

Vysoká škola logistiky o. p. s.

Aplikace AGV systému ve společnosti

Iveco Czech Republic, a. s.

(Diplomová práce)

Přerov 2021

Bc. Tomáš Hubáček



**Vysoká škola
logistiky
o.p.s.**

Zadání diplomové práce

student	Bc. Tomáš Hubáček
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: **Aplikace AGV systému ve společnosti Iveco Czech Republic, a. s.**

Cíl práce:

Na základě analýzy logistických procesů navrhnout řešení pro implementaci AGV systému ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s.

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. AGV systémy - teoretická východiska
2. Analýza logistických procesů ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s.
3. Návrh řešení pro implementaci AGV systému
4. Zhodnocení řešení

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

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

GÜNTER, Ullrich. Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications. Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-662-44814-4.

TREBUŇA, Peter a kol. Modelovanie v priemyselnom inžinierstve. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2015. ISBN 978-80-553-1953-7.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.

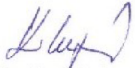
Datum zadání diplomové práce:

30. 10. 2020

Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


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

Čestné prohlášení

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

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

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

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

V Přerově, dne 13. 05. 2021



.....
Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu prof. Ing. Gabrielovi Fedorkovi, Ph.D., MBA za odborné vedení diplomové práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci vypracovat. Dále děkuji vedení a pracovníkům firmy Iveco Czech Republic, a.s. za pomoc a poskytnutí informací pro potřeby této práce a také mé rodině, která mi byla oporou při vypracování diplomové práce.

Anotace

Diplomová práce se zabývá popisem AGV systému a následné implementace do současného stavu zásobování ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s. V teoretických východiskách popisují AGV systémy, jejich typy, navigace, bezpečnost a součást konceptu Industry 4.0. V analytické části diplomové práce popisují současný stav zásobování a jeho nedostatky. V praktické části práce jsou doporučeny varianty a výrobci AGV vozíků, které byly vybrány za pomoci multikriteriálního rozhodování, kde byla použita AHP metoda. V závěru práce je zhodnocené řešení návrhu AGV systému.

Klíčová slova

AGV, zásobování, automatizace, Industry 4.0

Annotation

The diploma thesis deals with the description of the AGV system and subsequent implementation into the current state of supply in the company Iveco Czech Republic, a.s. In the theoretical background, I describe AGV systems, their types, navigation, safety and part of the Industry 4.0 concept. In the analytical part of the thesis I describe the current state of supply and its shortcomings. In the practical part of the work, variants and manufacturers of AGV trucks are recommended, which were selected with the help of multicriteria decision-making, where the AHP method was used. At the end of the work is evaluated the solution of AGV system design.

Keywords

AGV, supply, automation, Industry 4.0

Obsah

Úvod.....	11
1 AGV systémy – teoretická východiska.....	12
1.1 Historie AGV	12
1.1.1 První éra.....	13
1.1.2 Druhá éra.....	13
1.1.3 Třetí éra.....	14
1.1.4 Čtvrtá éra.....	14
1.2 Charakteristika AGV.....	14
1.3 Navigace AGV	15
1.3.1 Fyzické vedení	16
1.3.2 Vedení magnetickými body	17
1.3.3 Laserová navigace.....	18
1.3.4 Laserová konturová navigace	18
1.3.5 GPS navigace.....	19
1.4 Typy AGV.....	20
1.4.1 AGV vysokozdvíhací vozík (Forklift AGVs).....	20
1.4.2 AGV plošinový vozík (Piggyback AGV).....	21
1.4.3 AGV tažné vozidlo (Towing vehicle).....	22
1.4.4 AGV podjezdové vozidlo (Underride AGVs)	23
1.4.5 AGV montážní vozidlo (Assembly AGV).....	24
1.4.6 AGV pro těžký materiál (Heavy load AGV)	24
1.4.7 AGV s dieslovým pohonem (Diesel AGV)	24
1.4.8 AGV pro speciální činnosti (Special design AGV)	25
1.4.9 AGV pro přepravu osob (AGV People Mover).....	25
1.4.10 AGC bezobslužný vozík (Automated Guided Carts)	25

1.5	AGV periférie.....	26
1.6	Baterie a druh nabíjení používané v AGV	27
1.7	Bezpečnostní systém	27
1.8	Možné stupně automatizace pomocí AGV	29
1.9	Automatizace interní logistiky	29
1.9.1	Tvrdá automatizace.....	31
1.9.2	Měkká automatizace	31
1.9.3	Programovatelná automatizace	31
1.10	AGV jako součást technologií konceptu Industry 4.0.....	32
2	Analýza logistických procesů ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s.....	34
2.1	Představení společnosti	34
2.1.1	Historie společnosti.....	34
2.1.2	Současná situace společnosti	35
2.1.3	Obchod a marketing společnosti Iveco Czech Republic, a.s.	36
2.2	Layout společnosti a uspořádání pracovišť	37
2.2.1	Charakteristika Areálu 1	38
2.2.2	Charakteristika Areálu 2	38
2.2.3	Charakteristika Areálu 3	38
2.2.4	Charakteristika Areálu 4	38
2.2.5	Charakteristika prostorů LC Šmídlu.....	39
2.3	Současný stav zásobování výroby.....	39
2.3.1	Logistický vláček.....	39
2.3.2	Vysokozdvížné vozíky	40
2.3.3	Ručně tlačené vozíky	40
2.4	Popis analyzovaného procesu	41
2.4.1	Popis pracoviště – výroba opěr sedadel	42
2.4.2	Postupový diagram pracoviště výroby opěr sedadel.....	44

2.4.3	MTM analýza převozu opěr.....	46
2.4.4	Shrnutí nedostatků současného stavu zásobování	47
3	Návrh řešení pro implementaci AGV systému	49
3.1	Návrh trasy pro systém AGV	49
3.1.1	Vyznačení trasy a zastávek systému AGV	49
3.1.2	Technické požadavky na AGV systém	50
3.2	Návrh alternativy řešení pomocí multikriteriálního rozhodování	51
3.2.1	AGV tažné vozidlo s laserovou navigací.....	51
3.2.2	AGV plošinový vozík s magnetickým naváděním	52
3.2.3	AGV podjezdové vozidlo s optickým naváděním	53
3.3	Zhodnocení navrhovaných variant řešení AGV vozíků.....	53
3.3.1	Tažné vozidlo s laserovou navigací	54
3.3.2	Plošinový vozík s magnetickým naváděním.....	54
3.3.3	Podjezdové vozidlo s optickým naváděním.....	54
3.4	Multikriteriální rozhodování pomocí AHP metody	54
3.4.1	Matice AHP metody	55
3.4.2	Výsledek varianty podle AHP metody	57
3.4.3	Doporučená varianta	59
3.5	Výběr AGV vozidla pomocí AHP metody	60
3.5.1	Matice výběru výrobce pomocí AHP metody	61
3.5.2	Výsledek výrobce podle AHP metody.....	62
3.5.3	Doporučený výrobce podle AHP metody	64
4	Zhodnocení řešení.....	66
4.1	Kapacitní propočet	66
4.1.1	Výpočet času zásobování	66
4.1.2	Počet dodávek sad za hodinu	67
4.1.3	Počet potřebných jízd za směnu.....	68

