke konkrétnímu vozu (číslo dílu, pozice v SQV případně další poznámky). Při odebírání dílů z transportní palety do sekvenční palety je opět nutné dodržovat princip FIFO. [5]

Dávkové vychystávání materiálů. Jedná se o vychystávání dílu k výrobním linkám, kde není dostatek prostoru. Díly jsou buď ve větších obalech nebo jsou rozměrné. Označuje se opět Supermarket. Mezi supermarketem a vlastním místem spotřeby je materiál transportován na základě průběžného doplňování materiálu na montážní linku v určených a většinou ve speciálních obalech.

### **Manipulace s konečným výrobkem**

Konečným výrobkem je samozřejmě automobil. Po opuštění výrobní linky je na automobilu provedena řada testů a kontrol ve středisku kvality. Při nezjištění žádné závady je automobil v závodu umístěn ve vyhrazených prostorách, ze kterých je následně odvezen dopravním prostředkem. V závodu Kvasiny jsou hotové automobily přepravovány silniční a železniční dopravou do distribučních míst (autosalonů) nebo do ostatních závodů Škodovky v zemi nebo po světě.

### 3 Analýza zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL

Tato kapitola je pojednává o analýze současného stavu zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL ve společnosti Škoda auto a. s. v pobočném závodě Kvasiny, a kde i vznikla diplomová práce. Seznámíme se s automatizovaným skladem malých dílů AKL a kompletním způsobem zavážení k výrobní či montážní lince.

#### 3.1 Automatizovaný sklad malých dílů AKL

Společnost Škoda auto a. s. implementuje novými technologiemi v rámci Průmyslu 4.0. První automatizovaný sklad malých dílů byl ve společnosti otevřen v roce 2016 v Kvasinách, pro zajištění vyšší kapacity skladu s náběhem SUV modelů (v hlavním výrobním závodě Mladé Boleslavi byl otevřen automatizovaný sklad v roce 2018). Automatizovaný sklad je projekt založený na principu Průmysl 4.0. Naskladňování a vyskladňování dílů ze skladu probíhá plně automaticky. Menší díly v přeprávkách KLT se odtud dle potřeby výroby dodávají just-in-sequence přímo na montážní linky. Vysoký stupeň automatizace umožňuje zvýšení kvality práce, zrychlení logistických procesů, minimalizaci chybovosti zaměstnanců a využití uspořené pracovní síly pro jiné logistické činnosti. Na obrázku č.3.1 je sklad AKL a celé schéma skladu je v příloze A.



Obr. 3.1 Sklad na malé díly AKL

Zdroj: Vlastní zpracování

Automatizovaný sklad se skládá z automatizovaného a ručního vstupu, automatizovaného výstupu, NOK stanice, urgentního výstupu, dopravníků, zakladačů a regálů. Na automatizovaném vstupu jsou dva roboti, ke kterým se paleta s KLT a robot naskenuje a zaskladní KLT přes dopravníky a zakladače do regálu. Díly, které nejsou v normalizovaných KLT přepravkách se musí přebalit a následně zaskladnit přes ruční vstup. NOK stanice slouží pro kontrolu, záměnu, opravu KLT a používá se i jako částečný výdej. Vyskladněnou KLT pokládají 2 výstupní roboti na 8 zdvihacích stolů a KLT jsou nasunuty na „Pushery“. Pushery KLT následně obsluha připraví k rozvozu na linku.

Celý sklad je vybaven automatickými kontrolními operacemi na dopravníku. Například kontrola hmotnosti KLT za účelem eliminace případných záměn dílů a ověření správnosti počtu kusů a obrysová kontrola pro ověření typu KLT a zamezení kolize při manipulaci zakladače.

### **Základní informace skladu**

- Kapacita skladu – 45144 KLT
- Výška skladu – 10 m
- Plocha skladu – 1750 m<sup>2</sup>
- Kapacita vstupu – 500 KLT/h (jeden robot 250 KLT/h)
- Kapacita výstupu – 500 KLT/h (jeden robot 250 KLT/h)
- Počet zakladačů – 12
- Počet regálových řad – 24

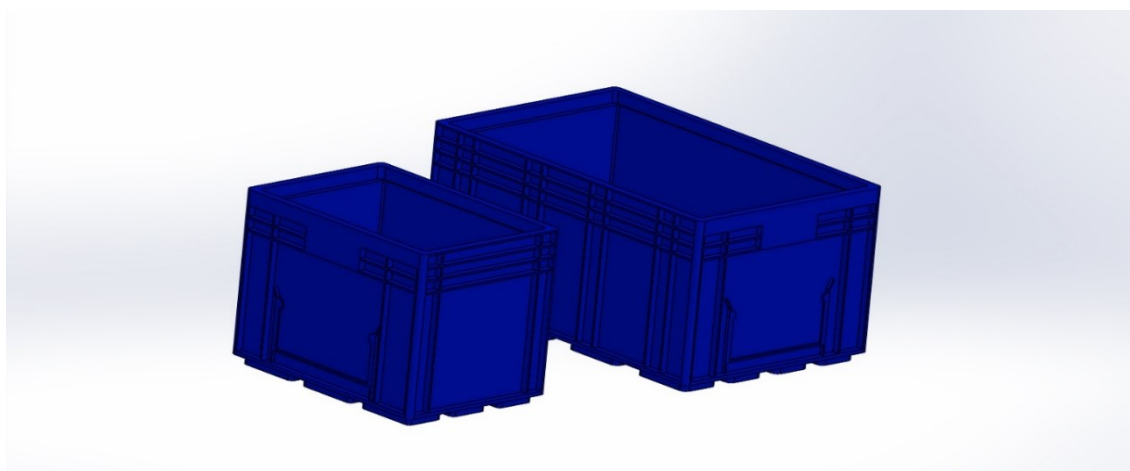
### **Manipulační jednotka**

Automatizovaný sklad pracuje s platovými přepravkami KLT, ve kterých jsou jednotlivé díly i o větším počtu. KLT přepravky spadají do manipulační jednotky I. řádu. Díly jsou do skladu nejčastěji dopravovány v paletách o rozměru 1200 x 1000 mm, tedy se jedná o manipulační jednotku II. řádu. Od některých dodavatelů jsou díly umístěné do papírových přepravek, krabic, které se musí přebalit do klasických plastových KLT přepravek. KLT přepravky mají hladké dno, zesílené plochy na čelní a podélné straně pro využití automatické manipulace. Pro ruční manipulaci jsou ergonomické rukojeti na čelních stranách. Na bočních stranách je kapsa na uložení informací o díly. Používaná KLT mají standardní modrou barvu. Automatizovaný sklad pracuje s 5 druhy KLT:



- KLT 6280 s rozměrem 600 x 400 x 280
- KLT 6147 s rozměrem 600 x 400 x 147
- KLT 4280 s rozměrem 400 x 300 x 280
- KLT 4147 s rozměrem 400 x 300 x 147
- KLT 3147 s rozměrem 300 x 200 x 147

Příklady plastových přepravek KLT 6280 a KLT 6147 jsou na obrázku č.3.2. Pro příklad na paletě podle normy ISO o základním rozměru 1200 x 1000 mm se největší KLT naskládá 20. Příklady přepravovaných dílů v KLT je v tabulce 3.1.



Obr. 3.2 Příklady plastových přepravek KLT 6280 a KLT 6147

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 3.1 Příklady přepravovaných dílů v KLT

Folie ochranná	Nýty	Anténa	Kusy tlumiče	Houkačka s držákem
Průchodka	Čepy	Airbag	Světlo brzdové	Tlumení razení
Bowden	Osvětlení SPZ	Senzory	Manžety	Štítky
Šrouby	Zátky	Řídící jednotky	Víčka palivové nádrže	Lambda sondy
Matice	Podložky	Vedení kabelu	Čerpadlo podtlaku	Zámek pasu
Zámky dveří	Hadice	Přichytky	Pouzdro ochranné	Pánev ložiska

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.2 Zavážení montážní linky

Zavážení montážní linky začíná vyskladněním dílu KLT ze AKL. Vyskladnění dílu probíhá automaticky. Než se KLT dopraví k výstupnímu robotu, tak je automaticky polepená štítkem s etikety k označení KLT z AKL – B-label. Vyskladnění materiálu ze skladu začíná tehdy, kdy sklad AKL obdrží objednávku o vyskladnění materiálu. Po obdržení objednávky je materiál ze skladu vyskladněn podle FIFO a to první do skladu, a první ze skladu. Objednávací systémy pro objednání materiálu v KLT z logistického skladu do výroby k montážním linkám jsou 4 (INEAS BMA, INEAS MA, SSW (ANDON4), KANBAN).

- INEAS BMA – Systém pro automatické odvolávky materiálu na základě výpočtu potřeby a hlášení o průchodu automobilu přes odvolávací body (FIS evidenční body). Odvolávací bod je vypočten na základě umístění místa potřeby dodávaného dílu, rychlosti pohybu linky a doby nutné k nové dodávce materiálu ze skladu. V systému BMA dochází k simulaci průchodu jednotlivých automobilů montážní linkou a zároveň k rozpadu těchto vozů na jednotlivé odvolávané díly.
- INEAS MA – Systém pro ruční objednání materiálu operátorem zadáním údajů přes PC terminál nebo načtením čárového NB kódu na regálovém štítku u materiálu pomocí skeneru tzv. HDT terminálu. Slouží jako záložní systém při výpadku systému BMA.
- SSW (ANDON4) – Automatické objednávání dílů pomocí senzorů umístěných ve spádových regálech na KLT. Senzor přezdívaný koník je mechanicko-elektrická součástka, která podle zatížení pružinky vyhodnocuje aktuální stav. Senzor průběžně odesílá informace o svém stavu do systému, ten vyhodnotí, zda je pružinka zatížená nebo uvolněná. Standardní odvolávka má čas doručení na místo potřeby 2 hod. Na obrázku č.3.3 je systém SSW ANDON4 (koník).
- KANBAN – Objednávky pomocí KBK karet, které slouží jako požadavek pro vyskladnění příslušného materiálu.



Obr. 3.3 Objednávání pomocí systému SSW ANDON4 (koník)

Zdroj: Vlastní zpracování

### Zavážení dílu na montážní linku

Do skladu AKL k vyskladňovacích robotů obsluha připraví Pusher do boxu. Pusher jeden z vyskladňovacích robotů je naplněn 24 KLT, následně obsluha vytáhne z boxu a připraví k rozvozu na linku, ke každému Pushery se z AKL vytiskne dokument o umístění jednotlivých dílů. Rozvoz probíhá logistickým vláčkem se dvěma perifériemi typu c-rám. Logistický váček řídí obsluha, která si připravený Pushery naloží nasune na c-rám a převezme dokument. Celkem jezdí 7 logistických vláčků a jeden tedy přepraví 48 KLT. Na obrázku č.3.4 je zobrazen logistický vláček s dvěma Pushery. Na jeden Pusher se nakládá do tří řad, jedna řada má 8 KLT. Vrchní řada slouží na prázdné KLT.



Obr. 3.4 Logistický vláček se dvěma Pushery

Zdroj: Vlastní zpracování

Logistický vláček pokračuje až k montážním linkám. V závodu Kvasiny jsou k dispozici dvě montážní linky (ML1 a ML2). Zavážení dílů na montážní linky má systém AKL tzv. okruhů. Aktuálně je 6 okruhů (žlutý, červený, modrý, černý, hnědý a drahé díly) a tři další místa mimo budovu montáže (lakovna, svařovna, chráněná dílna a na tyto oblasti jsou KLT dopravovány VZV). Přehled okruhů z oblasti doručení a typem objednávky je v tabulce 3.2. Řídicí systém skladu WMS sbírá objednávky KLT a přiřazuje je k jízdám okruhů a logistickým vláčkům. Vyskladňovací roboti nakládají KLT přímo v pořadí vykládky KLT při jejich rozvozu obsluhou do regálů na lince.

Tab. 3.2 Přehled okruhů z oblasti doručení a typem objednávky

Okruhy	Oblast doručení	Typ objednávky
Žlutý	Montáž ML1	ANDON, BMA, HTD/ručně
Červený	Montáž ML1	ANDON, BMA, HTD/ručně
Modrý	Montáž ML2	ANDON, BMA, HTD/ručně
Černý	Montáž – sklad	ANDON, HTD/ručně
Hnědý	Montáž – sklad patro	ANDON, HTD/ručně
Drahé díly	–	ANDON, HTD/ručně
Lakovna	–	ANDON, HTD/ručně
Svařovna	–	ANDON, HTD/ručně
Chráněná dílna	–	ANDON, HTD/ručně

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední operací zavážení dílu na montážní linku je uložení KLT k montážní lince. U montážních linek jsou umístěny spádové regály z trubkového modulárního systému, které jsou doplňovány logistickými operátory logistického vláčku. Výhodou modulárního trubkového systému je snadné přizpůsobení k změně velikosti přepravek KLT a snadná kontrola stavu zásob vizuálně (pokud se jedná o ruční objednávání). Při zaskladňování do regálů je nutné dbát zásad FIFO. Spádový (trubkový) regál u montážní linky je na obrázku č.3.5.

Plné KLT se ukládají ve spodnějších řadách v regálu a prázdné KLT montážní dělník umísťuje na horní řadu regálu. Operátor logistického vláčku prázdné KLT umístí na horní

řadu Pusheru a odveze na místo, které se třídí prázdné KLT podle velikosti a odesílají se dodavateli dílu.



Obr. 3.5 Spádový (trubkový) regál u montážní linky

Zdroj: Vlastní zpracování

### **3.3 Analýza zavážení výrobních linek z automatizovaného skladu malých dílů AKL**

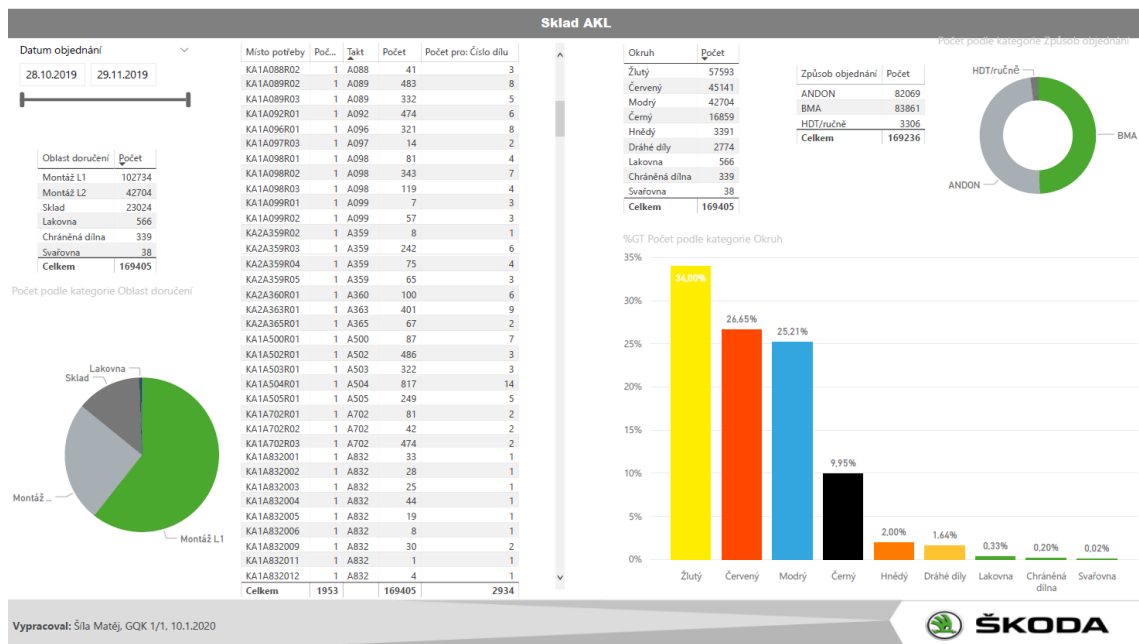
Předchozí dvě části této kapitoly byly zaměřeny na současný stav automatizovaného skladu AKL a princip zavážení na montážní linku. V této části kapitoly jsou zmiňované početní informace a operace početně vyjádřené za použití analistického nástroje Power BI.

#### **3.3.1 Analytický nástroj Power BI**

O analytickém nástroji pro Business Intelligence se v poslední době ve společnosti Škoda auto a. s. rozšířil po všech oddělení. Nástroj je od společnosti Microsoft a celá platforma Power BI přinesla do prostředí společnosti evoluci v práci s daty. Power BI je nástroj, který slouží pro tvorbu interaktivních datových analýz a jejich prezentaci. Pomocí tohoto nástroje lze za velmi krátký čas efektivně proměnit velké množství dat v užitečné informace a lépe a rychleji se rozhodovat. Nástroj Power BI je vhodný a praktický pro každého, kdo dobře pracuje s Excelem a zvládá základní logiku práce s daty. Díky

tomuto nástroji mohou vznikat stručné souhrnné datové přehledy, které interaktivní formou umožňují objevovat nové souvislosti mezi různými ukazateli. Při troše šikovnosti můžete za pár hodin práce vytvořit funkční produktivní řešení, se kterým mohou vaši kolegové či nadřízení okamžitě pracovat i na svých mobilních zařízeních.

Na obrázku č.3.6 je ukázka plochy či vizualizace z analytického nástroje Power BI. Jedná se o plochu analýzy této práce, kde je vidět zkoumané období, jednotlivé okruhy, způsoby objednávání a jejich počet, celkový počet dílů a celkový počet regálů. V pozadí analistického nástroje je několik excelových tabulek spojených dohromady. Výhoda tohoto nástroje je v tom, že dokáže všechny informace zobrazit na jedné ploše, a ještě je přizpůsobovat filtrům. Při zjišťování informace jenom o žlutém okruhu (filtr), stačí kliknout na graf okruhů (žlutý sloupec) a všechny ostatní informace jak v grafů, tak i tabulek se zobrazí jenom o žlutém okruhu. [5]



Obr. 3.6 Plocha z analytického nástroje Power BI

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.3.2 Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL

Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL se týká všech dílů, které opustí sklad. Informace jsou brány z analytického nástroje Power BI, kde tyto informace (pro Power BI data) dále slouží pro návrh práce. Hlavním zdrojem pro Power BI byla data získaná zpětně z odvolávek, objednávek z montážní linky, které se generují každý den ze systému

automatizovaného skladu AKL. Data jsou za období jednoho měsíce z listopadu 2019. Výroba za poslední rok a v plánu na další měsíce se ohledně v počtu modelů moc neliší a tato data se dají použít jako při průměrné výrobě. Každý den je tedy vygenerována jedna odvolávka v excelové tabulky. Za celý měsíc je tedy k dispozici kolem 30 excelových tabulek, které se v nástroji Power BI spojily a následně se mohly analyzovat a vizualizovat. Ukázka vizuálu je na obrázku č.3.6. Tento nástroj čerpá z určité složky (zdrojová data), kde jsou excelové tabulky umístěny. Výhodou nástroje je okamžitá aktualizace. Přidá-li se další vygenerována tabulka odvolávek z AKL, všechna data a vizualizace se aktualizují.

Odvolávka je excelová tabulka, která se skládá ze sloupců a řádků. Jednotlivé řádky jsou díly, které byly objednány a vyskladněny ze skladu AKL kolik řádků, tolik je dílů. Tabulka tvoří několik sloupců, hlavní sloupce jsou: určení skladu, číslo dílů, způsob objednání, místo potřeby, datum a čas objednání, datum a čas nejpozději zavezeného dílu na linku, datum a čas vyskladnění. Z těchto sloupců lze v nástroji Power BI přidat další sloupce jako například: o jaký se jedná takt, okruh, anebo průměrný čas vyskladnění. Pokud by byla potřeba lze zjistit podle čísla dílů a o jaký se jedná model.

### **Informace zjištěné o vyskladnění KLT ze skladu AKL**

- V první řadě se ve skladu AKL nachází a vyskladňuje jak na montážní linky, tak na ostatní oblasti doručení 2934 různých dílů.
- Průměrný počet vychystaných dílů za den 5294 KLT.
- Maximální počet vychystaných dílů za den ve zkoumaném období 6759 KLT.
- Za celý měsíc se vychystalo 169405 KLT.
- Procentuální počet a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání je zobrazen v tabulce č.3.3.

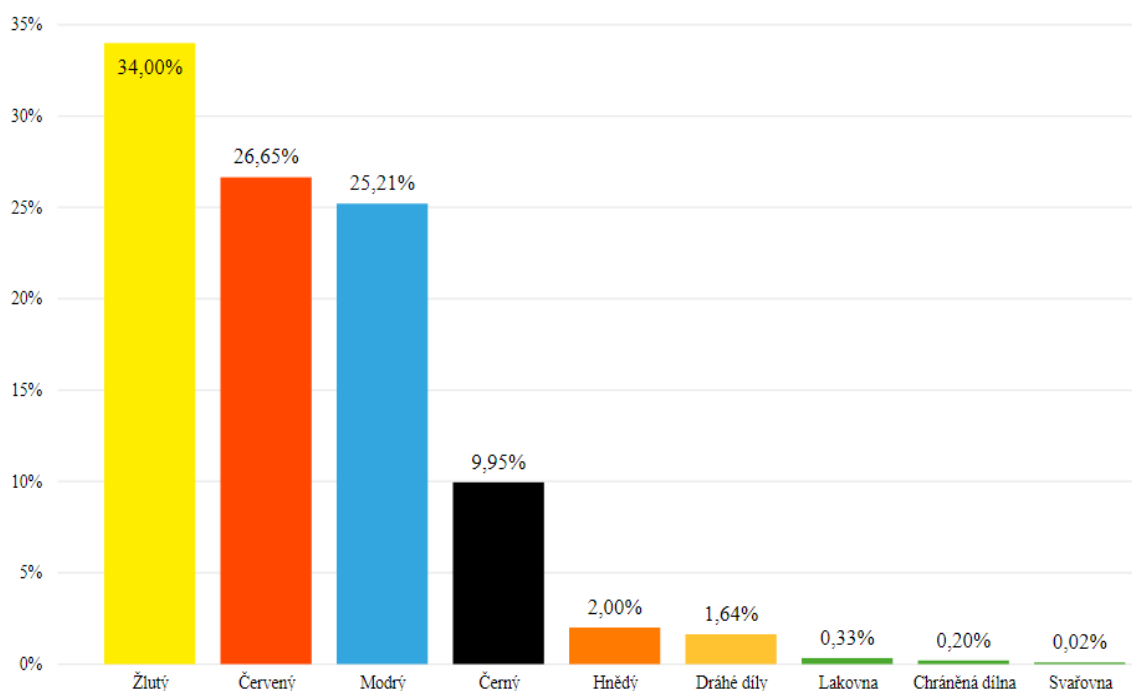


Tab. 3.3 Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání

Způsob objednávání	Počet KLT za měsíc v %	Počet KLT za měsíc
INEAS BMA	49,6	83861
SSW (ANDON4)	48,5	82069
HTD/ručně	1,9	3306

Zdroj: Vlastní zpracování

- Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů je pro znázornění zobrazen v grafu 3.1. Z grafu to vyplývá, že nejvíce dílu se dopravuje k montážním linkám.
- Počet míst spotřeby (celkový počet regálu), kam se dodávají KLT je 1953.



Graf 3.1 Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.3.3 Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo na montážní linky

Pro další analýzu je potřeba zmínit, že tato práce se zabývá hlavně zavážením výrobních montážních linek. Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo na montážní linky jsou stejné jako v předchozí části v analytického nástroji Power BI, ale jsou vyfiltrovány (vybrány) jenom okruhy žlutý, červený a modrý.



### Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo na montážní linky

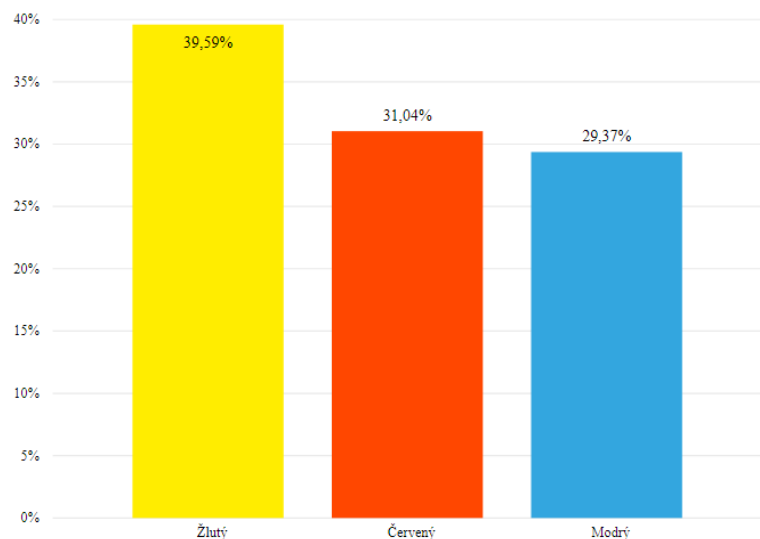
- V první řadě se ve skladu AKL nachází a vyskladňuje jenom pro montážní linky 2392 různých dílů.
- Průměrný počet vychystaných dílů za den 4542 KLT.
- Maximální počet vychystaných dílů za den ve zkoumaném období 5839 KLT.
- Za celý měsíc se vychystalo 145345 KLT.
- Procentuální počet a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání je zobrazen v tabulce č.3.4.

Tab. 3.4 Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání pro montážní linky

Způsob objednávání	Počet KLT za měsíc v %	Počet KLT za měsíc
INEAS BMA	57,1	83861
SSW (ANDON4)	41,1	59732
HTD/ručně	1,2	1752

Zdroj: Vlastní zpracování

- Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů je pro znázornění zobrazen v grafu 3.2. Z grafu vyplývá, že montážní linka jedna je větší než montážní linka dvě s poměrem 2,4 : 1.
- Počet míst spotřeby (celkový počet spádových regálů), kam se dodávají KLT je 1427.



Graf 3.2 Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů pro montážní linky

Zdroj: Vlastní zpracování

### Podrobnější informace o okruzích montážních linek

Podmínkou pro objednání dílů je jejich doručení k montážní lince do 2 hodin (120 minut). Do té doby je nutné zavést daný díl, aby se nezastavila linka. Z výpočtu provedeném v Power BI z data a času objednání a vyskladnění je zjištěné, že průměrná doba vyskladnění dílů ze skladu AKL je 64 minut, tedy potřebná průměrná doba k zavezení dílu k montážní lince je 56 minut.

Podrobnější informace o okruzích montážních linek jsou důležité pro návrh. Délka okruhu se uvažuje bez vracení prázdných obalů KLT na místo třídění prázdných obalů. Okruh s vracením prázdných obalů je delší o 240 m. Žlutý okruh a červený jsou součástí linky jedna a zbylý modrý okruh je montážní linka dva. Okruhy se podrobněji dělí podle ulic a jsou značené velkým písmenem od začátku abecedy.

- Nejdříve červený okruh: dělí se na ulici A, B a část ulice J. Tento okruh má vzdálenost od AKL 271 m a celková délka okruhu od vyjetí od AKL až k příjezdu zpět je 1903 m. Pro červený okruh se vyskladňuje 887 různých dílů a celkový počet míst spotřeby (celkový počet spádových regálu), kam se dodávají KLT je 428. Maximální počet zavážených dílů za zkoumané období, průměrný počet na den je 1800 KLT.
- Žlutý okruh se dělí na ulice C, D, E, F, H a vzdálenost od skladu je stejná jako u červeného okruhu. Celková délka okruhu od vyjetí od AKL až k příjezdu zpět

je 1916 m. Pro žlutý okruh se vyskládňuje 1168 různých dílu a celkový počet míst spotřeby (celkový počet spádových regálu), kam se dodávají KLT je 730. Maximální počet zavážených dílů a podmínky opět jako u červeného okruhu, je 2299 KLT.

- Poslední modrý okruh se dělí na ulice K, L, M, R, S, T a část z ulice A a J. Modrý okruh od AKL je vzdálenost 430 m a celková délka okruhu od vyjetí od AKL až k příjezdu zpět je 1880 m. Pro montážní linku dva (modrý) se vyskládňuje 1169 různých dílu a celkový počet míst spotřeby (celkový počet spádových regálu), kam se dodávají KLT je 269. Maximální počet zavážených dílů opět se stejnými podmínkami je 1769 KLT.

### **3.4 Slepá místa systému zavážení a návrh na zlepšení**

Po důkladné analýze systému zavážení montážních linek malými díly bylo zjištěno, že by se dalo vylepšit použitím prvků automatizace souvisejícím s Průmyslem 4.0.

Malé díly jsou ze skladu AKL dopravovány na tři okruhy (dlouhé okruhy), kde operátor logistiky s logistickým vláčkem musí vždy objet jeden celý okruh a urazí tak dlouhou trasu. U odstavných ploch u skladu vzniká v některých případech mnoho Pushery naráz, důvodem jsou bezpečnostní pauzy a pauzy na oběd operátorů logistiky a může se stát, že díl nedorazí včas na montážní linku. Jeden z nedostatků systému je manipulace malých dílů logistickým operátorem do příslušných regálů, kde operátor musí opustit logistický vláček. Třeba se stává nebezpečným, protože v současném provozu probíhá zavážení montážní linky i jinými díly. Navíc má tento způsob zásobování logistickými vláčky má vysoké přímé náklady v podobě mezd logistických operátorů. Zavážení montážních linek od skladu AKL v pobočném závodě Kvasiny pracuje aktuálně v osmnácti směnném systému. Montážní linky tedy zaváží 7 logistických vláčků a 1 operátor, který obstarává Pushery od robotů. Celkem na směnu je 8 lidí. V třisměnném systému je potřeba 24 zaměstnanců, ale v tomto osmnácti směnném systému je potřeba 32 zaměstnanců. Hlavní podmínkou návrhu bude zavážení linky bez potřeby přímé obsluhy.

Jedno z řešení je použití zavedením prvků automatizace v podobě technologie automatického dopravního vozíku FTS. Jednotlivý FTS by se společným systémem řízení komunikovaly se skladem AKL a zajistily tak kontinuální zavážení montážní linky malými díly v přesném množství a čase, ve kterém je potřeba. Dalším důsledkem

technologie je eliminace přímých nákladů v podobě mezd logistických operátorů a eliminace ztrát času při přestávkách.

Předběžně lze očekávat více automatizovaných dopravních vozíků FTS než logistických vláčků, bude se dál jednat, za jakou dobu bude návratnost investice. Vliv průmyslové revoluce 4.0 směřuje k automatizaci a digitalizaci výroby, a hlavně se snaží ušetřit zaměstnance a zařadit je na jiné pracovní pozice.

## **4 Optimalizace zavážení výrobních linek s prvky automatizace**

V předešlé kapitole byla provedena důkladná analýza a určení, kde se nachází „slepá místa“ zavážení výrobních (montážních) linky. V této kapitola popisuje cíl diplomové práce, ve které je vytvořen systém zásobování výrobních linek a jsou zde popsovány nové návrhy způsobů zavážení výrobních linek s prvky automatizace a pomocí technologie FTS. Nejdůležitější podmínkou pro návrhy je, aby se pokud možno, neupravovalo vyskladňování robotů ve skladu AKL, ale aby se daly použít a uplatnit prvky automatizace a technologie FTS a bude třeba nutně současný systém částečně upravit.

### **4.1 Počet potřebných automatických dopravních vozíků FTS**

Zásadní podmínkou pro nahrnování je potřebné určit počet automatizovaných vozíků FTS, které dokážou zavážet montážní linky bez nutnosti operátora logistiky. Pro navrhování je důležité schéma montážní haly se skladem AKL, je znázorněná v příloze B a jsou tam znázorněné i tři okruhy. Pro návrh technologie FTS se uvažuje, že jeden vozík přepraví 20 KLT (zjištěné množství, které by jedno FTS dokázalo přepravit).

#### **4.1.1 Výpočet počtu FTS podle skladu AKL**

Výpočet podle skladu AKL vyplývá z maximálního možného počtu vyskladnění KLT vyskladňovacími roboty. Dva roboti vyskladní 500 KLT/h a z počtu přepravovaných KLT jedním FTS je 20 KLT. Počet vyskladnění KLT z AKL se podělí počtem přepravovaných KLT jedním FTS. Výsledné číslo 25 znázorňuje maximální počet potřebný FTS při maximálním vytížení skladu AKL za jednu hodinu. Předpokládá se, že jeden vozík FTS urazí trasu (okruh) za jednu hodinu.

- Maximální hodnoty – 500 KLT/h → 25 FTS

Z analýzy minulé kapitoly za zkoumané dané období vyskladňovací roboti v žádném případě nevyskladňovali 500 KLT/h, ale o hodně méně. Průměrný počet vyskladněných KLT za hodiny nepřesáhl 300.

- Maximální počet vyskladnění ze skladu AKL pro všechny okruhy – 6759 KLT/den = 282 KLT/h → 14,1 FTS
- Vyskladňování jen pro montážní linky – 5839 KLT/den = 244 KLT/h → 12,2 FTS

Závěr výpočtu řeší potřebný počet vozíků FTS. Při úvaze, že jedna trasa (okruh) je za jednu hodinu, tak maximální počet vozíků FTS nepřekročí 25 kusů. Z analýzy vyplývá, že pro vyskladňování pro montážní linku je potřeba 13 vozíků FTS při úvaze zavážení i skladu 15 vozíků FTS. Vytíženost vyskladňovacích robotů je 56,4 %. (jedná se průměrnou hodnotu).

#### 4.1.2 Základní výpočet pro počet FTS

Předchozí výpočet vyplývá z informací o skladu AKL a musí být splněna podmínka, že jedna trasa (okruh) trvá jednu hodinu. Tento výpočet se zabývá časovými parametry dodávky na jedno FTS a závěrem je přesnější výsledný počet vozíků FTS.

V první a nejjednodušší řadě je nasazení technologie FTS na současné tři velké okruhy (plus jeden okruh ve skladu). Na současném zavážecím procesu vzdálenosti okruhů jsou, dány pro výpočet bez vracení prázdných KLT na místo třídění prázdných obalů.

Hlavní podmínkou je, aby doba obratu (cyklu) jednoho vozíku nepřekročila 56 minut. Jednotlivé parametry výpočtu jsou vzdálenost s nákladem a bez nákladu, počet KLT a tím čas na vykládání, čas nakládání a vyskladňování vyskladňovacími roboty (obstarává robot v AKL), počet přepravovaných KLT za den a rychlost voleného FTS. Poslední hodnotou je přepravný faktor zahrnující blokování, čekání FTS v radě na křižovatkách nebo nabíjení.

Tab. 4.1 Parametry potřebné pro výpočet

Okruh	Vzdálenost s nákladem [m]	Vzdálenost bez nákladu [m]	Přepravný faktor	Počet KLT den	Počet dodávek za hodinu
Červený	1632	271	0,7	1800	4
Žlutý	1642	271	0,7	2299	5
Modrý	1450	430	0,7	1769	4

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro jednodušší znázornění jednotlivých parametrů v tabulce č.4.1. Všechny parametry vyplývají z minulé kapitoly o analýze, jenom parametr počet dodávek za hodinu je vypočten zvlášť. Tento parametr je vypočten z počtu KLT přepravovaných za den, dělí se 24 hodinami a dále se dělí počtem přepravovaných KLT 20. Následně se hodnoty zaokrouhlí nahoru. Zbylé parametry, které nejsou v tabulce a jsou potřebné pro výpočet (pro všechny okruhy jsou stejné):

- Čas nakládání závisí na vyskladňovacích robotů v AKL (jeden robot), který dokáže 24 KLT (jeden Pushery) za minimální možný čas 5,7 minut, ale pro výpočet je potřeba 20 KLT, v přepočtem to je za 4,8 minut. V mnoha případech není ucelená objednávka a v praxi nakládání trvá déle, proto se pro výpočet uvažuje s časem nakládání za 5 minut.
- Čas vykládání souvisí s principem zavážení montážních linek. Uvažuje se automatizovaném. Uvažuje se, že čas na vykládání jedné KLT bude 1 minuta, tedy celkový čas vykládání bude 20 minut (zde je veliká časová rezerva).
- Rychlost voleného FTS je dána konstrukcí automatizovaného vozíku FTS. Někteří výrobci uvádí rychlost až  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , ale v běžné praxi se používá  $1-2 \text{ m.s}^{-1}$ . Vzhledem dlouhé vzdálenosti okruhů rychlost FTS by měla být  $2 \text{ m.s}^{-1}$ .