4.1.4	Využitelnost AGV za směnu	68
4.1.5	Ujetá vzdálenost AGV za jeden pracovní den	69
4.1.6	Využití ložné plochy	69
4.2	Shrnutí navrhovaného systému	70
Závěr	71
Seznam bibliografických citací.....		73
Seznam grafických objektů.....		77
Seznam zkratk a značek		80
Seznam příloh		81

Úvod

Automatizace výrobních procesů hraje v dnešní době velkou roli. Motivací inovovat a automatizovat intralogistiku je potencionální snížení nákladů a zvyšování efektivity. Jedna z hlavních věcí, která je spojena s autonomními logistickými systémy je koncept Industry 4.0. Je potřeba sledovat a přikládat značnou důležitost vývoji nových technologií a automatizaci, která nám zajistí včasné a přesné dodání materiálu a celkově zlepšuje celý proces zásobování.

Cílem diplomové práce je na základě analýzy logistických procesů navrhnout řešení pro implementaci AGV systému ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s. AGV systém bude navrhnout na základě teoretických východisek a analýzy vybraného pracoviště. Navrhovaný systém bude sloužit jako podklad pro výběr nového způsobu zásobování pracoviště výroby opěr.

Diplomová práce je rozdělena na 4 hlavní kapitoly. První kapitola se zaměřuje na teoretická východiska AGV systému. Začíná představením historie a základními charakteristikami. Dále jsou popsány druhy navigací a typy AGV vozíků společně s jejich bezpečností. Na závěr první kapitoly je zmíněna automatizace interní logistiky a AGV systémy jako součást konceptu Industry 4.0.

První část praktické části práce se zaměřuje analýzou logistických procesů ve společnosti. Na začátku je představena společnost Iveco Czech Republic, a.s., společně se všemi výrobními areály a s popisem současného stavu zásobování výroby. Na závěr kapitoly je popis analyzovaného procesu, který zahrnuje popis pracoviště a analýzu procesu převozu opěr společně se shrnutím nedostatků pracoviště.

V další části je představen návrh řešení pro implementaci AGV systému na daném pracovišti, který představuje návrh trasy a technické požadavky na systém. Vzhledem k technickým požadavkům na systém je použito multikriteriální rozhodování pomocí AHP metody pro výběr doporučené AGV varianty a výrobce.

Poslední kapitola se zabývá kapacitním propočtem na vybranou variantu a výrobce AGV systému. Popisuje rozdíly mezi současným stavem zásobování a novým navrhovaným. Jsou zde zmíněny nedostatky pracoviště, které byly implementací AGV systému odstraněny.

1 AGV systémy – teoretická východiska

Pojem AGV (Automated Guided Vehicle), se nejčastěji označuje jako systém automaticky naváděných vozidel, který slouží k manipulaci materiálu s automatickým řízením. AGV jsou v dnešní době velmi rozšířený systém jak ve světě, tak v České republice. AGV se staly klíčovou součástí dnešní intralogistiky. Technologický standard a současná úroveň zkušeností s touto automatizační technologií vedly k zavedení AGV systému téměř ve všech průmyslových odvětvích a oblastech výroby. [1]

1.1 Historie AGV

Historie AGV začala zhruba před sedmdesáti lety v Americe a poté se dostala i do Evropy. Po rychlém vývoji senzorických a regulačních technologií a časný vývoj v mikroelektronice výrazně pomohl ke startu AGV. Kolem roku 1950 přišla na svět první myšlenka na vynález stroje, který by nahradil lidi obsluhující vozíky na přepravu. V roce 1953 ve Spojených státech Amerických, společnost Barret Electronics of Northbrook poprvé představilo svůj první prototyp automatického vozíku, který využíval pro svůj pohyb elektrický vodivý pás umístěný v podlaze. První AGV byl instalován jako tahač v roce 1954 ve společnosti Mercury Motor Freight Company v Kolumbii, který je zobrazen na obrázku č. 1.1. [1]



Obr. 1.1 První používané AGV Barret

Zdroj: [2].

V následujících letech přišla velká poptávka na trhu, zejména z automobilového průmyslu, vzhledem k rychlému tempu vývoje pokročilejších technologií. AGV přišel s mnoha výhodami, které byly velmi vyhledávané, např. úspora nákladů, zvýšení účinnosti, snížení škod na přepravovaném materiálu, zvýšení flexibility, a hlavně vyšší úroveň bezpečnosti. Na konci 80. let byl průmysl zasažen tzv. metodou štíhlé výroby, která pocházela z automobilového průmyslu z Japonska a zaměřovala se na zvyšování kvality a snižování výrobních nákladů. Na konci 90. let umožnil nový technologický pokrok novou éru AGV, které byly flexibilnější a spolehlivější. [2]

Historii AGV lze rozdělit podle literatury (Ullrich 2015) do čtyř er vývoje a lze je odlišit stavem tehdejší dostupné technologie a emocionálním přístupem k systémům:

- První éra – 1953 až 1970,
- Druhá éra – 1970 až 1990,
- Třetí éra – 1990 až 2010,
- Čtvrtá éra – 2010 až současnost.

1.1.1 První éra

První období začalo vynálezem AGV v Americe v roce 1953. O několik let později se objevil i v Evropě. Technologicky byly první stroje poznamenány jejich jednoduchými systémy s vedením na trati a hmatovými „senzory“, jako jsou nárazníky a rukojeti pro nouzové zastavení s mechanickými spínači. AGV nyní sledovalo elektrický vodivý pás, který byl namontovaný na podlaze. Tento princip se nazývá indukční vedení koleje. Stanice, ve kterých měly být přepravovány náklady, byly kódovány magnety zapuštěnými do podlahy, které byly detekovány senzory ve vozidlech. V této době jednoduchý naváděcí systém sestával z vakuových trubic, které měly jen omezený potenciál pro vývoj.