### Výpočet pro počet FTS

*Celkový čas na dodávky na jedno FTS ( $T_{dv}$ ) – doba obratu*

$$T_{DV} = \frac{D_{PL}}{v_{PL}} + t_{LOAD} + t_{UNLOAD} + \frac{D_{PR}}{v_{PR}} \quad (4.1)$$

kde:

$T_{DV}$  – celkový čas dodávky na jednoho FTS [min]

$D_{PR}$  – celková přemístěná přepravní vzdálenost s nákladem [m]

$D_{PL}$  – celková přemístěná přepravní vzdálenost bez nákladu [m]

$v_{PR}$  – rychlost plného vozidla [ $\text{m.s}^{-1}$ ]

$v_{PL}$  – rychlost prázdného vozidla [ $\text{m.s}^{-1}$ ]

$t_{LOAD}$  – čas nakládky manipulačních jednotek [s]

$t_{UNLOAD}$  – čas vykládky manipulačních jednotek [s]

Počet dodávek (jízdy) na jedno FTS za hodinu ( $N_{DV}$ )

$$N_{DV} = \frac{60T_f}{T_{DV}} \quad (4.2)$$

kde:

$N_{DV}$  – počet dodávek (jízdy) na jedno FTS za hodinu [-]

$T_{DV}$  – celkový čas dodávky na jedno FTS [min]

$T_f$  – přepravní faktor zahrnující blokování a čekání vozidel v řadě na křižovatce [-]

Počet FTS ( $N_{FTS}$ )

$$N_{FTS} = \frac{N_D}{N_{DV}} \quad (4.3)$$

kde:

$N_{FTS}$  – počet FTS [-]

$N_{DV}$  – počet dodávek (jízdy) na vozidlo a (soupravu) za hodinu [-]

$N_D$  – počet potřebných dodávek za hodinu [-]

Pro zjednodušení je výpočet tří okruhů proveden v programu Excel a celý výpočet je zobrazen v tabulkách v příloze D. Závěr základního výpočtu pro počet automatizovaných dopravních vozíků FTS je znázorněn v tabulce 4.2. Závěrem výpočtu je potřeba 13 FTS, ale základní podmínka, aby celkový čas dodávky na jedno vozíku FTS byl pod 56 minut, nebyla splněna. Jednou možnou variantou je přidat více vozíků FTS.

Tab. 4.2 Přehled závěru výpočtu počtu FTS pro současné tři okruhy

Okruhy	Čas dodávky na jedno FTS [min]	Počet dodávek na jedno FTS za hodinu	Počet FTS	Celkový čas dodávky na vozidlo [min]
Červený	40,8	1,027	4	58,4
Žlutý	40,9	1,025	5	58,5
Modrý	40,6	1,032	4	58,1
Počet FTS vozíků			<b>13</b>	

Zdroj: Vlastní zpracování



## Výpočet a návrh nových okruhů

Stávající proces zavážení tří okruhů jsou pro technologii FTS nevyhovující. Automatizované dopravní vozíky FTS podle analýzy a z výpočtu nasazení na současných okruzích jeden cyklus by byl delší, než byl požadovaný čas a FTS by absolvoval tak velkou vzdálenost, kde by musel být velký počet FTS, což představuje vyšší náklady a investice. Nový návrh zavážení montážních linek spočívá v návrhu upravených okruhů, které se rozdělují na větší a menší okruhy vyplývající ze stávajících třech okruhů, aby se snížila přepravovaná vzdálenost, a tím i energetická náročnost. Nových okruhů bude dohromady 11 (plus jeden okruh ve skladu, 12). Pro nové okruhy je obdobný výpočet pro počet FTS jako na výpočtu současných třech okruhů. Teoreticky je potřeba tedy 11 obdobných výpočtů jako na současných třech okruzích, kde byly jenom tři.

Podrobnější informace o nových okruzích – Aby bylo vůbec možné vypočítat potřebný počet vozíku FTS je nezbytné určit 11 nových okruhů. Pomocí analytického nástroje Power BI a úvahy pro zjednodušení zavážecího procesu se určily podrobnější informace o nových okruzích montážních linek, schéma nových okruhů montážních linek a skladu AKL je znázorněno v příloze C. Z červeného okruhu se určily tři, ze žlutého čtyři a z modrého čtyři. Značeny jsou od jedničky po jedenáctku. Důležité jsou informace o okruzích – jako je celková vzdálenost okruhu, vzdálenost okruhu od skladu, počet dodávaných různých dílů, celkový počet míst spotřeby, maximální počet KLT na den a další informace pro výpočet jako je počet dodávek za hodinu, jsou znázorněny v tabulce č.4.3. V této tabulce je i znázorněné z jakého okruhu ty nové vyplývají podbarvením. Všechny ostatní parametry vyplývají z předchozího výpočtu na současných okruzích. Nakonec byl přidán poslední okruh, který značí sklad.

Tab. 4.3 Parametry potřebné pro výpočet nových okruhů

Okruh	Celková vzdálenost [m]	Vzdálenost od AKL [m]	Počet dílů	Počet míst potřeby	Počet KLT den	Počet dodávek za hodinu
1	654	271	183	33	388	1
2	1303	271	716	389	1363	3
3	751	271	14	6	66	1
4	1256	271	424	248	914	2
5	1146	271	112	37	342	1
6	739	271	421	335	621	2
7	1296	271	232	110	485	2
8	1251	430	233	112	471	1
9	1246	430	359	52	536	2
10	1266	430	284	47	401	1
11	1472	430	168	25	390	1
12 Sklad	1564	424	473	479	806	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Výpočet těchto jedenácti okruhů je opět proveden v programu Excel, a i celý výpočet je zobrazen v tabulkách v příloze E. Závěr základního výpočtu pro nové okruhy je počet automatizovaných dopravních vozíků FTS, je znázorněn v tabulce č.4.4. Základní podmínka, aby celkový čas dodávky na jedno FTS byl pod 56 minut je splněna i s rezervou. Pro nové okruhy za závěru vyplývají dva různé počty vozíků FTS a to 14 nebo 17 kusů pro zavážení linky. První hodnota je součet hodnot nezaokrouhleného počtu vozíků FTS pro jednotlivé okruhy a druhý výpočet je součet zaokrouhlených hodnot počtu FTS také pro jednotlivé okruhy.

Tab. 4.4 Přehled závěru výpočtu počtu FTS pro nové okruhy

Okruhy	Čas dodávky na vozidlo [min]	Počet dodávek na vozidlo a za hodinu	Počet FTS vozíků	Celkový čas dodávky na vozidlo [min]
1	30,5	1,379	1	43,5
2	35,9	1,171	3	51,2
3	31,3	1,344	1	44,7
4	35,5	1,184	2	50,7
5	34,6	1,216	1	49,4
6	31,2	1,348	2	44,5
7	35,8	1,173	2	51,1
8	35,4	1,186	1	50,6
9	35,4	1,187	2	50,5
10	35,6	1,185	1	50,8
11	37,3	1,127	1	53,2
12 Sklad			2	
Počet FTS vozíků pro montážní linky			<b>14 (17)</b>	
Počet FTS vozíků pro montážní linky a sklad			<b>16 (19)</b>	

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.1.3 Výpočet počtu FTS podle Ganttůva diagramu

Pro ověření a upřesnění předchozího výpočtu o správnosti je potřeba rozšíření výpočtu o jízdní řád podle Ganttůva diagramu. Pomocí tohoto diagramu lze určit, která z dvou závěrečných hodnot z předchozího výpočtu je správná nebo popřípadě jiná. Posledním parametrem pro toto ověření je přesný počet dodávek pro okruhy za časovou jednotku, aby se dokázal vytvořit jízdní řád.

#### Popis Ganttůva diagramu

Aby se tento diagram dal použít, byla nutnost počítat tedy i se skladem, kvůli vytíženosti. Ganttův diagram je znázorněn na obrázku č.4.1. Základní parametry tvoří doba trvání každého okruhu zvlášť, doba naložení jednoho FTS (dobu naložení z výpočtu, když je dán maximální počet vyskladnění 282 KLT/h, je 8 minut) a počet přepravovaných KLT za časovou jednotku jednotlivých okruhů. Jako příklad: okruh 1 má požadavek 388 KLT na den, to je 16,2 KTL na hodinu a z toho vyplývá, že požadavek jednoho přepravního cyklu okruhu je jednou za 48,6 minut. Okruh 2 bude mít nejkratší požadavek jednoho

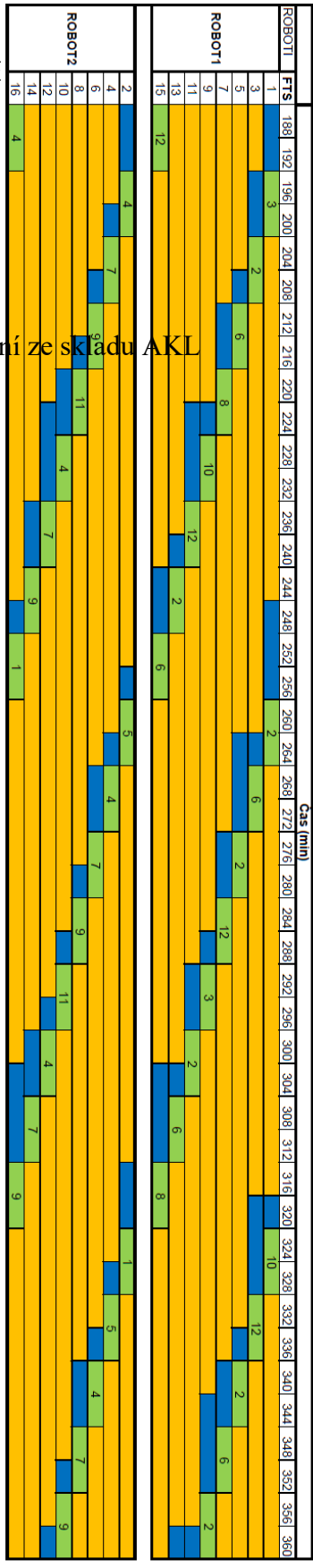
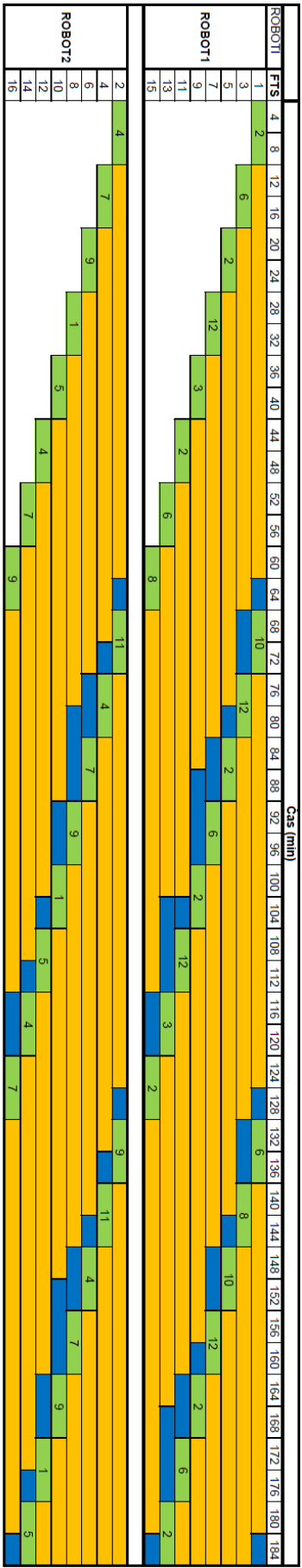
přepraveního cyklu. Důvodem znázornění pro lepší přehled je graf rozdělen na dvě části pod sebe. V grafu jsou znázorněny jednotlivé intervaly jízd vozíků FTS za 6 hodin (360 minut), zkoumaná doba byla 2 dny. Osu x na diagramu tvoří čas v minutách (interval po 4 minut), osu y tvoří roboti a jednotlivé FTS. Každý okruh se skládá z času nakládání, z času přepravy a vykládání a zkoumaného času při čekání na další nakládání. V času vykládání jsou přímo přiřazená čísla okruhů a tento čas je znázorněn na obrázku č.4.1 zeleně.

Závěrem Ganttůva diagramu je určení konečného počtu FTS. Z diagramu vyplývá, že konečný počet je 14 a pro zavážení skladu je 16, kde při každém přepravním okruhu vždy FTS čeká na nakládání KLT. Při čekání a nakládání jsou místa, na kterých se dá nabíjet FTS. Diagram stejně jako vychystávání robotů je rozdělené na dvě části robot 1 a 2:

- Robot 1 – Bude vždy vychystávat okruhy 2, 3, 6, 8, 10, 12 a interval by se měl opakovat po 72 minutách. Celkem těchto 6 okruhů bude obstarávat 8 FTS.
- Robot 2 – Bude vždy vychystávat okruhy 1, 4, 5, 7, 9, 11 a interval by se měl opakovat po 64 minutách. Celkem těchto 6 okruhů bude obstarávat 8 FTS.

V diagramu je vždy liché označení FTS pro jednoho robota a sudé označení FTS je pro druhého robota, přitom bude určitě možnost kombinovat FTS a okruhy podle potřeby a aktuálních požadavků. Zároveň bylo i zjištěno, že podle výpočtu bude u skladu AKL maximálně čekat ve frontě 4 FTS, ale pro nabíjení by se uvažovalo 8 míst pro 8 FTS. Zajímavá závěrečná informace: za celou dobu měření je průměrný poměr jízd ke stání, 4:1 (stání je možný čas pro nabíjení).

Naladka (cislo znaci o jaky okruh se jedna)  
 Přeprava s vykladem KLT  
 Celkání



Ganttův diagram zavážení ze skládky AKL

pr. 4.1

roj: Vlastní zpracování

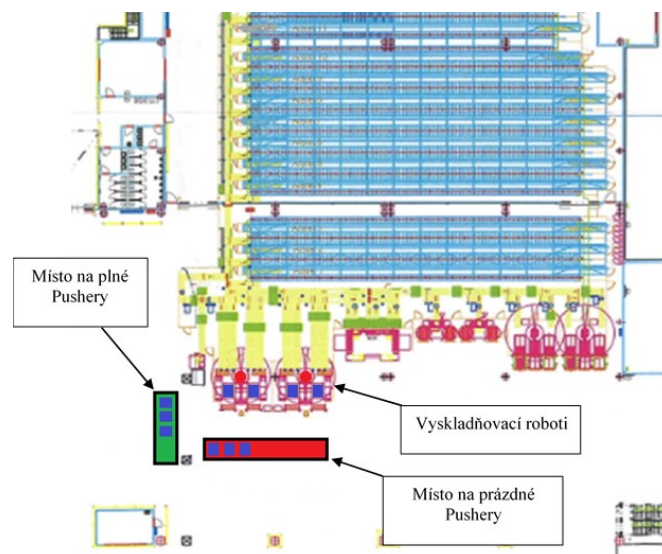
## 4.2 Popis navrhovaného procesu

Cílem nového navrhovaného procesu je opět doprava malých dílů (KLT) ze skladu AKL k montážním linkám. Proces začíná objednáním dílu u montážních linek, objednávání je třemi způsoby. Z předchozí části výpočtu počtu potřebných FTS je důležité, že jedno přepraví 20 KLT, přesně o jakou půjde technologií automatizovaných dopravních vozíků FTS se zabývat v této části kapitoly.

Samotný proces zavážení montážních linky se dá popsat pomocí následujících činností:

- Vychystávací robot z AKL vychystá KLT na daný typ FTS, podle okruhu linky.
- Vhodným řídicím systémem FTS dostává informaci o okruhu doručení a 20 míst potřeby a tím začíná přepravu.
- Při přijetí k prvnímu místu potřeby KLT se automaticky zaskladní do regálu u linky a FTS pokračuje k dalšímu místu potřeby.
- Po zaskladnění posledního KLT se FTS vrací zpět ke skladu AKL a je připraven na další přepravu.
- Prázdné obaly KLT převezí logistický operátor s logistickým vláčkem nebo vhodným FTS převezí na místo třídění.

Na obrázku 4. je znázorněn sklad AKL současného procesu s místem na plné Pushery a místem na prázdné Pushery (modré obdélníky znázorňují Pushery). Tyto dvě místa jsou vyhrazená skladu AKL a v novém návrhu se dají použít pro nabíjení a čekání FTS.



Obr. 4.2 Sklad AKL současné stavu zavážení s označení místa na Pushery

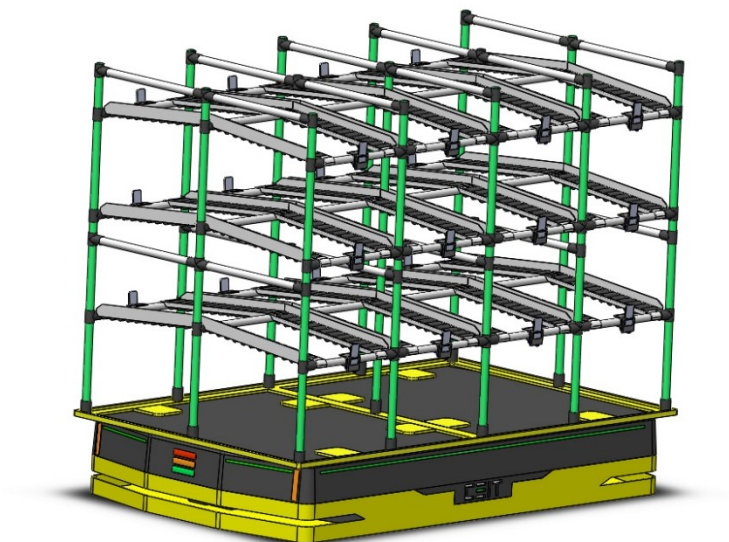
Zdroj: Vlastní zpracování, [5]

### 4.3 Vhodná technologie automatizovaných dopravních vozíků FTS

Vhodnou technologií se rozumí, jakým způsobem bude sloužit zavážení montážní linky s prvky automatizace. Na začátku je potřeba zmínit, že se bude částečně měnit současné vyskladňování robotu a spádové regály u montážní linky. Navrhované technologie bez problémů integruje do Průmyslu 4.0. Technologie by měly flexibilně reagovat na potřeby výroby a přemístit zaměstnance na jiné pozice. Bude se jednat o čtyři technologie.

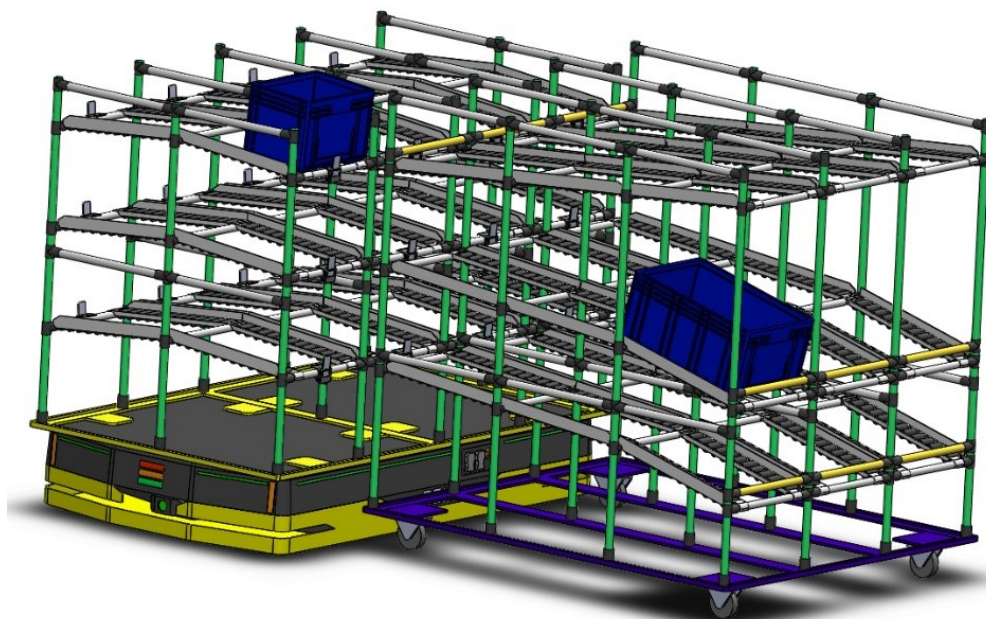
#### 4.3.1 Podjezdový FTS se spádovým regálem

Jako první návrh technologií je vhodné použít podjezdové FTS. Tento podjezdový FTS by bylo vybavené o spádový (trubkový) regál, který by dokázal uskladnit na přepravu 20 KLT. Model této technologie je na obrázku č.4.3, pro model se zvolila kopie existujícího podjezdového FTS od společnosti CEIT. Model není určen na nejmenší KLT (KLT 3147), ale některé fochy by se daly na ně předělat. Technický výkres modelu je přiložen k diplomové práci. Další model je, jak KLT z FTS se přesune na spádový regál u linky, tento model je na obrázku č.4.4.



Obr. 4.3 Model podjezdového FTS se spádovým regálem

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 4.4 Model podjezdového FTS se spádovým regálem u regálu montážní linky

Zdroj: Vlastní zpracování

Návrh této technologie začíná příjezdem FTS k vyskladňovacímu robotu na místo Pusheru. Vyskladňovací robot obdobným stávajícím principem s menší úpravou přesune KLT na spádový regál FTS. Když je FTS plně naložené pokračuje k montážní lince. FTS dorazí k místu potřeby přesně k danému spádovému regálu u montážní linky. Řídicí systém vyhodnotí, zda je FTS správně na spádovém regálu FTS. Na dané KLT se otevře západka (zajištění) a gravitací se KLT dostane na regál u montážní linky. FTS následně dostane informaci o dalším místě potřeby.

Pro konstrukci regálu lze použít několik možností, jedna z nich obsahuje 4 sloupce a 4 řádky. Vyskladňovací robot by nakládal z jedné strany, celkem by se přepravilo 16 KLT. Druhou možností by bylo, že se tento počet dokázal dvojit, vyskladňovací robot by nakládal z obou stran, celkem by se přepravilo 32 KLT. Problém nastává ve chvíli, kdyby u linky nebyl dostatek místa na čtyři řady. Nevhodnějším řešením by bylo použít regál se 4 sloupci ve 3 řadách opět ve zdvojeném provedení, maximálně by dokázal přepravit 24 KLT. Tato varianta je na obrázku č.4.3. V navrhovaném případě stačí přepravit 20 KLT a 4 KLT byla by rezerva ve výjimečných případech, pro případ navýšení výroby, nebo na nejmenší KLT. Spádové regály musejí mít danou (jmenovitou) výšku na největší



možné KLT (KLT 6280 s rozměrem 600 x 400 x 280). Aby FTS dokázal přepravit všech pět druhů KLT, tak některé fochy musí být užší.

### **Parametry podjezdového FTS**

- Rozměry odpovídajícího FTS – 2010 mm x 1200 mm x 300 mm (D x Š x V)
- Rozměry spádového regálu – 1990 mm x 1360 mm x 1240 mm (D x Š x V)
- Celková výška FTS s regálem – 1660 mm
- Hmotnost přepravovaného nákladu – 400 kg
- Maximální rychlost – 2 m.s<sup>-1</sup>

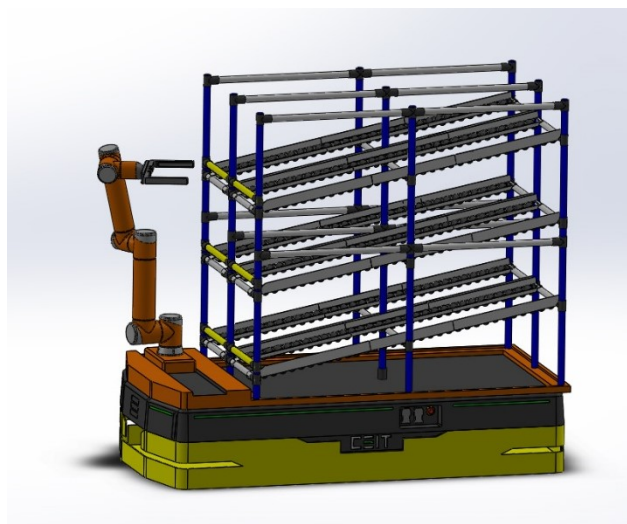
### **Shrnutí technologie podjezdový FTS se spádovým regálem**

- Výhody: Hlavní výhodou je, že se nebude muset ve velké míře upravovat vyskladňování robotu z AKL. Pokud by byla technologie od společnosti CEIT, dalo by se použít už stávající řídicí středisko na FTS.
- Nevýhody: Spádové regály FTS a linky musí být ve přesných rozměrech a konkrétních výškách, aby se KLT posunula na regál u linky. Všechny regály u montážní linky musí být zpřístupněny vozíkům FTS. Je nemožné vrácení prázdných KLT na místo třídění, aby byl proces automatický.

#### **4.3.2 Podjezdové FTS s ramenem cobot**

Ve druhé technologii se opět použije pojezdové FTS se spádovým (trubkovým) regálem, ale tentokrát ještě vybavené o pomocné rameno cobot. Toto rameno slouží pro nakládání a vykládání KLT. Model této technologie je na obrázku č.4.5, opět lze použít existujícího podjezdového FTS od společnosti CEIT. Technický výkres modelu je přiložen k diplomové práci. Na další modelu je, jak KLT z FTS se pomocí ramena cobot vkládá do spádového regálu u montážní linky, model je znázorněn na obrázku č.4.6.

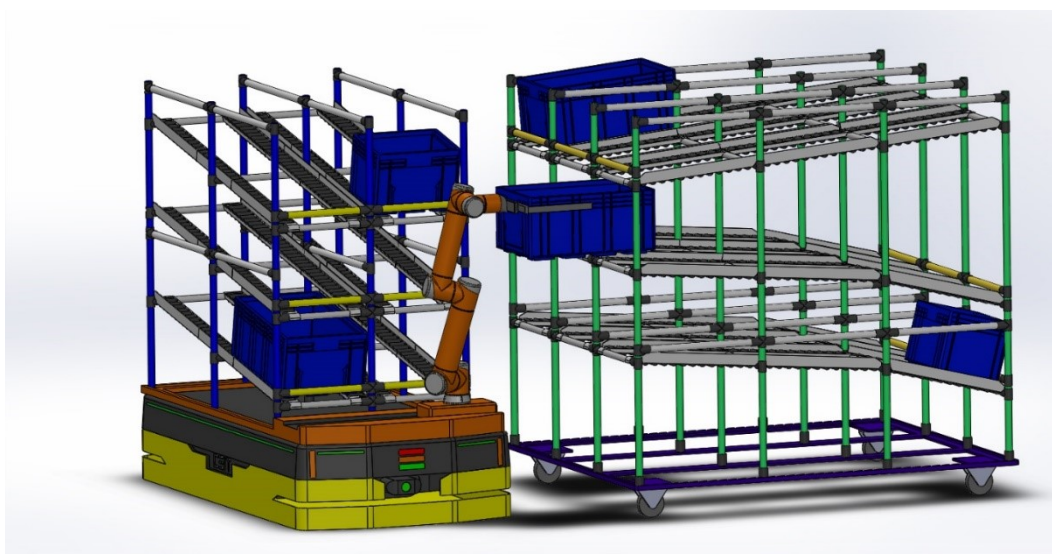
Princip této technologie spočívá v tom, že vyskladňovací robot přichystá KLT na místo, kam v současném vyskladnění pokládá KLT a samotné FTS s ramenem si samo uloží do regálu. Následně po plné nakládce FTS vyráží k místu potřeby přesně k danému spádovému regálu u montážní linky. Řídicí systém vyhodnotí, zda je FTS správně vůči spádovému regálu, ale tentokrát se postaví tak, aby mohl KLT uložit do regálu pomocí ramenem cobot. FTS následně dostane informaci o dalším místu potřeby.



Obr. 4.5 Model podjezdového FTS s ramenem cobot

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro konstrukci regálu i zde lze použít několik možností. První možností je, aby vyskladňovací robot zůstal nadále stejný. Při druhé možnosti by samotné FTS převzalo plně nakládání KLT a nebylo by zapotřebí vychystávacích robotů. Pro konstrukci regálu lze použít tři možnosti, jedna z nich obsahuje 2 sloupce, 5 řádků a 2 KLT za sebou celkem 20 KLT. Ve druhém provedení regál obsahuje 2 sloupce, 4 řádky a 3 KLT za sebou celkem 24 KLT. V tomto provedení by opět 4 KLT mohla sloužit jako rezerva ve výjimečných případech. Poslední varianta, která je na modelech, obsahuje 2 sloupce, 3 řádky a tři KLT za sebou celkem 18 největších KLT.



Obr. 4.6 Model podjezdového FTS s ramenem cobotu u regálu montážní linky

Zdroj: Vlastní zpracování

## **Parametry podjezdového FTS a spádového regálu**

Vhodné FTS od společnosti CEIT – typ AGV 800 AF

- Rozměry – 1996 mm x 900 mm x 371 mm
- Hmotnost přepravovaného nákladu – 800 kg
- Nosnost – 500 kg
- Minimální poloměr otáčení – 1,6 m
- Směr jízdy – vpřed
- Maximální rychlost – 2 m.s<sup>-1</sup>

Pro variantu s 5 řádky

- Rozměry spádového regálu – 1200 mm x 550 mm x 2300 mm (D x Š x V)
- Celková výška FTS s regálem – 2671 mm

Pro variantu se 4 řádky

- Rozměry spádového regálu – 1800 mm x 550 mm x 1920 mm (D x Š x V)
- Celková výška FTS s regálem – 2291 mm

Pro variantu se 3 řádky (tato varianta je v technickém výkresu přiložena k diplomové práci)

- Rozměry spádového regálu – 1491 mm x 961 mm x 1370 mm (D x Š x V)
- Celková výška FTS s regálem – 1741 mm

## **Shrnutí technologie podjezdový FTS s ramenem cobot**

- Výhody: Hlavní výhodou technologie je, že spádové regály u montážní linky nemusí být v přesných rozměrech a daly by se použít současné regály u linky. Pokud by byla technologie opět od společnosti CEIT, dalo by se použít už stávající řídicí středisko na FTS. Je i možné úplné vyřazení vyskladňovacích robotů z procesu vyskladňování. Při této technologii by se dalo i odvážet prázdné obaly.
- Nevýhody: Velká energetická náročnost na manipulaci s KLT s ramenem cobot. Do nevýhody patří i zpřístupnění spádových regálů u linky.

### 4.3.3 Magazino SOTO

Třetí technologie je od společnosti Magazino s mobilním robotem SOTO. Jedná se poněkud o odlišnou technologii, která oživuje průmyslovou výrobu a hlavně umožňuje efektivní automatizované zavážení a zásobování montážních linek. Tato technologie Magazino SOTO je na obrázku č.4.7 a je to technologie, která je v praxi funkční.

Principem této technologie je, že už nepoužívá spádové regály a rameno cobot, ale namísto toho takzvaný výložník a zásobník. Nakládání a vykládání KLT obstarává samotné zařízení. Technologie je podobná jako u podjezdového FTS s ramenem cobot, jenom kvůli velikosti je potřeba mnohem více upravit vychystávání robotu AKL.

Magazino SOTO se skládá ze čtyř základních částí: Pohonu – Pohonná jednotka je optimalizována pro manévrovatelnost a stabilitu, takže SOTO lze snadno integrovat do výrobního prostředí. Dva laserové skenery umožňují bezpečnou navigaci kolem lidí a jiných vozidel. Boom (výložník) - Rameno umožňuje rychlou polohu gripper (chlapadla) v jakékoli výšce a otáčení mezi předávací stanicí a backpack (zásobník). Gripper (uchopovač) – Už na vlečném vlaku, policovém nebo průtokovém regálu, uchopí KLT a uloží je na požadované místo jako například do spádových regálů. Backpack (zásobník) – Ve svém integrovaném zásobníku přepravuje SOTO plné KLT ze skladovacích zón na výrobní nebo montážní linku a dokáže se vrátit s prázdnými obaly. [21]



Obr. 4.7 Technologie Magazino SOTO

Zdroj: [21]

#### Technické Parametry Magazino SOTO

- Základní plocha – 1870 mm x 1002 mm (D x Š)

- Výška robota, zasunutá – 1955 mm
- Výška robota, prodloužená – 3334 mm
- Pohotovostní hmotnost – 370 kg
- Max. rychlost navigace – 2 m.s<sup>-1</sup>
- Kapacita Backpack (zásobník) – 20 KLT
- Výdrž baterie – max. 10 hodin
- Provozní doba – max. 18 hodin denně
- Minimální rozměry objektu – 180 mm x 80 mm (D x Š)
- Maximální rozměry objektu – 600 mm x 400 mm (D x Š)
- Maximální výška objektu – 400 mm
- Minimální výška objektu – 120 mm
- Maximální hmotnost předmětu – 15 kg [21]

### **Shrnutí technologie Magazino SOTO**

- Výhody: Hlavní výhodou technologie je, že spádové regály u montážní linky nemusí být v přesných rozměrech a daly by se použít současné regály u linky. Je i možné úplné vyřazení vyskladňovacích robotů z procesu vyskladňování. Použití této technologie by se dokázalo i odvážet prázdné obaly.
- Nevýhody: Nejobjemnější navržená technologie. Velká energetická náročnost na manipulaci s KLT a přeprava. Jedná se technologii, na kterou ve společnosti není řídicí středisko. Do nevýhody patří zpřístupnění spádových regálů u linky kvůli prostoru. A s kombinací s vyskladňovacími roboty je nutná úprava procesu.

#### **4.3.4 Prvky FTS s vozíkem Pusher**

Tato čtvrtá poslední technologie, by vůbec nezměnila současné vyskladňování robotů AKL. Jedná se o použití vozíků Pusheru, které by byly položené na podjezdovém FTS, nakládání KLT a přeprava k montážní lince by byla automatická. Vykládání KLT by ale musel obstarávat montážní dělník, který dá i pokyn k odjezdu k dalšímu místu potřeby. Montážnímu dělníkovi by přibyla práce navíc, ale v současném zavážení prázdné KLT umisťuje nahoru do spádového regálu u linky. Takže zase tak moc více práce by to nebylo. Samozřejmě tato technologie už není plně automatizovaná, ale splňuje základní podmínku o úpravě vyskladňování roboty a jsou použity prvky automatizace. Dále FTS s vozíkem Pusher plné prázdných KLT bude muset operátor logistiky vyložit.

Vykládka přináší další úkon pro operátora, ale operátor logistiky musí KLT třídit. Touto technologií by rovnou se třídily prázdné KLT z FTS.

Konstrukce a parametry Pusheru by se nezměnily, jedná se hlavně o výšku spodní části Pusheru (výška C-rámu). S výškou přichází problém nedostatečného místa pro podjezdové FTS. V současné době výrobci na trhu nejsou schopni dodat takové FTS, aby splňovalo rozměrové parametry kvůli výšce. Jednou možností je vytvořit z Pusheru přímo FTS, kde by se na něj namontovaly základní prvky FTS, jako je přední i zadní náprava, bateriový box a rozvodná skříň se senzory a snímači.

Pusher má tedy 3 řady na plné KLT a 4 slouží na prázdné KLT. Každá řada má rovnou podlahu s plochou 1700 mm x 1250 mm a na každou řadu se dá naložit 4 KLT a 2 za sebou (pokud se jedná o největší rozměr). Z tohoto počtu a z předchozí kapitoly z analýzy vyplývá, že jeden Pusher dokáže přepravit 24 KLT.

#### **Shrnutí technologie prvky FTS s vozíkem Pusher**

- **Výhody:** Hlavní výhodou technologie, jak bylo zmíněno, je nezměněné vyskladňování roboty a též beze změny spádových regálů u linky. Tato technologie by dokázala i odvážet prázdné obaly na místo třídění. Pokud montážní dělník okamžitě převezme plné KLT a na vrch Pusheru s FTS naloží prázdné KLT, tak se jedná o nejrychlejší přepravu z těchto technologií.
- **Nevýhody:** Montážní dělník musí obsluhovat FTS u linky a to samé na místě třídění prázdných KLT. Aktuálně to žádný dodavatel zařízení FTS s vozíkem Pusher není schopen realizovat.

#### **4.4 Technologie související se FTS a zavážením montážní linky**

Všechny tyto navrhované technologie mají vysokou energetickou náročnost a musejí se podle určité technologie pohybovat a podle vhodného systému i řídit. Nejedná se tedy o zařízení, které při řízení logistickým operátorem jenom dorazí na určité místo a operátor logistiky převezme daný díl (kromě použití poslední technologie), ale celý proces je automatický. Tato část kapitoly se zabývá spádovými regály u linky, principem navigace a zásobování FTS elektrickou energií a prázdnými obaly.