1.1.2 Druhá éra

Druhé období zahrnovalo 70. a 80. léta a skončilo počátkem 90. let. Byla zavedena elektronika v podobě jednoduchých palubních počítačů, podpora mikro technologií a obrovských řídicích skříní pro ovládání blokových sekcí. Následkem vývoje mikro technologií a palubního počítače došlo k velkému rozmachu AGV technologie. Krátce po začátku této éry se do vývoje AGV zapojuje i Čína.

1.1.3 Třetí éra

Třetí období trvalo od poloviny 90. let zhruba do roku 2010, kdy byly stanoveny technologické standardy. Zařízení mají elektronické navádění a bezdotykové senzory, jako můžeme vidět na obrázku č. 1.2, který zobrazuje automobilovou výrobu VW v roce 1986. Jsou řízeny standardním PC a AGV obsahuje mikroprocesor. Klasickými navigačními technologiemi jsou magnetická a laserová navigace.



Obr. 1.2 Automobilová výroba VW s použitím AGV v roce 1986

Zdroj: [1].

1.1.4 Čtvrtá éra

Čtvrté období stále probíhá a jeho začátek nastal v roce 2010 a je zcela jisté, že se nejedná o poslední období. Ve světě se objevuje stále více společností, které nabízejí AGV systémy, které mají především více soběstačný systém ovládní. Čtvrté období se zabývá hlavně tématem autonomie navádění. [1]

1.2 Charakteristika AGV

V současnosti už je téměř normální vidět jezdit vozíky bez řidiče. Hlavní oblastí použití AGV vozidel je v intralogistice. Konkrétně v provádění optimalizace interních toků zboží a materiálů. Používá je mnoho podniků, protože mohou snížit mzdové náklady, poskytnout flexibilitu, ušetřit čas a mohou výrazně snížit výrobní a skladové náklady. V současné době se používají v mnoha průmyslových odvětvích, např. potravin a nápojů, tisku novin, léčiv, skladování, výroby a zpracování pošty včetně leteckého

a kosmického průmyslu. AGV jsou zařízení, která používají elektronickou navigaci se senzory bez přímého styku a jsou řízeny pomocí PC, které spolupracuje s AGV mikroprocesorem nebo jiným výpočetním zařízením. Pomocí WLAN (Wireless Local Area Network), neboli pomocí bezdrátové počítačové sítě je možná rychlá a okamžitá komunikace s řídicím systémem. [3]

AGV systémy mají svoje výhody a nevýhody a jsou znázorněny níže v tabulce č.1.1.

Tab. 1.1 Výhody a nevýhody AGV

Výhody
snížení nákladů na pracovní sílu
zvýšení bezpečnosti
zvýšení produktivity a přesnosti zásobování
modularita – pomalé zvyšování vozového parku
eliminace poškození zařízení a výrobku
redukce nákladů na energie - AGV jsou schopné fungovat 24 hodin denně
Nevýhody
vysoká počáteční investice
náklady na údržbu
nejsou vhodné pro neopakující se úkoly
snížení flexibility operací - AGV nemůže tak jako člověk náhle změnit druh práce

Zdroj: [4].

1.3 Navigace AGV

Navigace AGV vozidel pracuje se souřadnicovým systémem, podle kterého se pohybuje. Mezi souřadnicové systémy můžeme zahrnout výrobní haly, skladovací prostory, atd. Z globálního souřadnicového systému jsou odesílány souřadnice, které vozidlo přijímá většinou pomocí WI-FI přijímače, který je umístěn přímo na něm. Navigace pomáhá vozidlu dostat se z místa do A do místa B, případně na stanoviště mezi body A a B. AGV se naviguje mezi různými místy v operační oblasti. Podle DIN navigací se k plnění úkolu používá několik pomůcek:

- kde se vozidlo nachází,
- kam by vozidlo pokračovalo, kdyby nebyl změněn jeho kurz,
- co je potřeba udělat, aby bylo možné bezpečně dorazit do požadovaného cíle a po předepsané trase.

U navigace AGV existuje rozdíl mezi pojmy pozice a umístění. Pozice je přesná sada souřadnic a místo obsahuje více informací. Může to být například informace o tom, co musí AGV v daném místě dělat, jako je zastavení, komunikace s řídicím systémem nebo provedení určité úlohy. Nejběžnější aktivní technologií pro určování polohy je systém GPS, kde ke svému zaměření používá satelity – stejně jako je v automobilech. [1]

1.3.1 Fyzické vedení

Při fyzickém vedení jsou AGV řízena nebo navigována pomocí přípravků na podlaze nebo v podlaze. Nejběžnější fyzické navigování bývá pomocí:

- A. Aktivní indukční vedení – vodič nesoucí proud je uložen do podlahy a uspořádání jednotlivých vodičů lze kombinovat a zapojit do různých okruhů. Ve spodní části AGV jsou na sobě umístěny dvě magnetické cívky kolmo k sobě. Vodičem v podlaze protéká elektrický proud, který vytváří na obou cívkách rozdílné napětí a tím dochází k měření odchylky vozíku od vodící stopy. Jednotlivé frekvence střídavého proudu dávají vozíku pokyny.
- B. Pasivní indukční vedení – k podlaze je připevněn 5-10 cm široký kovový pás nebo magnetické pásky. AGV je vybaveno speciálním snímačem, který je napojen na řídicí jednotku vozidla a pomocí dvou až tří senzorů snímá magnetické pole. Sensory reagují na kovový pás a na změny magnetického pole. Ke správnému fungování systému je potřeba zajistit, aby vzdálenost mezi senzory a kovovým pásem byla 10 až 30 mm.
- C. Optickým vedením – optické sledování barevné pásky nalepené na podlaze pomocí kamerového senzoru. Optická navigace patří mezi nejdostupnější a nejlevnější typ navigace. Při této navigaci se musí zajistit, aby barevný pás byl jasně rozpoznatelný od okolní podlahy.