#### 4.4.1 Spádový regál u montážní linky

Aby se dala vykládka malých dílů KLT zautomatizovat, je nezbytné upravit spádové regály u montážní linky. Princip přendávání prázdných obalů montážním dělníkem nahoru do regálu by zůstal stejný.

Každý spádový regál u montážní linky musí být přesně uveden v řídicím systému, kde se nachází místo potřeby, kolik má daný počet dílů, a ve kterém sloupci se díl nachází i v řádku. Regál by měl být na přístupných místech, aby dokázal FTS bez problému uložit díl na správné místo. Řídicí systém musí obsahovat informaci o rozměrech spádových regálů a regál by měl být vybaven senzory a snímači, aby FTS přes řídicí systém vědělo přesně, zda je u správného regálu. Při použití technologie podjezdový FTS se spádovým regálem je potřeba, aby výšky regálů korespondovaly s výškou FTS. FTS by měl mít větší výšku, kvůli sklonu (úhlu). U ostatních návrhů se výška regálu může lišit, ale je důležité, aby se zaručilo správné uložení dílu.

Další podmínkou je zabezpečení regálu vůči pohybu, kdyby regál změnil svoji pozici, a to buď nějakou náhodnou kolizí, nebo při úklidových a servisních pracích. Ve většině případů jsou spádové regály momentálně na kolečkách, ale bez zajišťovací brzdy k zajištění slouží drážky u linky, kde ale není stoprocentně posun regálu zaručen. Proto při návrhu nových regálů bude regál vybaven o kolečka se zajišťovací brzdou na každém kole. Správnou pozici bude muset hlídat řídicí systém, aby včas upozornil technika a sklad AKL, aby zatím nevyskladoval. Regál by měl navíc snímače, které by hlídaly pohyb regálu jak v ose x tak v ose y.

Bude nevyhnutelné, aby byly spádové regály připojeny k elektrické síti. Další možnou variantou pro napájení by mohla být součástí baterie regálu místo napojení na elektrinu ze sítě. Jedná se o větší nevýhodu návrhu spádového regálu, ale přinesl by možnost použití nového principu objednávání dílu. Přidáním přímo snímače k umístění KLT na regálu, umožní bez problému objednat díly a odhalit možný problém v regálu (např. zaseknutí KLT). Muselo by se použít několik snímačů i a na prázdné KLT, tento systém dokáže nahradit všechny tři typy objednávání. Vhodným vybavením regálu by byla váha, podle hmotnosti KTL dokáže odhadnout množství v ní a ještě mnohem dříve objednat nové díly. Váha by byla jenom pro jedno KLT co nejbližší k lince.

Další možností je, že regály mohou být vybaveny světelným semaforem nebo e-papírem o informaci stavu regálu, popřípadě i času dalšího dodání dílů. Tyto informace by byly

pro montážního dělníka, který prázdné KLT přendává nahoru do regálu, proto může při tomto úkonu sledovat stav regálu a popřípadě vyřešit jednoduchý problém třeba zaseknutí KLT v regálu.

#### **4.4.2 Navigace navrhovaného FTS**

Za předpokladu stoprocentní zajištění polohy spádového regálu u montážní linky, a že by FTS přepravoval díly pokaždé stejně po stejné stopě, stačilo by použít indukční navádění nebo navádění pomocí magnetické pásky. Jediná změna polohy FTS by nastala při umístění KLT do regálu, kde by se pohybovalo o šířku KLT a tento pohyb by byl nastavený v řídicím systému, ale stále po stejné stopě.

Stoprocentní zajištění polohy spádového regálu nelze zajistit. Tato varianta není bohužel realizovaná, a tak je potřeba použít navigaci, aby FTS byl autonomní už předem podle pozice regálu a podle dané vzdálenosti od regálu, dokázal by přijet na správnou pozici. O změně polohy regálu by informoval řídicí systém, který by překonfiguroval trasu FTS. Nejlepší možnou navigací pro tento typ zavážení je Laserová navigace. Další možná technologie by byla na principu GPS navigace, ale tato technologie je pro vnitřní prostory zatím nedostačující vzhledem k přesnosti.

#### **4.4.3 Zásobování FTS elektrickou energií**

Jako základní zdroj pro automatizované dopravní vozíky FTS je baterie (akumulátor). Jedná se nejdůležitější komponent, který uchovává elektrickou energii pro pohon a řízení FTS. Od baterií se odvíjí délka času, za který je FTS schopné operovat, baterie tvoří velkou část celkové hmotnosti. Při výběru vhodných baterií je cílem najít kompromisní řešení mezi hmotností a výdrží. Pro současné pohony se používají Lithium-iontová baterie (Li-Ion baterie), NiCd akumulátor a Trakční baterie typu PzS. [18]

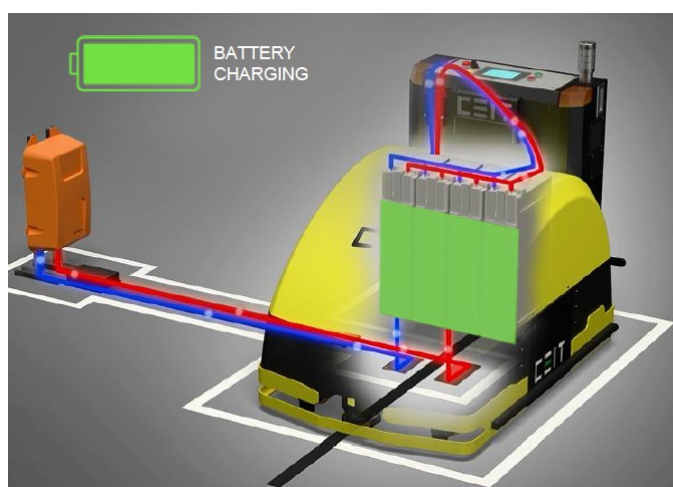
Baterie musí být schopny dodávat velké množství proudu do pohonných jednotek a musí být schopné dobíjení bez složitých dobíjecích a kontrolních obvodů. Pro dobíjení slouží nabíjecí stanice, kde se baterie nabíjejí přímo v FTS, přes externí kontakty ze stacionární nabíjecí stanice. [18]

Další možností je automatické nabíjení v podlaze. Tento princip procesu nabíjení je jednoduchý. V případě, že je delší doba na nakládání a vykládání nákladu, může být v místech zastávek, kde je základní deska nejčastěji na podlaze a na vozíku je umístěn



kolektor proudu. Pokud je FTS na požadovaném místě a kolektor se dotýká základní desky umístěné v podlaze, zapne se napájení a nabíjecí stanice dodává proud na základní desku. Znázornění automatického nabíjení v podlaze je znázorněné na obrázku č.4.8. Obrázek se skládá z modulu automatického nabíjení a nabíjecího ostrov s konzolou. [18]

V tomto návrhu je použito automatické nabíjení v podlaze. Nabíjecí místa budou stoprocentně u nakládání FTS v skladu AKL. Dále budou umístěné při čekání u skladu AKL, popřípadě jiná čekací místa ve skladu. Princip automatického nabíjení umožňuje použití bezúdržbové baterie, možnost sledování stavu baterií na displeji tahače a možnost třísměnného provozu.



Obr. 4.8 Automatické nabíjení FTS v podlaze

Zdroj: [18]

#### 4.4.4 Prázdné obaly

Aby celý automatický proces zavážení montážní linky byl uzavřen, je nezbytné prázdné obaly KLT od spádových regálů přemístit na místo třídění prázdných obalů. Při vracení prázdných obalů je možné využít dva způsoby. Jedním způsobem je zavážet technologií FTS a druhým způsobem je použití logistického vláčku s operátorem logistiky.

**Zavážení technologií FTS** – V této kapitole o návrhu technologie automatizovaných vozíků FTS a kromě první technologie se dají použít při vracení prázdných obalů. První technologie (Podjezdový FTS se spádovým regálem), aby to bylo možné, muselo by se další zařízení FTS přepravovat jenom prázdné KLT a nastával by další problém s nakládáním prázdných KLT. Další dvě technologie (Podjezdový FTS s ramenem cobot a Magazino SOTO), nakládání je realizováno pomocným ramenem, které při vykládce

místo plné KLT naloží prázdné. U poslední čtvrté technologie (Prvky FTS s vozíkem Pusher) nakládání a vykládání prázdných obalů obstarává operátor logistiky, princip je podobný, jak u předchozích, kus za kus.

Ke každému okruhu trasy vracení prázdných obalů přibude vzdálenost 240 m. Doba jednoho okruhu se logicky zvětší. Jednoduchým výpočtem pro zjištění doby je obsažena ve vzorci č.4.4, když známe rychlost FTS, vzdálenost a koeficient přepravního faktoru.

$$t = \frac{S}{v} * k \quad (4.4)$$

kde:

t – čas [min]

S – dráha [m]

v – rychlost FTS [m.s<sup>-1</sup>]

k – koeficient přepravního faktoru

$$t = \frac{240}{2 * 60} * 0,7$$

$$t = 2,8 \text{ min}$$

Ke každému jednotlivých okruhů přibude 2,8 minut, žádný z nově navržených okruhů jedna trasa nepřekročí 56 minut. V tomto případě čas vykládání prázdných obalů je velmi rychlé, protože se vykládá na jednom místě a teoreticky FTS se nezastaví. Maximální čas vykládání bude kolem 2 minut.

**Zavážení logistickým vláčkem s operátorem logistiky** – Druhou možností je zavázat logistickým vláčkem operátorem logistiky, který realizuje nakládání a vykládání prázdných KLT. Jako první je potřeba zjistit, kolik je potřeba odvážet KLT a kolik bude potřeba logistických vláčků. Počet vláčků se odvíjí od počtu přepravovaných KLT na den, který z analýzy je:

- Maximální → 6759 KLT/den – 281 KLT/hod
- Průměrný → 5294 KLT/den – 220 KLT/hod

V současném zavážení montážních linek je průměrná délka jednoho okruhu 45 minut. V tomto případě by vznikly dva okruhy a to podle linky 1 a linky 2. Okruh s prázdnými

KLT by trval teoreticky 30 minut i s bezpečnostními přestávkami. Počet přepravovaných KLT na hodinu by se zmenšil na polovinu:

- Maximální → 281 KLT/hod – 140,5 KLT/ 0,5 hod
- Průměrný → 220 KLT/hod – 110 KLT/ 0,5 hod

Z toho vyplývá, že jednou cestou jeden logistický vláček odveze 140 KLT při maximálnímu přepravovanému množství KLT na den, při průměrném 110 KLT. Při použití stávajících Pusheru dokáže ve 4 řadách převézt 32 KLT, teoreticky by stačily 3 zapojené za sebou. Při této variantě ze závěru vyplývá, pokud by jeden logistický vláček dokázal přepravit za jeden okruh 140 KLT, možná pro ušetření práce by bylo vhodná varianta použití dvou logistických vláčků se dvěma Pushery.

## 4.5 Speciální návrhy

Speciální návrhy, to je poslední část kapitoly, ve které jsou zmíněné možné technologie, které se hodí pro vybudování nové montážní linky se skladem na malé díly KLT. Jedná se o dva návrhy Potrubní přeprava a Myš na přepravu KLT. Obě tyto technologie jsou ale velice nákladné na pořízení.

Potrubní přeprava (doprava) je jako první navrhovaná speciální technologie. Tento druh přepravy je používán hlavně k přepravě hromadných komodit (plyny, kapaliny, páry apod.). Hlavní inspirace je z Pražské potrubní pošty (dále jen PPP). PPP byla funkční ještě v 90. letech 20. století, ale nyní nefunguje. K přepravě byla využívána hliníková pouzdra s plastovými kryty s průměrem 57 mm, která přepravovala v ocelových trubkách. Každá trať byla vybavena dmychadlem (kompresorem) poháněné elektromotorem. Princip přeryvy fungoval pomocí tlaku vzduchu, který působil na hliníkové pouzdro. Tento princip přepravy by šel použít na přepravu KLT k montážní lince s rozdílem, že hliníková pouzdra by musela mít průměr 500 mm a hliníková pouzdra by musela mít vlastní dmychadlo, aby dokázala přepravit KLT, kde celková váha je maximálně 15 Kg.

Další navrhovaná speciální technologie je Myš na přepravu KLT. Myš na přepravu KLT je malý robot, na kterém je umístěno jedno KLT. Jedná se o robota, co dokáže šplhat po skladu AKL po speciálních dráhách a sklad má úpravu na přesouvání KLT na toho to malého robota. Není potřeba vyskladňovacích robotů. V běžném skladu AKL robot dále pokračuje k montážní lince, kde nahrazuje spádové regály u montážní linky. Robot čeká na pokyn montážního dělníka, který vymění prázdné KLT za plné a robot pokračuje

na místo třídění prázdných KLT. Jednou nevýhodou je počet těchto robotů, kterých pro zvážení montážní linky bylo potřeba 1000 myší.

Na závěr uvedení těchto speciálních návrhů je posledním, ale spíše taková myšlenka – použití technologie RFID. Vyskladňovací robot polepí KLT čárovým kódem, ale co kdyby polepil RFID nebo jenom naskenoval čip. Vhodné FTS a regál u linky by pak poznaly informace o KLT místo uložení atd. Přínosem by byl i nejjednodušší princip objednávání, čím se i zrychlí proces zavážení. Myšlenka je to dobrá, ale RFID se dá použít uzavřeném okruhu, aby se KLT dostávala zpět do závodu s čipem. Bohužel v současnosti není možné s dodavateli sjednotit a zaručit okruh KLT. V celém okruhu dodávání malých dílů je několik desítek tisíc KLT. Závěrem jsem zmínit i jinou cestu, ale tato technologie je pro tento současný princip zavážení velice nákladná a zatím neuskutečněná.

## 5 Zhodnocení navrženého zavážení výrobních linek s prvky automatizace

Hlavní myšlenkou celého návrhu je prosadit prvky Průmyslu 4.0 v zavážení výrobních a montážních linek, přesněji se jedná hlavně o automatizaci, se kterou je spojitá možnost příchodu digitalizace, aby návrh měl nějaký přínos pro Společnost Škoda auto a. s. Souvisí i s cílem diplomové práce, aby proces zavážení montážních linek automatizované a flexibilně reagoval na potřeby výroby. K návrhu bylo důležité zjistit, kolik bude potřeba zařízení FTS, trasy a okruhy, a jednotlivé návrhy technologií.

### 5.1 Zhodnocení návrhů zavážení výrobních linek

Na začátek je důležité zmínit rozdíl mezi technologií FTS a logistickým vláčkem. Co vlastně přináší technologie FTS v porovnání s logistickým vláčkem? Přináší řadu výhod, ale nevýhod, teď jenom záleží na tom, jaká kritéria jsou potřebná pro výběr z těchto dvou technologií. Hlavní a důležitá kritéria a porovnávací parametry jsou znázorněné v tabulce č.5.1. Hlavní nevýhody vyplývající z tabulky, které má technologie FTS oproti logistickému vláčku je rychlost přepravy a náročnější změna dopravní trasy. Na druhou stranu k výhodám patří minimální chyby v přepravě, není nutnost přítomnosti operátora a dodržuje časové normy.

Tab. 5.1 Rozdíl mezi technologií FTS a logistickým vláčkem

Porovnávací parametry	FTS	Logistický vláček
Nasazení v sériové výrobě	ANO	ANO
Možnost chyb v průběhu přepravy	NE	ANO
Přítomnost operátora	NE	ANO
Jednoduchá změna dopravní trasy	NE	ANO
Rychlost přepravy	NÍZKÁ	VYSOKÁ
Možnost automatické vykládky	ANO	ANO
Potřeba naváděcího systému	ANO/NE	NE
Dodržování časových norem	PŘESNĚ	MOŽNOST CHYB
Využití v rámci Milk Run	ANO	ANO
Spolehlivost	VYSOKÁ S POROVNÁNÍ L. V.	NÍZKÁ S POROVNÁNÍ FTS

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [18]

## **Shrnutí a zhodnocení návrhu**

Návrh spočíval v nahrazení logistického vláčku za automatizovanou technologii FTS (automatizované logistické systémy). Cílem automatizovaných logistických systémů je zvýšení účinnosti logistických operací, jejich využívání na dopravu břemen a materiálu pomocí vozíků bez logistického operátora. Nejčastější přepravovanou položkou je paleta. V tomto návrhu je zaručena přeprava ze skladu malých dílů AKL k montážním linkám a celý proces zavážení obsahuje prvky automatizace nebo je plně automatizován. Přepravovanou položkou je jednotka prvního řádu, plastová přepravka KLT. Základními požadavky (podmínkami) pro uskutečnění návrhu bylo: zaručit, aby se objednaný díl doručil do dvou hodin k montážní lince, aby jedno FTS přepravilo minimálně 20 KLT, a aby u vyskladňovacích robotů vždy byl FTS. Z těchto požadavků vycházel návrh a první úprava spočívá ve vytvoření nových okruhů, důležitých pro zaručení včasného doručení dílu. V závěru první části návrhu je určení počtu FTS, kde celkový počet je 16 FTS. Jedná se o větší počet FTS než logistických vláček, kterých je 7. Při technologii, která dokáže odvážet i prázdné KLT se ušetří 7 logistických vláček, ale u technologie, která nedokáže odvážet prázdné KLT se ušetří 5 logistických vláček.

Ušetření logistických vláček v procesu zavážení a nasazení FTS, znamená cenovou výhodnost, ušetření operátorů logistiky, snížení nákladů na pracovní sílu, odstranění nákladů na růst mezd a dalších mzdových benefitů. Tyto náklady tvoří největší úsporu při nasazení automatizovaného systému FTS. S cenovou výhodností souvisí doba návratnosti investice automatizovaného systému, doba je velmi krátká, pracovníky nebo operátory logistiky lze uvolnit na produktivnější činnosti a automatizovaného systému FTS. Je v provozu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, aniž by docházelo k přerušování procesu. S cenovou výhodností dále souvisí aspekty jako eliminace poškození zařízení a výrobků, zvýšení bezpečnosti na pracovišti a snížení nákladů, jsou nižší náklady než na fixní automatické systémy, zvýšení efektivnosti a přesnosti zásobování, snížení práce člověka a snížení rizik lidského faktoru.