Pro pevnou navigaci jsou cesty předdefinovány a navigace je snadná, protože ke snímání vodícího pásu je zapotřebí pouze senzor. Úpravy cesty vyžadují fyzické změny. V některých případech může být tento systém vedení spojen s RFID (radiofrekvenční identifikací). Každý RFID štítek dává AGV určité informace, což logice AGV umožní pochopit její polohu a učinit rozhodnutí zastavit, otočit nebo pokračovat rovně. Tento typ je znázorněn na obrázku č. 1.3. [1] [5]



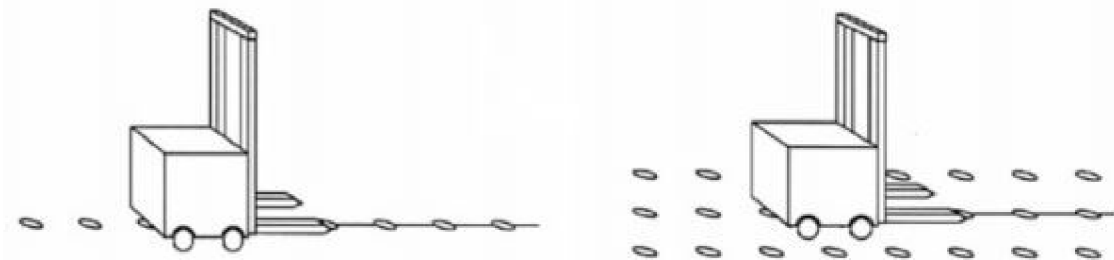
Obr. 1.3 AGV s optickým vedením

Zdroj: [5].

1.3.2 Vedení magnetickými body

Metoda vedení pomocí magnetických bodů, rovněž nazývána jako otevřená navigace, spočívá ve známkách s magnetickými kotouči umístěných v zemi. Cesta je pak přímo naprogramovaná v AGV. Pokud je potřeba změnit trasu, je potřeba přeprogramovat pouze AGV. Alternativou k pasivním permanentním magnetům jsou kvazi-aktivní transpondéry, které se aktivují indukcí ze čtecí jednotky pod vozidlem. Na obrázku č. 1.4 je vlevo zobrazeno vedení vozíku pomocí magnetických bodů a vpravo pomocí magnetické sítě. Vedení pomocí magnetických bodů se dělí na:

- vedení magnetickými body – trasy mohou tvořit pasivní permanentní magnety,
- vedení magnetickými body – rozmístění magnetických bodů do sítě, tzv. síť pokrývá celou oblast a nabízí větší flexibilitu. [1]

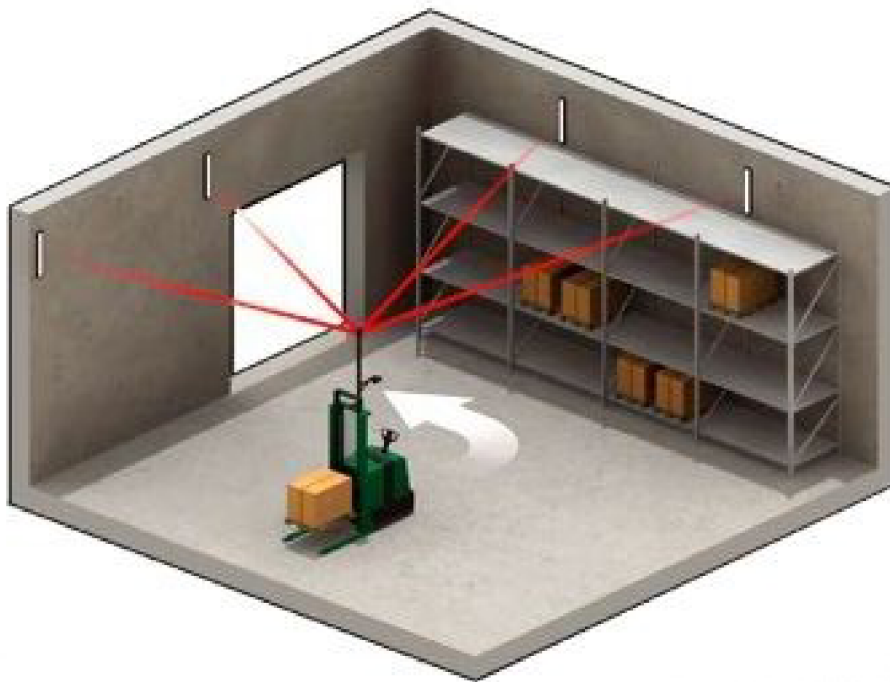


Obr. 1.4 Vedení AGV pomocí magnetických bodů

Zdroj: [2].

1.3.3 Laserová navigace

Řízení pomocí laserové navigace bychom mohli také zařadit do tzv. otevřené navigace a jako hlavního konkurenta magnetické navigace. U laserové navigace je rotační laser umístěn na AGV a funguje na principu čtení reflexních folií umístěných na stěnách a sloupech. Pomocí odraženého laseru je AGV schopno alespoň podle dvou nebo tří bodů určit přesně svoji polohu. Laserová navigace je nejvýznamnější metodou volné navigace, protože nabízí vysokou přesnost. Laserová navigace nabízí editační program pomocí kterého můžeme učit nové nebo editovat současné trasy. Omezení této metody spočívají ve zvýšené ceně za zařízení a v tom že, rotující laser musí mít jasnou přímou viditelnost a nesmí být ve stejné výšce jako personál. Laserová navigace je znázorněna na obrázku č. 1.5. [6]



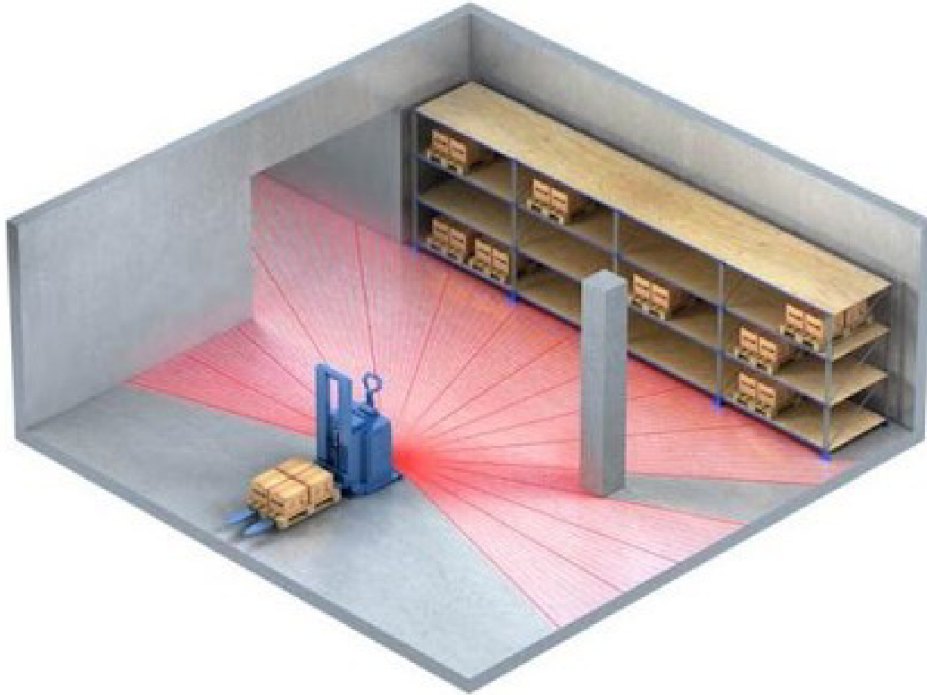
Obr. 1.5 Laserová navigace

Zdroj: [6].

1.3.4 Laserová konturová navigace

Konturová navigace je v současné době nejpokročilejší navigační technologií AGV. Tato technologie využívá 2D laserový skener, který mapuje oblast pro pohyb AGV, která je následně uložena do paměti vozíku. Oproti klasické laserové navigaci, tato navigace AGV používá již existující prostředí v rámci zařízení, a proto se mu říká konturová

navigace. Díky tomu je systém ještě flexibilnější než umělá laserová navigace. Nejběžnějším typem konturové navigace je použití laseru, který skenuje prostředí a rozeznává stěny, sloupy a další pevné předměty, viz obrázek č. 1.6. Nevýhodou je, že přesnost a robustnost systému jsou nižší než u umělé laserové navigace. [7]

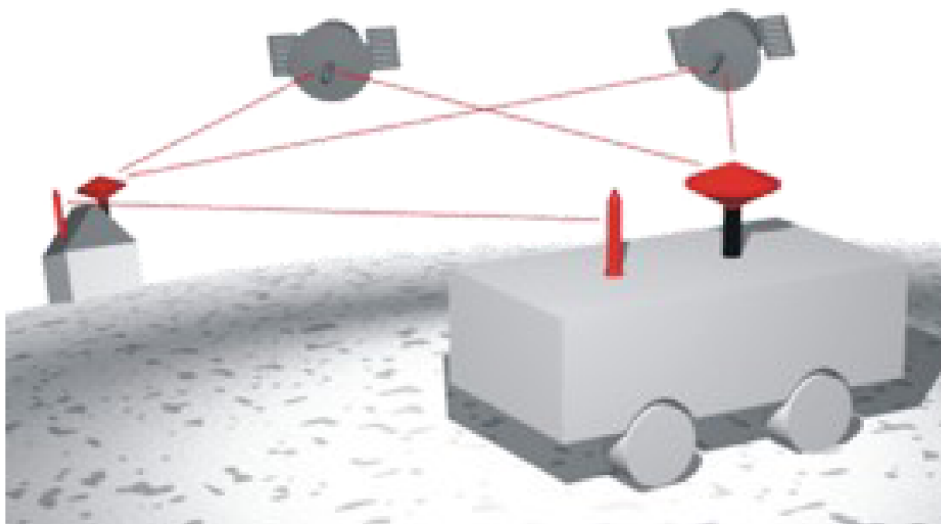


Obr. 1.6 Konturová navigace

Zdroj: [7].

1.3.5 GPS navigace

GPS navigace používána v AGV funguje pomocí satelitů. Jednou z podmínek pro fungování a získávání přesných souřadnic je přímá viditelnost mezi anténou na vozidle a satelity nebo radary. V případě použití v budově, kde není přímá viditelnost na satelity, se dá použít tento systém společně s lokálním pozičním radarem. U použití lokálního pozičního radaru je snížena přesnost na +/- 10 cm. GPS navigace se používá především pro navigování na nezastavěné ploše a venku, například v přístavech, kde nelze použít laserová nebo fyzická (pevná) navigace. GPS navigace je znázorněna na obrázku č. 1.7. [8]



Obr. 1.7 GPS navigace

Zdroj: [8].

1.4 Typy AGV

AGV existují v mnoha formách s různými navigacemi, způsobu manipulace s materiálem a oblastmi použití. Zařízení si může každý podnik nechat navrhnout a přizpůsobit svým požadavkům. Nejlepší způsob jak rozlišit AGV je podle nákladu, který přepravují.

1.4.1 AGV vysokozdvíhací vozík (Forklift AGVs)

Rozsah použití AGV vysokozdvíhacích vozíků je velmi široký. Složitost úkonů, která vykonává tento typ AGV, může být jednoduchá i velmi složitá. Jsou používány hlavně ve skladech, kde je zapotřebí časté manipulace s paletami. Navigace systému funguje pomocí laserové navigace, protože je nutnost zjistit přesnou pozici palety. Síť zastávek a tras je složitější než u klasické trasy z bodu A do bodu B. Tento typ je určen pro manipulaci se standardními nebo speciálními paletami nebo kompatibilními kontejnery. Manipulace s paletami může být přímočará (mezi dvěma lokacemi) nebo jako taxi, kdy je vozík přivolán pracovníkem v daný moment potřeby. AGV vozíky lze naprogramovat nezávisle samostatně nebo v kooperaci s dalšími AGV vozíky. Forklift AGV je zobrazen na obrázku č. 1.8. [9]



Obr. 1.8 AGV vysokozdvizný vozík

Zdroj: [10].

Vysokozdvizný vozík pracuje približne v nasledujúcim cykle:

- náklad se naloží na vozík,
- přemístění nákladu do místa určení,
- složení nákladu a vytáhnutí vidlic,
- vrátení zpatky na miesto naložení. [9]

1.4.2 AGV plošinový vozík (Piggyback AGV)

Tyto AGV mohou přepravovat palety, krabice nebo kontejnery tzv. na zádech. Narozdíl od výše zmíněných vysokozdvizných vozíků, nemůže tento AGV zvedat materiál přímo z podlahy, ale je zapotřebí určitá výška, která musí být dodržena v celém nakládacím a vykládacím prostoru. Vozidlo disponuje velkou ložnou plochou. Použitím trubkového systému lze modulárně a flexibilně konstruovat dle požadavku místa provozu. S těmito vlastnostmi je plošinový vozík možné mnohostranně využít jako např. dopravník, automatické zásobování regálů, pásů nebo jako pojízdné montážní pracoviště. Rychlost a nosnost závisí na výrobcu. Příklad plošinového vozíku je znázorněn na obrázku č. 1.9. [9]



Obr. 1.9 AGV plošinový vozík

Zdroj: [11].