***Shrnutí vhodné technologie FTS*** – Druhá část návrhu řeší vhodné technologie FTS, které by se daly nasadit v procesu zavážení. Shrnutí a zhodnocení jednotlivých návrhů jsou v následující tabulce č.5.2 přehledně zaneseny a také všechny zmiňované výhody a nevýhody. V tabulce jsou čtyři hlavní znaky návrhy práce, a i dva speciální návrhy. Potrubní přeprava a Myš na přepravu KLT jsou dvě takové speciální technologie, které jsem chtěl mít sjednocené s hlavními návrhy v jedné tabulce č.5.2.

Tab. 5.2 Shrnutí návrhů vhodných technologií FTS

Navrhované technologie	Výhody	Nevýhody
1. Podjezdový FTS se spádovým regálem	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Plně automatizovaný systém.</li> <li>+ Skoro žádná úprava vyskladňování robotu z AKL.</li> <li>+ Stávající centrální dispečink, když dodavatel bude CEIT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spádové regály FTS a linky musí být ve přesných rozměrech a přesně stanovených výškách.</li> <li>- Všechny regály u montážní linky musí být zpřístupněny vozíkům FTS.</li> <li>- Nemožné vracení prázdných KLT na místo třídění.</li> </ul>
2. Podjezdový FTS s ramenem cobot	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Plně automatizovaný systém.</li> <li>+ Skoro žádná úprava vyskladňování robotu z AKL.</li> <li>+ Stávající centrální dispečink, když dodavatel bude CEIT.</li> <li>+ Je i možné úplné vyřazení vyskladňovacích robotů z procesu vyskladňování.</li> <li>+ Možnost vracení prázdných KLT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velká energetická náročnost na manipulaci s KLT s ramenem cobot.</li> <li>- Potřeba většího manipulačního prostoru u linky.</li> </ul>
3. Magazino SOTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Plně automatizovaný systém.</li> <li>+ Je i možné úplné vyřazení vyskladňovacích robotů z procesu vyskladňování.</li> <li>+ Dají se použít současné regály u linky.</li> <li>+ Možnost vracení prázdných KLT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nejobjemnější navržená technologie.</li> <li>- Velká energetická náročnost na manipulaci s KLT</li> <li>- Nutnost nového centrálního dispečinku.</li> <li>- Nutná úprava vyskladňovacích robotů</li> </ul>
4. Prvky FTS s vozíkem Pusher	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bez žádné změny vyskladňovacích robotů.</li> <li>+ Možnost vracení prázdných KLT.</li> <li>+ Nejrychlejší přepravní technologie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Není plně automatizovaný systém.</li> <li>- Montážní dělník musí obsluhovat FTS u linky.</li> <li>- Není plně automatizovaný systém.</li> </ul>
5. Potrubní přeprava	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Plně automatizovaný systém i s vracením prázdných KLT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uplatnění na nové montážní hale.</li> <li>- Vysoká investice na zařízení.</li> </ul>
6. Myš na přepravu KLT	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Plně automatizovaný systém i s vracením prázdných KLT.</li> <li>+ Nahradí regály u linky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uplatnění na nové montážní hale.</li> <li>- Vysoký počet robotů (myši).</li> </ul>

Zdroj: Vlastní zpracování

Návrhy jsou objektivní a určené jako vize, která by se dala realizovat a teď záleží, která technologie se zvolí a také na dodavateli, který by některou z těchto technologií realizoval. Ještě je důležité je na závěr zmínit, aby tento celý návrh mohl být realizován je důležité, aby byl proto vyvinut řídicí systém, který by dokázal všechny prvky kolem zavážení z AKL propojit a řídit. Jedná se o propojení celého skladu AKL, vyskladňovacích robotů, automatizovaných vozíků FTS, spádových regálů u linky, míst čekání ve frontě a nabíjecích míst.

### **Doba návratnosti investice automatizovaného systému FTS**

Doba návratnosti investice automatizovaného systému FTS je důležitá pro rozhodnutí, zda tento systém pořídit či ne. Největší problémem je zjistit celkovou investici, protože se jedná o teoretický návrh bez dodavatele či firmy zařízení FTS. Muselo by se jednat o skutečný projekt, aby firmy poskytly cenovou kalkulaci. Proto teď uvedu teoretické náklady na pořízení, aby se dala určit přibližná doba návratnosti investice. Náklady na nasazení systému se skládají z nákupu vlastního systému FTS (16 kusů), náklady na dispečink, náklady na úpravu spádových regálů (1953 kusů), z příslušenství a instalace a pokud jsou nutné náklady na úpravu vyskladňovacích robotů.

- FTS – 32 000 000 Kč
- Spádové regály – 20 000 000 Kč
- Centrální dispečink – 1 000 000 Kč
- Příslušenství a instalace – 10 000 000 Kč

Celkové teoretické náklady činí 63 000 000 Kč. Jedná se o částku, kterou by bylo nutné přepočítat ekonomem a jednat přímo s dodavatelem FTS.

- Ušetření 7 logistických vláček znamená ve třisměnném provozu úsporu 21 pracovníků a v osmnáctisměnném provozu 24 pracovníků. Ušetření jednoho pracovníka pro společnost znamená úsporu něco kolem 1 000 000 Kč.

V třisměnném provozu by byla návratnost za 3 roky (36 měsíců).

- Ušetření 5 logistických vláček znamená ve třisměnném provozu úsporu 15 pracovníků a v osmnáctisměnném provozu 18 pracovníků.

V třisměnném provozu by byla návratnost za 4,2 roky (50,4 měsíců).

- Při úplné automatizaci se ušetří i jeden operátor, který se stará o Pushery.

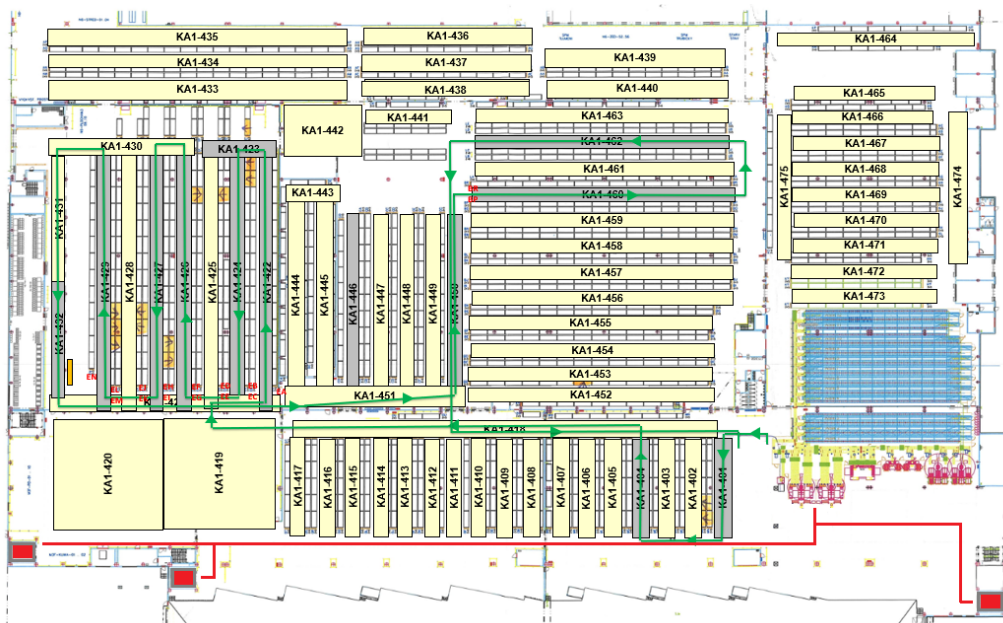


## 5.2 Technologie FTS použitá na zavážení skladu

Dopodrobna zatím nebylo řešeno zavážení malých dílů KLT po skladu a důvodem je, že zavážení skladu lze snáz realizovat než zavážení montážní linky. Při realizaci tohoto návrhu diplomové práce by se toto dalo otestovat a provést jako skutečný projekt. Jde o závěrečnou část kapitoly a tím i diplomové práce.

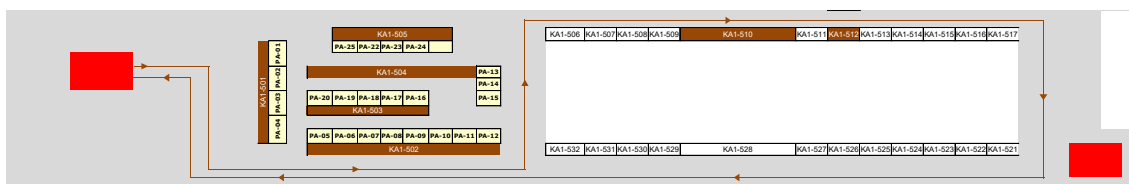
### 5.2.1 Informace o vyskladnění KLT ze skladu AKL přímo pro černý a hnědý okruh

Sklad se aktuálně skládá z hnědého a černého okruhu, zde by nebyla nutnost měnit tyto okruhy. Zavážení dílů do skladu komplikuje hnědý okruh, který je ve skladu v patře, kam je jediná cesta možná přes 3 výtahy. Doposud jsem neřešil přepravu mimo úroveň pomocí výtahu. Řízení výtahu bude muset být v řídicím systému a výtah bude muset být doplněn o senzory a snímače, aby dokázal rozpoznat příjezd a odjezd vozíku FTS. V praxi, v pobočném závodě ve Vrchlabí, dokáže automatizovaný systém ovládat výtah podle potřeby. I v těchto patrech musí být přizpůsobeny na manipulaci vozíku FTS a doplněny o spádové regály podle vybrané technologie nebo operátora logistiky u daného regálu. Obrázek č.5.1 znázorňuje sklad montážní haly, kde je vidět sklad AKL ze kterého směřuje zelená trasa tu znázorňuje černý okruh a červené trasy znázorňují cestu k výtahům, které vedou do patra. Na dalším obrázku č.5.2 je znázorněné patro hnědého okruhu.



Obr. 5.1 Sklad montážní haly – černý okruh

Zdroj: Vlastní zpracování, [5]



Obr. 5.2 Patro ve skladu montážní haly – hnědý okruh

Zdroj: Vlastní zpracování, [5]

Znovu je potřeba zdůraznit, že teď se už nejedná o zavážení montážních linek, ale o zavážení skladu. Podmínkou pro objednání dílů je doručení a je stejné jak k montážní lince do 2 hodin (120 minut), tak je i potřebná průměrná doba k zavezení dílu do skladu za 56 minut.

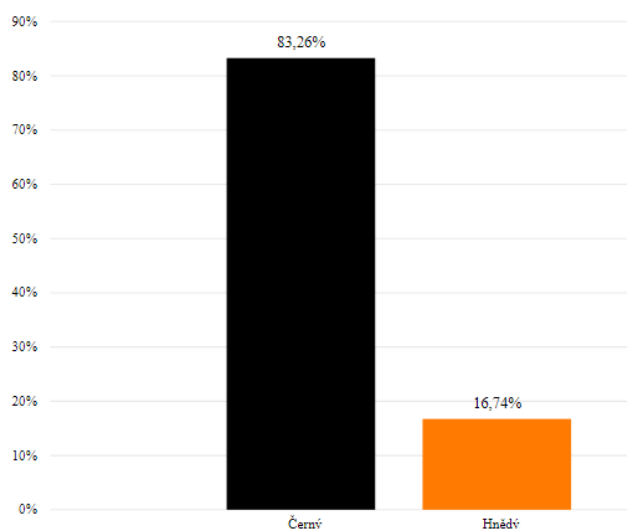
- V první řadě se ve skladu AKL nachází a vyskladňuje jenom pro sklad 473 různých dílů.
- Průměrný počet vychystaných dílů za den 632 KLT.
- Maximální počet vychystaných dílů za den ve zkoumaném období 806 KLT.
- Za celý měsíc se vychystalo 20204 KLT.
- Procentuální počet a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání je zobrazen v tabulce č.5.3.

Tab. 5.3 Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání pro sklad

Způsob objednávání	Počet KLT za měsíc v %	Počet KLT za měsíc
SSW (ANDON4)	97,2	19629
HTD/ručně	2,8	575

Zdroj: Vlastní zpracování

- Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů je pro znázornění zobrazen v grafu 5.1
- Počet míst spotřeby (celkový počet spádových regálu), kam se dodávají KLT je 479.



Graf 5.1 Procentuální počet vychyvaných KLT podle okruhů skladu

Zdroj: Vlastní zpracování

### 5.2.2 Realizace návrhu zavážení skladu

Na počátku návrhu je důležité určení počtu potřebných FTS a jejich tras. Výpočet, jak zavážení skladu, tak montážní linky je proveden v minulé kapitole, kde závěrem pro sklad bylo potřeba 2 FTS. V této části je okruh „sklad“ rozdělen na dva okruhy a to každý zvlášť.

Výpočet je stejný jako pro zavážení linky a skladu, potřebné parametry pro výpočet jsou v tabulce č.5.4 a výsledné počet FTS pro zavážení černého a hnědého okruhu jsou v tabulce č.5.5.

Tab. 5.4 Parametry potřebné pro výpočet

Okruh	Vzdálenost s nákladem [m]	Vzdálenost bez nákladu [m]	Přepravný faktor	Počet KLT den	Počet dodávek za hodinu
Černý	1055	268	0,7	663	2
Hnědý	509	138	0,7	153	1

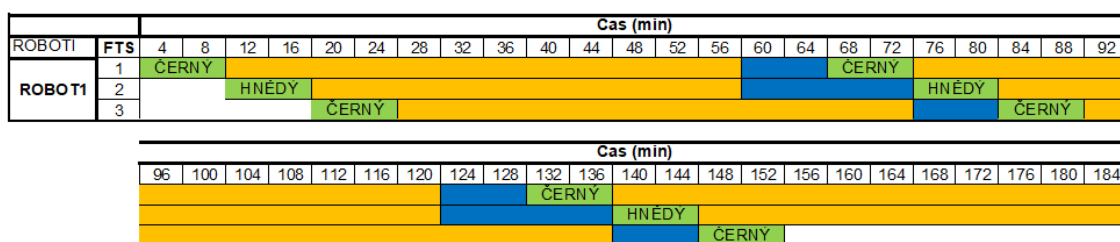
Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 5.5 Výsledný počet FTS pro zavážení černého a hnědého okruhu

Okruhy	Čas dodávky na jedno FTS [min]	Počet dodávek na jedno FTS za hodinu	Počet FTS	Celkový čas dodávky na vozidlo [min]
Černý	33,8	1,243	2	48,3
Hnědý	29,2	1,436	1	41,8
Počet FTS vozíků			<b>3</b>	

Zdroj: Vlastní zpracování

Ze závěrečné tabulky vyplývá, že pokud okruhy skladu budou rozdělené, bude potřeba 3 FTS na zavážení. Podle Ganttova diagramu pro zavážení skladu dokážou 3 FTS přepravit kolem 53 KLT za hodinu, požadavek současného počtu je 33 KLT za hodinu. Ganttův diagram je znázorněn na obrázku č.5.3, kde zelená pole značí název okruhu a dobu nakládání, tmavě žlutá políčka značí celkovou přepravu a dále modrá políčka zase čekání ve frontě u skladu AKL.



Obr. 5.3 Ganttův diagram pro zavážení skladu

Zdroj: Vlastní zpracování

### Vhodná technologie

V předchozí kapitole a v závěrečném shrnutí jsou tedy čtyři návrhy na zavážení montážních linek. Každá má své výhody a nevýhody, ale v této části je důležité, aby se vůbec neupravovalo vyskladňování roboty.

- Podjezdový FTS se spádovým regálem – je možné použít pro zavážení skladu
- Podjezdový FTS s ramenem cobot – je možné použít pro zavážení skladu
- Magazino SOTO – nemožné použít pro zavážení skladu
- Prvky FTS s vozíkem Pusher – je možné použít pro zavážení skladu

Závěrem nevhodnější varianta je zavážení skladu a použití technologie Prvky FTS s vozíkem Pusher. Při této technologii by nebyla vůbec žádná nutnost upravovat vyskladňovací roboty při dostačujícím počtu 3 FTS.

## Závěr

Cílem mojí diplomové práce bylo objasnit zásobování montážní a výrobní linky malými díly z automatického skladu a navrhnout systém zásobování výrobních linek, který bude automatizovaně a flexibilně reagovat na potřeby výroby. Práce byla zpracována ve společnosti Škoda auto a.s., která je největším výrobcem automobilů v České republice.

Diplomová práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část se zabývá hlavní myšlenou Průmysl 4.0, jejím vývojem a současným vlivem na dnešní společnost. Průmyslu 4.0 nebo průmyslové revoluci 4.0 spolu s automatizací a digitalizací v automobilovém průmyslu patří první kapitola práce. Následující druhá kapitola je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V první část kapitoly se zabývá teoretickými logistickými operacemi. Druhá část kapitoly představuje samotnou společnost Škoda auto a.s. a hlavně její základní logistické operace.

V diplomové práci je pak praktická část, která k současnému zavážení montážních linek ze skladu malých dílů AKL přidává prvky automatizace. Třetí kapitola je analýza celého zavážecího procesu ze skladu AKL až k montážním linkám. Další kapitolou je optimalizace zavážení montážních linek s prvky automatizace. Tato kapitola obsahuje samotný návrh zavážení montážních linek a jedná se o hlavní část diplomové práce. Poslední pátá kapitola je zhodnocení navrženého zavážení výrobních linek s prvky automatizace.

Tato závěrečná kapitola obsahuje též důležitou část, kde se jedná o zavážení skladu montážní haly. Tato část je důležitá proto, že kdyby se realizoval tento navrhovaný projekt, tak zavážení skladu nemá takový požadavek na zavážení dílů jako montážní linka a realizace by byla s větší procentuální úspěšností než zavážení montážní linky.

Návrhy práce jsou ovšem teoretická na základě přesných informací, bohužel nebyla možnost zjistit použití navrhovaných technologií v praxi. Návrh se jeví jako pilotní projekt.

Systém automatického zavážení a zásobování výrobních a montážních linek představuje značné investiční náklady, dokážou snížit rizika lidského faktoru a obsluhu přesunout na složitější pracovní pozice. Automatizace spolu s digitalizací a robotikou vedou k významné proměně světa a tento nový trend odstartoval Průmysl 4.0.