1.4.3 AGV tažné vozidlo (Towing vehicle)

Tažná vozidla mají podobný design jako standartní tahač a mohou za sebou táhnout několik přívěsů a tím snižují potřebu dalších AGV. Tahač a přepravný vozík jsou k sobě připojeni standardně pomocí přípojného zařízení. Tažná vozidla byla představena jako úplně první AGV. K tažným vozidlům patří také automaticky naváděné vozíky (AGC – Automatic Guided Carts). AGC používají navigační systém společně s dalšími gyroskopy a senzory, které pomáhají navádět vozík. AGV tažné vozidlo je zobrazeno na obrázku č. 1.10. [9]



Obr. 1.10 AGV tažné vozidlo

Zdroj: [12].

1.4.4 AGV podjezdové vozidlo (Underride AGVs)

Jedná se o nejvíce rozšířenou kategorii AGV. Podjíždějící vozidlo zajede pod pojízdný vozík a mírně jej zvedne. Tento typ AGV má například oproti vysokozdvizným vozíkům mnoho výhod. Vozidlo potřebuje méně prostoru než jiné AGV a má vysokou manévrovatelnost při nakládání a vykládání. Některá zařízení jsou vybavena systémem SDV (self-driving vehicles), které používají senzory a speciální software k detekci překážek (pracovníci, další VZV) a objedou je.

Podjezdové vozidlo lze také použít jako tažné vozidlo. V tomto případě je AGV vybaveno trnem na horní straně, který se zavěsí do vozíku s kolečky.

Toto zařízení se často používá ve zdravotnictví. U nás v ČR tento systém využívá fakultní nemocnice Motol, kde vozíky jezdí převážně v podzemí. Vozíky mají k dispozici velké množství tras, které spojují všechny budovy nemocnice. Je zde zřízen také výtah, který pomáhá AGV vozidlům do vyšších pater. Vozíky tam převážejí veškerý zdravotnický materiál, který nemocnice potřebuje pro provoz. AGV podjezdové vozidlo je zobrazeno na obrázku č. 1.11. [2] [13]



Obr. 1.11 AGV podjezdové vozidlo

Zdroj: [14].

1.4.5 AGV montážní vozidlo (Assembly AGV)

AGV převáží montovaný objekt po cestě, který je během transportu montován. AGV montážní vozidlo se liší od přepravních AGV a při výběru tohoto typu je důležité znát velikost a hmotnost montovaného objektu. AGV jsou obvykle vybaveny jednodušším navigačním systémem a pohybují se pomaleji. Pohyb montážního vozíku probíhá po přesně definované trase a využívá se převážně v sériové montáži. Ukázka montážního vozidla je znázorněna na obrázku č. 1.12. [15]



Obr. 1.12 AGV montážní vozidlo

Zdroj: [15].

1.4.6 AGV pro těžký materiál (Heavy load AGV)

AGV pro těžký materiál jsou speciální AGV, které se používají pro přepravu a manipulaci materiálu, který má velkou hmotnost. Tyto náklady mohou vážit několik tun a pro běžné AGV jsou příliš těžké. Součástí vozidel je často WLAN technologie nebo RFID. Využívají se v oblasti výroby nebo zpracování papíru, ocele, automobilového průmyslu a zabezpečují přepravu velkých papírových kotoučů, těžkých ocelových svitků apod. [9]

1.4.7 AGV s dieselovým pohonem (Diesel AGV)

Z důvodu výfukových plynů se používají ve venkovních prostorech. Nejčastější použití těchto AGV je s dieselovým motorem a hydraulickým ovládním nebo s dieselovým motorem a elektrickým ovládním. Přepravuje náklady velké hmotnosti, které přesahují několik tun a využívají se například ve velkých kontejnerových terminálech. [9]

1.4.8 AGV pro speciální činnosti (Special design AGV)

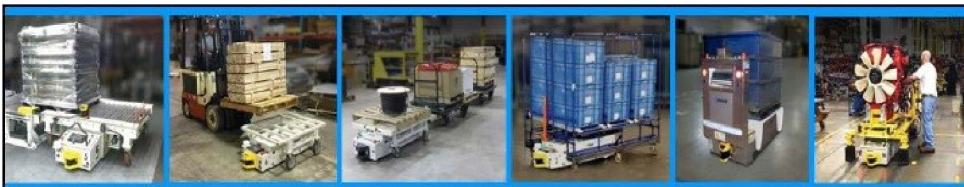
Kromě dříve zmíněných AGV existují AGV, které jsou postaveny zcela podle specifikace zákazníka a je možné je považovat za zcela originální. AGV pro speciální činnosti nevykonává žádné klasické přepravní ani manipulační činnosti.

1.4.9 AGV pro přepravu osob (AGV People Mover)

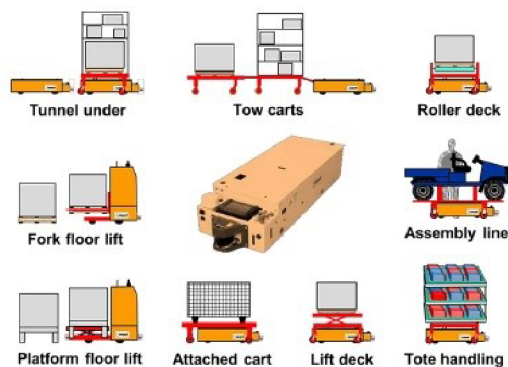
Jedná se o autonomní dopravní technologii, která se používá u přepravy osob v pravidelných intervalech. Nejčastěji jsou použity např. v letištních terminálech. Přestože se jedná o autonomní vozidlo, jeho zařazení do skupiny AGV je pro mnoho odborníků diskutabilní, protože nesplňuje základní podmínku přepravy zboží a materiálu. Přes tuto nejistotu je tento systém stále zahrnut mezi systémy AGV. [16]

1.4.10 AGC bezobslužný vozík (Automated Guided Carts)

AGC většinou používá k navigaci magnetickou pásku a dá se považovat za levnější verzi AGV. AGC je konstruované na přepravu regálových vozíků, které převážejí různé druhy materiálu a rozpracovaných dílů obvykle podél výrobní linky, viz obrázek 1.13. Po celé délce dráhy jsou na podlaze umístěny strategické body, ve kterých jsou realizovány různé technologické operace. [17]