## Seznam zdrojů

- [1] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 9788090659445.
- [2] Od 1. průmyslové revoluce ke 4. *Technický týdeník* [online]. [cit. 2015-07-04]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4\\_31001.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html)
- [3] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.
- [4] ČÁST 1: PRŮMYSL 4.0 A JEHO VLIV NA SVĚT PRÁCE. *Národní ústav pro vzdělávání* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/vystupy/cast-1-prumysl-4-0-a-jeho-vliv-na-svet-prace>
- [5] Interní dokumentace společnosti Škoda auto a. s. *Pracovní návody a informace pro zaměstnance společnosti*. Dostupné z: Portál Škoda auto a. s.
- [6] Autonomní vysokozdvizné vozíky spoléhají na výkonnou počítačovou technologii Siemens. *Siemens* [online]. [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/press/autonomni-vysokozdvizne-voziky-spolehaji-na-vykonnou-pocitacovou-technologie-siemens>
- [7] Pavel. *Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky*. 5. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 9788025137475.
- [8] Automatizace v logistice – jaké výhody a nevýhody přináší. *Logistici* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://logistici.cz/2019/05/05/automatizace-logistice-vyhody-nevyhody/>
- [9] Základní pojmy z automatizace: 32 termínů, které musíte znát. *Factory automation* [online]. [cit. 2015-01-25]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/zakladni-pojmy-z-automatizace-32-terminu-ktere-musite-znat/>
- [10] PĚT STUPŇŮ K AUTONOMNÍMU ŘÍZENÍ. *Škoda-storyboard* [online]. [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/pet-stupnu-k-autonomnimu-rizeni/>
- [11] VEBER, Jaromír. *Digitalizace ekonomiky a společnosti: výhody, rizika, příležitosti*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-554-4.
- [12] Rukavice se skenerem čárových kódů šetří čas. *Konstruktér* [online]. [cit. 2018-08-18]. Dostupné z: <https://www.konstrukter.cz/rukavice-se-skenerem-carovych-kodu-setri-cas/>
- [13] Co je digitální dvojče a proč je užitečné. *Aiworld* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://aiworld.cz/digitalizace/co-je-digitalni-dvojce-a-proc-je-uzitecne-232>

- [14] GROS, I., a kol., 2016: *Velká kniha logistiky*. Praha, VŠCHT, 2016, 512 s., ISBN 978-80-7080-952-5.
- [15] Interní doku MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 9788024841588. BENEŠ.
- [16] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress, 2012. ISBN isnb978-80-86929-89-7.
- [17] ČUJAN, Zdeněk. *Logistika výrobních technologií*. V Přerově: Vysoká škola logistiky, 2013. ISBN 978-80-87179-31-4.
- [18] FEDORKO, Gabriel. Přednáška č.02 AGV – charakteristika, vývoj, podstata fungování. Přerov: Vysoká škola logistiky o.p.s., 2019. Dostupné z: intranet Vysoké školy logistiky o.p.s.
- [19] CEIT Technical Innovation [online]. Třilina, c2013 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: <http://www.ceitechinnovation.eu/index.php/en/gallery>
- [20] Sledujte s námi živý přenos představení prvních elektrických vozů Škoda Auto. *Elektrické vozy* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/sledujte-s-nami-zivy-prenos-predstaveni-prvnich-elektricky-ch-vozu-skoda-auto>
- [21] Magazino SOTO. *Magazino* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.magazino.eu/products/soto/?lang=en>



## Seznam obrázků

Obr. 1.1	Časová přímka průmyslových revolucí .....	12
Obr. 1.2	Příklad automatizovaného systému od společnosti Siemens.....	16
Obr. 2.1	Konstrukční prvky automatického dopravního vozíku FTS .....	31
Obr. 2.2	Základní konstrukce bez krytu FTS .....	31
Obr. 2.3	Typy pohybu (řízení) automatického dopravního vozíku FTS .....	32
Obr. 2.4	Typy navigace automatického dopravního vozíku FTS.....	33
Obr. 2.5	Podjezdové FTS a zóny oblastí .....	36
Obr. 2.6	Logo společnosti na mapě České republiky a umístění třech závodů .....	37
Obr. 2.7	Nejdůležitější modely historie závodu Kvasiny .....	38
Obr. 2.8	Vybrané produkty Škoda auto .....	39
Obr. 2.9	Výrobní technologie závodu Kvasiny .....	40
Obr. 3.1	Sklad na malé díly AKL .....	47
Obr. 3.2	Příklady plastových přepravek KLT 6280 a KLT 6147.....	49
Obr. 3.3	Objednávání pomocí systému SSW ANDON4 (koník).....	51
Obr. 3.4	Logistický vláček se dvěma Pushery.....	51
Obr. 3.5	Spádový (trubkový) regál u montážní linky.....	53
Obr. 3.6	Plocha z analistického nástroje Power BI .....	54
Obr. 4.1	Ganttův diagram zavážení ze skladu AKL.....	69
Obr. 4.2	Sklad AKL současné stavu zavážení s označeními místy na Pushry.....	70
Obr. 4.3	Model podjezdového FTS se spádovým regálem.....	71
Obr. 4.4	Model podjezdového FTS se spádovým regálem u regálu montážní linky..	72
Obr. 4.5	Model podjezdového FTS s ramenem cobot .....	74
Obr. 4.6	Model podjezdového FTS s ramenem cobotu u regálu montážní linky.....	74
Obr. 4.7	Technologie Magazino SOTO.....	76
Obr. 4.8	Automatické nabíjení FTS v podlaze .....	81
Obr. 5.1	Sklad montážní haly – černý okruh.....	89
Obr. 5.2	Patro ve skladu montážní haly – hnědý okruh.....	90
Obr. 5.3	Ganttův diagram pro zavážení skladu .....	92

## Seznam grafů

Graf 3.1	Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů .....	56
Graf 3.2	Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů pro montážní linky ...	58
Graf 5.1	Procentuální počet vychystaných KLT podle okruhů skladu.....	91

## Seznam tabulek

Tab. 3.1	Příklady přepravovaných dílů v KLT.....	49
Tab. 3.2	Přehled okruhů z oblasti doručení a typem objednáni.....	52
Tab. 3.3	Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání .....	56
Tab. 3.4	Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání pro montážní linky .....	57
Tab. 4.1	Parametry potřebné pro výpočet.....	62
Tab. 4.2	Přehled závěru výpočtu počtu FTS pro současné tři okruhy .....	64
Tab. 4.3	Parametry potřebné pro výpočet nových okruhů.....	66
Tab. 4.4	Přehled závěru výpočtu počtu FTS pro nové okruhy .....	67
Tab. 5.1	Rozdíl mezi technologií FTS a logistickým vláčkem.....	85
Tab. 5.2	Shrnutí návrhů vhodných technologií FTS.....	87
Tab. 5.3	Procentuální a celkový počet vychystaných KLT podle způsobu objednávání pro sklad .....	90
Tab. 5.4	Parametry potřebné pro výpočet.....	91
Tab. 5.5	Výsledný počet FTS pro zavážení černého a hnědého okruhu.....	92

## Seznam zkratek

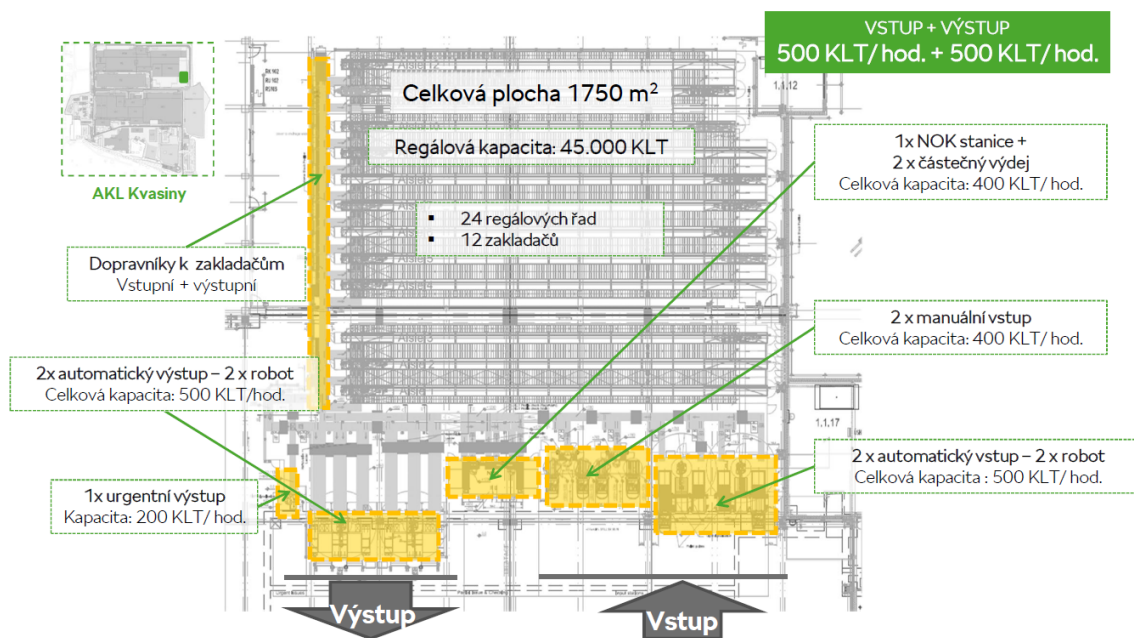
2D	Dvojměrný/Označuje svět, který je možné popsat dvěma rozměry
3D	Trojměrný/Označuje svět, který je možné popsat třemi rozměry
AGV	Automated Guided Vehicles/Automatizované logistické systémy
AKL	Automatický sklad malých dílů
ANDON4	Systém automatického objednávání dílů pomocí koníku
B-label	Identifikační štítek KLT ve skladu malých dílů
B-rám	Podvozková vlek na palety určený za logistický vláček tvaru B
CPS	Cyber-Physical System/Jedná se o systém integrace výpočtů, sítí a fyzických procesů.
C-rám	Podvozková vlek na palety určený za logistický vláček tvaru C
E-label	Identifikační štítek KLT ve skladu malých dílů
E-papír	Elektronický papír
E-rám	Podvozková vlek na palety určený za logistický vláček tvaru E
EUR	Označení europalety, která má rozměr pro celou Evropskou unii normalizovanou
FIFO	Metoda zpracování dat podle principu First In First Out, první do skladu první ze skladu
FTS	Fahrerloss Transport System/Automatizované logistické systémy//
GLT	Global Transport Label/Identifikační závěska materiálu – velký obal
GPS	Vojenský navigační družicový systém, který provozuje ministerstvo obrany Spojených států amerických /Global Positioning System.
HRL	Regálový sklad
HTD	Terminál pro ruční objednávání
INEAS BMA	Automatický systém odvolávek materiálu
INEAS MA	Systém odvolávek materiálu

ISO	Mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem /International Organization for Standardization.
IT	Informační technologie/Označuje jednak vědu zabývající se informačními technologiemi
iTLS	Interní transportní systém
JIS	Just in Time/Technologie předem stanovených dodávek v čase a množství
KBK	Objednávková karta, která slouží pro objednávání v systému KABAN
KLT	Plastová přepravka na přepravu malých dílů
LIFO	Metoda zpracování dat podle principu Last In First Out, poslední do skladu první ze skladu
LKW	Jízdní souprava nákladního automobilu s celkovou hmotností nad 12 tun s návěsem nebo přívěsem
MV	Manipulační vozík
NOK	Stanice na kontrolu KLT ve skladu AKL
Power BI	Business Intelligence/Analytický nástroj od společnosti Microsoft
QR	Technologie rychlé odezvy
RBG	Vytahovací stroj v regálovém skladu (HRL)
RFID	Radio Frequency Identification/ Technologie identifikace objektů s využitím radiofrekvenčních vln
SAP	Informační systém pro řízení objednávek ve skladu
SSW	Systém automatického objednávání dílů pomocí koníku
SUV	Sportovní užitkové vozidlo
VZV	Vysokozdvihný vozík
WMS	Řídící systém skladu malých dílů AKL

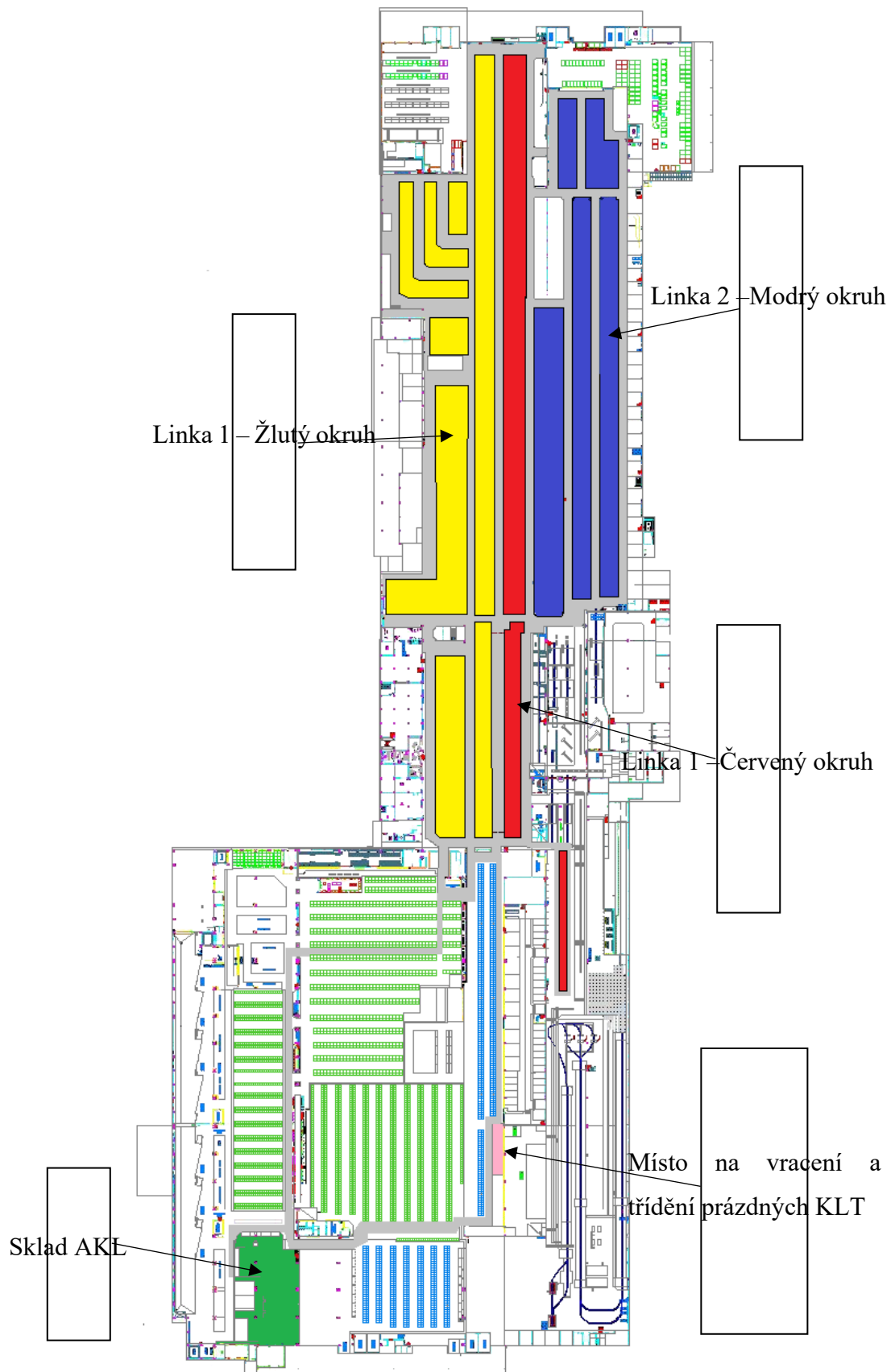
## Seznam příloh

Příloha A	Sklad AKL
Příloha B	Montážní haly se skladem AKL a znázorněnými tři okruhy
Příloha C	Schéma nových okruhů montážních linek a skladu AKL
Příloha D	Základní výpočet tří okruhů v programu Excel
Příloha E	Základní výpočet nových okruhů v programu Excel
Příloha F	Sankeyho diagram

Sklad AKL



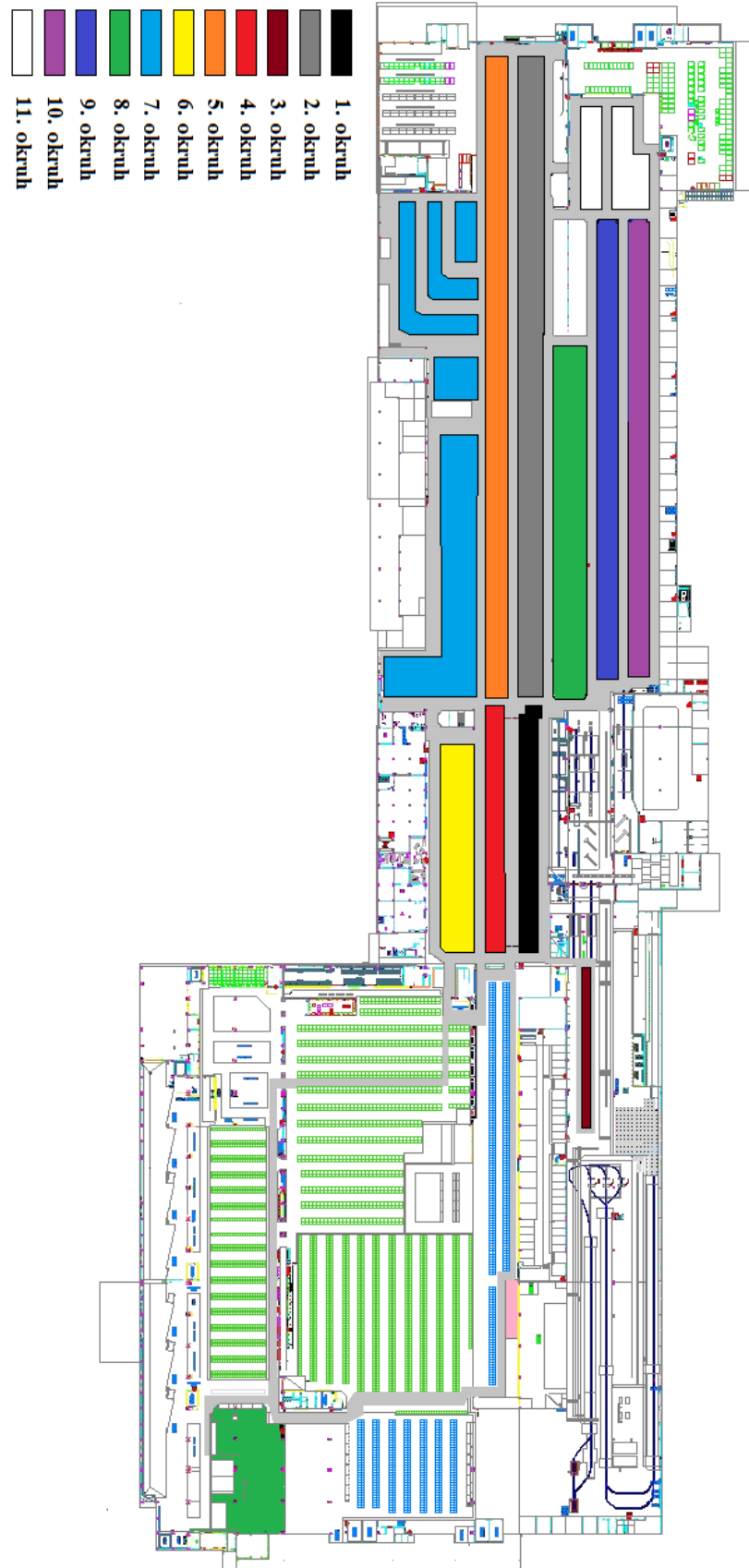
Montážní haly se skladem AKL a znázorněnými tři okruhy



Příloze B je znázorněna celá montážní hala závodu Kvasiny. V horní části schématu jsou zjednodušeně zobrazeny montážní linky a v dolní části je sklad. Ve schématu je sklad AKL znázorněn tmavě zeleně, montážní linky 1 jsou červené a žluté, montážní linky 2 jsou modré, růžový malý obdélník ve spodní části znázorňuje místo na třídění prázdných KLT a tmavě šedivá jakási trasa znázorňuje trasu po které jezdí logistický vláček.



Schéma nových okruhů montážních linek a skladu AKL



## Základní výpočet tří okruhů v programu Excel

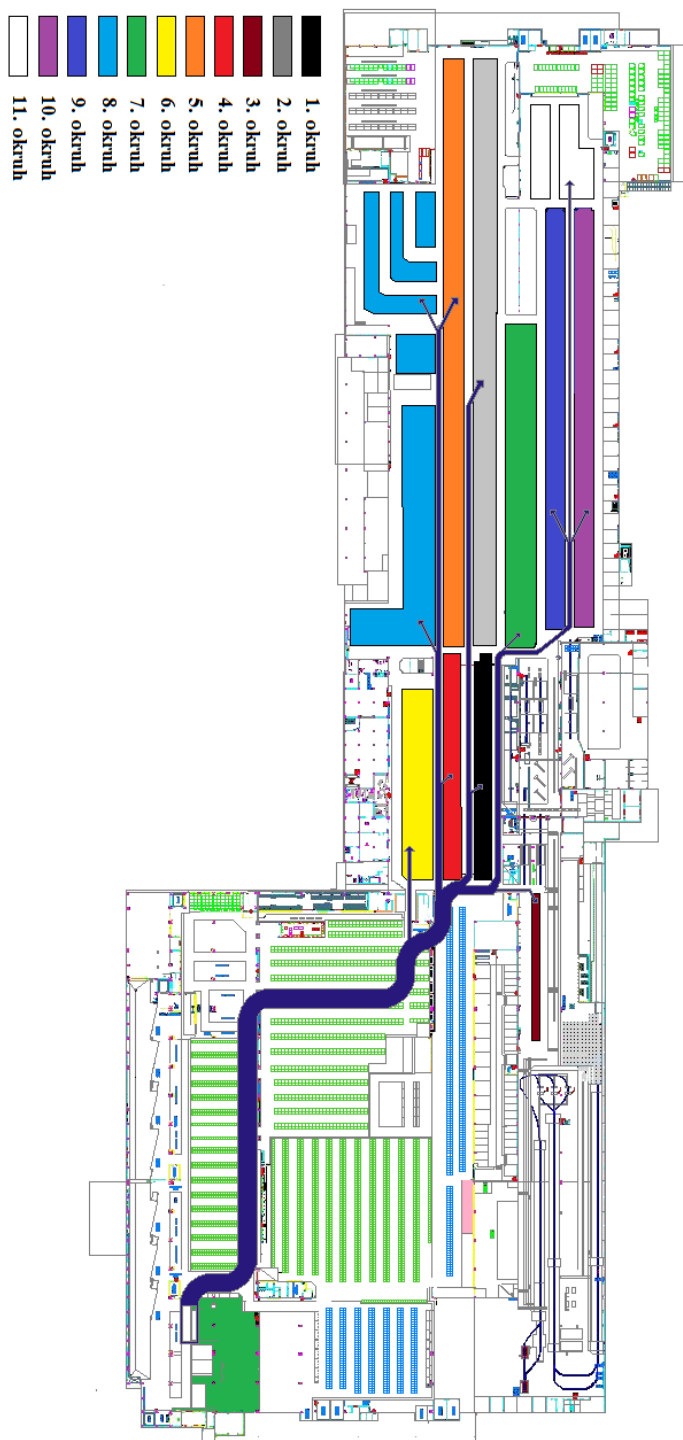
Okruh	Vzdálenost celkem [m]	Vzdálenost naložený [m]	Vzdálenost prázdný [m]	Rychlost FTS [m.s <sup>-1</sup> ]	Nakládání [min]	Vykládání [min]	Přepařný faktor f	KLT-den	KLT-hod	Nd-hod	Nd-hod
<b>Cerenný</b>	1903	1632	271	2	5	20	0,7	1800	75	3,75	4
<b>Zlutý</b>	1913	1642	271	2	5	20	0,7	2299	95,79	4,79	5
<b>Modrý</b>	1880	1450	430	2	5	20	0,7	1769	73,71	3,69	4
Okruh	Tdv [s]	Tdv [min]	Ndv [hod]	Nfs	Nfs	Čas [min]					
<b>Cerenný</b>	2451,5	40,9	1,0279	3,891	4	58,4					
<b>Zlutý</b>	2456,5	40,9	1,0258	4,874	5	58,5					
<b>Modrý</b>	2440	40,7	1,0328	3,873	4	58,1					
			BEZ SKLADU	12,638	13						
			SE SKLADEM		15						

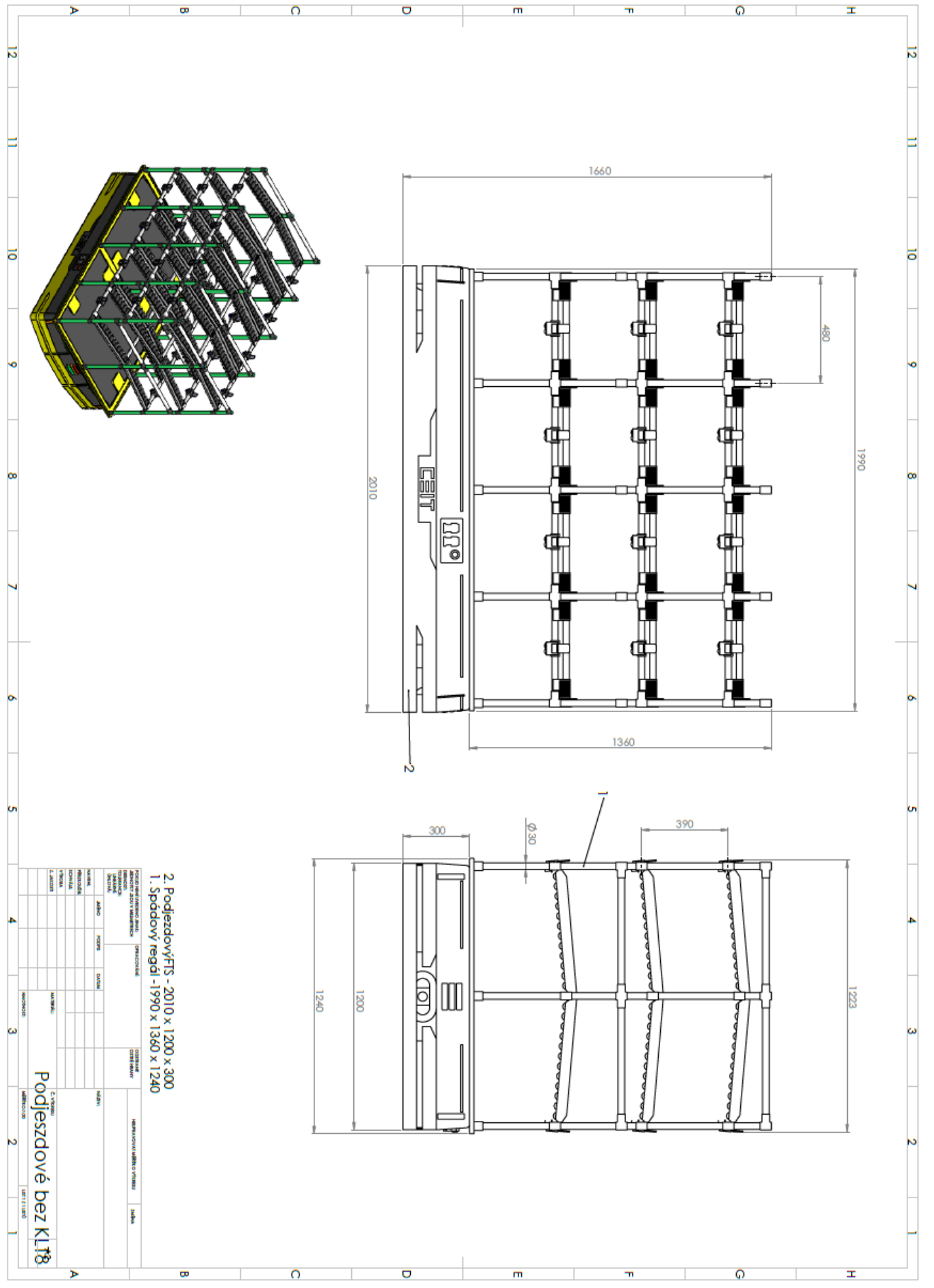
Základní výpočet nových okruhů v programu Excel

Okruh	Vzdálenost celkem [m]	Vzdálenost nabozevy [m]	Vzdálenost prázdný [m]	Rychlost FTS [m.s-1]	Nakládání [min]	Vykládání [min]	Preparavny faktor f	KLT-den	KLT-hod	Nd-hod	Nd-hod
1	654	383	271	2	5	20	0,7	388	16,17	0,81	1
2	1303	1032	271	2	5	20	0,7	1363	56,79	2,84	3
3	751	480	271	2	5	20	0,7	66	2,75	0,14	1
4	1256	985	271	2	5	20	0,7	914	38,08	1,90	2
5	1146	875	271	2	5	20	0,7	342	14,25	0,71	1
6	739	468	271	2	5	20	0,7	621	25,88	1,29	2
7	1296	1025	271	2	5	20	0,7	485	20,21	1,01	2
8	1251	821	430	2	5	20	0,7	471	19,63	0,98	1
9	1246	816	430	2	5	20	0,7	536	22,33	1,12	2
10	1266	836	430	2	5	20	0,7	401	16,71	0,84	1
11	1472	1042	430	2	5	20	0,7	390	16,25	0,81	1
12 skal	1564	1140	424	2	5	20	0,7	806	33,58	1,68	2
Okruh	Tdv [s]	Tdv [min]	Ndv [hod]	Nfts	Nfts	Čas [min]					
1	1827	30,5	1,379	0,725	1	43,5					
2	2151,5	35,9	1,171	2,561	3	51,2					
3	1875,5	31,3	1,344	0,744	1	44,7					
4	2128	35,5	1,184	1,689	2	50,7					
5	2073	34,6	1,216	0,823	1	49,4					
6	1869,5	31,2	1,348	1,484	2	44,5					
7	2148	35,8	1,173	1,705	2	51,1					
8	2125,5	35,4	1,186	0,843	1	50,6					
9	2123	35,4	1,187	1,685	2	50,5					
10	2133	35,6	1,181	0,846	1	50,8					
11	2236	37,3	1,127	0,887	1	53,2					
12 skal	2282	38,0	1,104	1,811	2	54,3					
			BEZ SKLADU	13,993	17						
			SE SKLADEM	15,804	19						

### Sankeyho diagram

V příloze je znázorněné schéma montážní haly spolu se skladem a použití Sankeyho diagramu, kde je znázorněná hustota dopravy pro zavážení montážních linek ze skladu AKL (tmavě modré šipky). Zavážení je znázorněné bez zavážení skladu. Sklad AKL je na obrázku dole a má tmavě zelenou barvu. Diagram znázorňuje hustotu dopravy za jednu hodinu a přímo k montážních linek, které jsou rozdělené na nové okruhy.

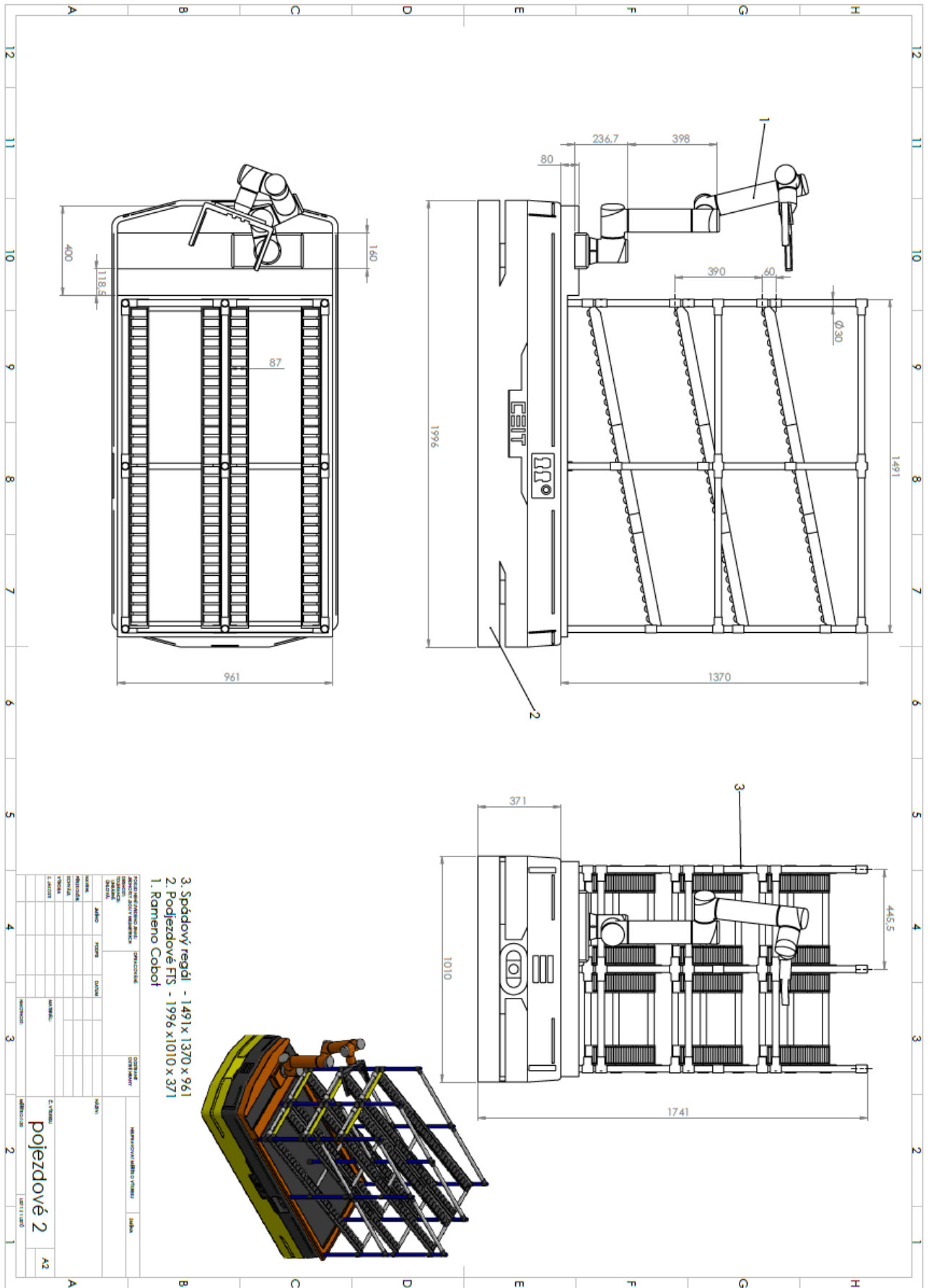




2. Podlezdov'FTS - 2010 x 1200 x 300  
 1. Spodov' regál - 1990 x 1360 x 1240

PODLEZDOV'FTS		SPODOV' REGÁL		MATERIÁL	
PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL	PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL	PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL
1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA	1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA	1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA
1	1	1	1	1	1
PODLEZDOV'FTS		SPODOV' REGÁL		MATERIÁL	
PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL	PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL	PODLEZDOV'FTS	SPODOV' REGÁL
1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA	1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA	1. JEDNOTKA	2. JEDNOTKA
1	1	1	1	1	1

Podlezdov'ové bez KLT8



<b>Autor/ka</b>	<b>Bc. Šíla Matěj, DiS.</b>
<b>Název DP</b>	<b>Optimalizace zásobování výrobních linek s využitím prvků automatizace</b>
<b>Studijní obor</b>	<b>LOG</b>
<b>Rok obhajoby DP</b>	<b>2020</b>
<b>Počet stran</b>	85
<b>Počet příloh</b>	6
<b>Vedoucí DP</b>	Ing. Libor Kavka, Ph.D.
<b>Anotace</b>	Diplomová práce na téma „Optimalizace zásobování výrobních linek s využitím prvků automatizace“. Na základě teoretických a praktických znalostí logistiky se analyzují technologické procesy v přepravě zavážení výrobních linek. V této práci se navrhuje způsob zavážení výrobních linek ze skladu malých dílů AKL s využitím prvků automatizace. Analýza a optimalizace zavážení probíhá ve společnosti Škoda auto a.s. v pobočném závodě Kvasiny.
<b>Klíčová slova</b>	Automatizace v logistice, Průmysl 4.0, automatizované zásobování výrobní linky, automatizovaný systém FTS, automatizovaný sklad AKL.
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	