AGC (Automatic Guided Cart) CONFIGURATIONS

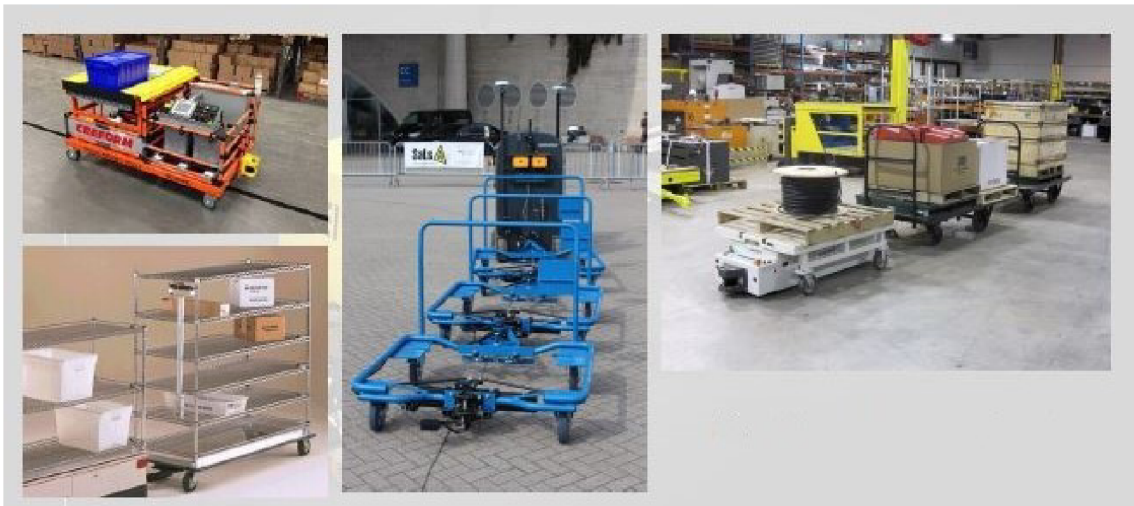


Obr. 1.13 AGC bezobslužné vozíky

Zdroj: [18].

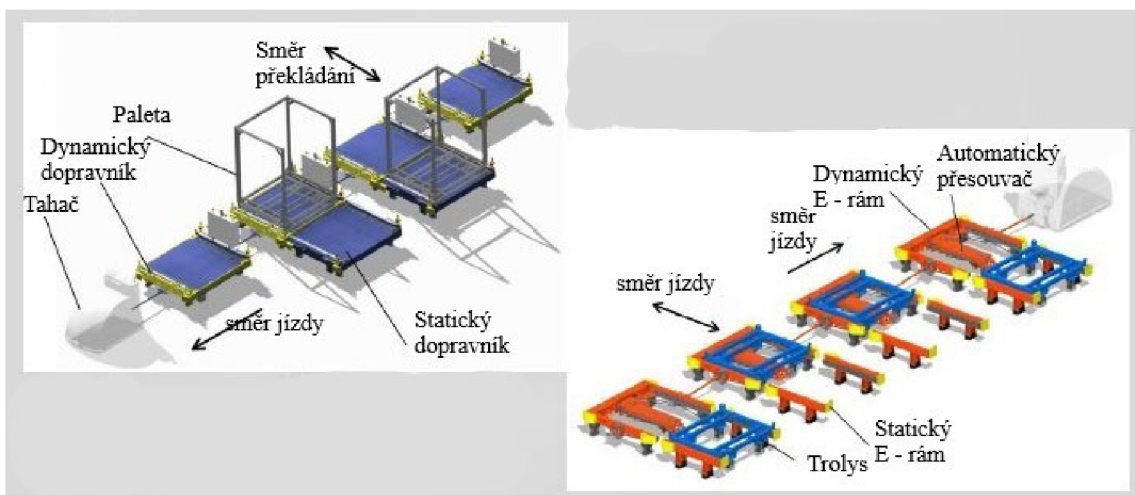
1.5 AGV periférie

AGV periférie doplňují komplexnost flexibilního logistického systému a jsou použitelné na přepravu různorodého nákladu. Periferní zařízení (vagóny, dopravníky a překladače), nebo jejich upravené verze, (viz obrázek č. 1.14 a 1.15). Mohou být vybaveny rozdílnými funkcemi a možnostmi řízení přes AGV monitorovací a řídicí systém. [9]



Obr. 1.14 Ukázka různých typů AGV periférií

Zdroj: [9].



Obr. 1.15 Ukázka různých typů AGV periférií

Zdroj: [9].

1.6 Baterie a druh nabíjení používané v AGV

AGV jsou obvykle provozována na elektrickou energii s baterií, kterou je třeba nabít. Nejběžnější baterie v AGV jsou: olovené baterie, olovené gelové baterie a nikl-kadmiové baterie. Existují i modernější baterie, například nikl-hydridové a lithium-iontové, ale nejsou součástí technologických standardů pro AGV. Venkovní a větší AGV, které přepravují náklad několika tun, jsou někdy provozovány na naftu. [2]

Jelikož jsou AGV napájena z baterie, jsou omezena v množství hmotnosti, kterou mohou nést a délkou provozu před dobitím. Existují tzv. AGV bez baterií, která běží na indukčním přenosu energie. [19]

1.7 Bezpečnostní systém

Evropská legislativa nařizuje, že automaticky vedené stroje musí odpovídat určitým normám a standardům, aby bylo minimalizováno potencionální ohrožení zaměstnanců a dalších škod na majetku.

Posouzení rizik zahrnuje následující tři fáze:

- vymezení systému,
- analýza rizik,
- odhad rizik.

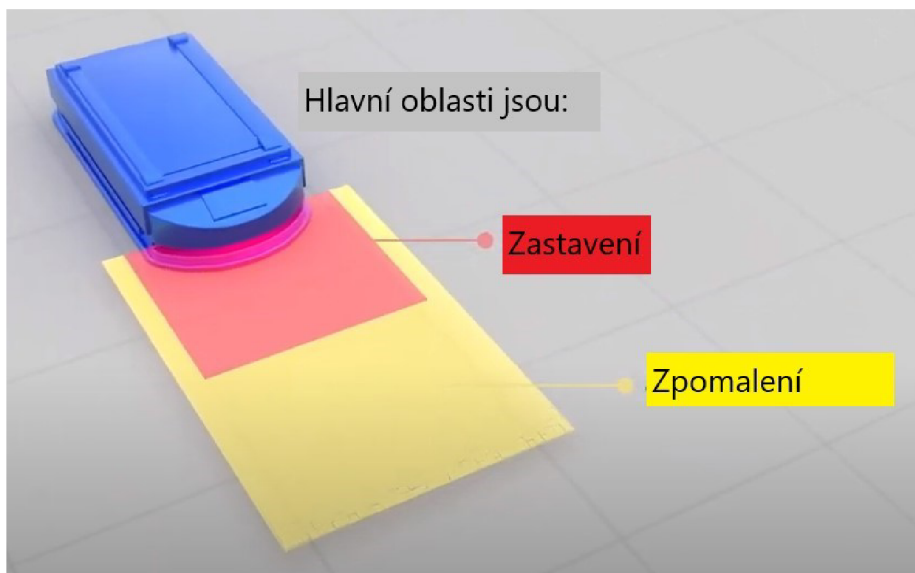
Výrobci jsou povinni konstruovat svá vozidla tak, aby splňovala základní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví a podléhala normám:

- ČSN EN ISO 13849-1 (Bezpečnost strojních zařízení),
- ČSN EN 1525 (Bezpečnost motorových vozíků – Vozíky bez řidiče a jejich systémy),
- ČSN EN 954-1 (Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části řídicích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci).

Každé AGV by mělo mít několik bezpečnostních prvků:

- A. Stejně jako u každého stroje má AGV nouzový vypínač, který musí být každému snadno rozpoznatelný a přístupný. Po aktivaci se vozidlo okamžitě zastaví a zůstane zastaveno, dokud se spínač nevynuluje.

- B. Aby si lidé byli vědomi AGV v provozu, mají vozidla obvykle kombinaci optických (rotující výstražných světel) a akustických výstražných signálů. To zahrnuje blikače, které označují změnu směru stejně jako u automobilů, ale s akustickou podporou.
- C. Mechanické, nezávisle fungující brzdy zajišťují správné zastavení – jsou navrženy tak, aby byly skutečně bezpečné, tj. během jízdy potřebují dodávku energie, aby se neaktivovaly. V případě přerušení dodávky energie způsobí okamžité brzdění. Brzdy musí být navrženy tak, aby mohly AGV zastavit i při maximálním užitečném zatížení a také při maximálním sklonu jízdní dráhy.
- D. Systém ochrany osob je zásadní. Musí zajistit, aby osoby nebo objekty nacházející se na dráze nebo okolo obvodu AGV byly spolehlivě rozpoznány. Pokud k tomu dojde, musí se vozidlo bezpečně zastavit než dojde ke zranění osob nebo poškození předmětů. Mechanické systémy reagují na kontakt a jsou konstruovány jako nárazníky z měkké pěny. Laserový skener po celou dobu provozu kontroluje obvod vozidla a při detekci jakékoliv překážky v předem nastavené vzdálenosti od AGV nejdříve zpomalí. Pokud v rámci zpomalení nedojde k odstranění překážky, AGV přeruší svůj provoz. Příklad laserového skeneru je zobrazen na obrázku č. 1.16. [1] [20]



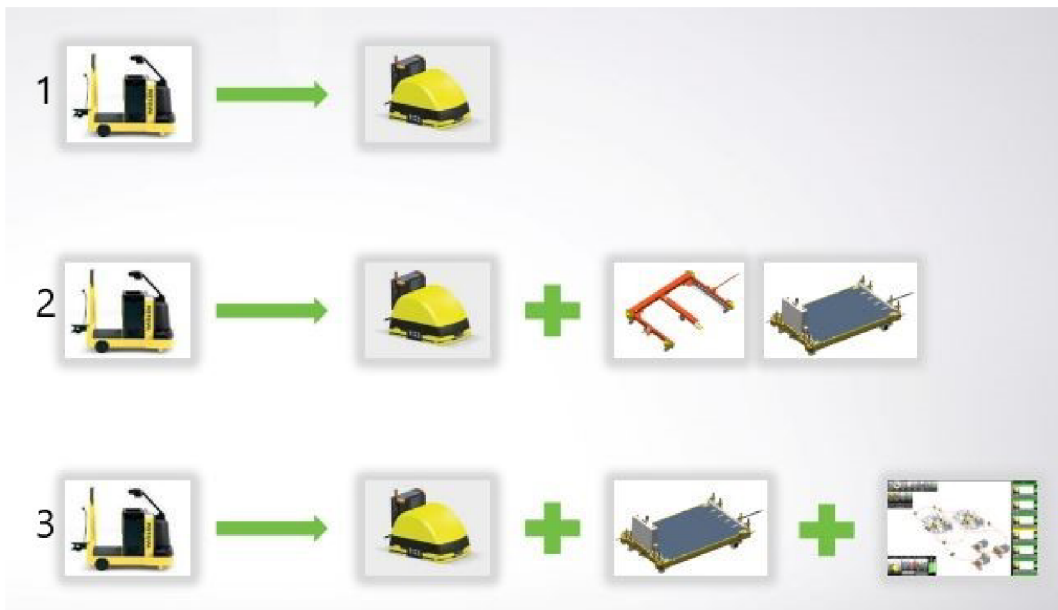
Obr. 1.16 Bezpečnost AGV pomocí laseru

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

1.8 Možné stupně automatizace pomocí AGV

Možné stupně automatizace lze rozdělit do tří kategorií. Tyto kategorie jsou zobrazeny na obrázku č. 1.17.

- 1) Jednoduchá výměna člověkem ovládaný tahač za AGV.
- 2) AGV + periférie.
- 3) AGV + periférie + řídicí systém.



Obr. 1.17 Možné stupně automatizace pomocí AGV

Zdroj: [22].

1.9 Automatizace interní logistiky

Automatizace nabízí mnoho způsobů, jak zefektivnit výrobní a logistické procesy. K tomu všemu pomáhá řídicí software WMS (Warehouse Management System), který nám umožňuje vidět přesnou lokaci a pohyb jakékoliv položky ve skladu či výrobě. Automatizací můžeme nazvat převedení manuálního výrobního procesu na automatizovaný a mechanizovaný. Prostřednictvím průzkumu probíhá sledování daného procesu a soustředění se na slabá místa, která ovlivňují plynulý chod, kvalitu výrobku a produktivitu. [23]

S automatizací interní logistiky také souvisí skladování, které je podle Sixty [24, s. 131] definováno jako „Skladování je jednou z nejdůležitějších částí logistického systému.“

Skladování tvoří spojovací článek mezi výrobcí a zákazníky. Zabezpečuje uskladnění produktů (např. surovin, dílů, hotových výrobků) v místech jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů. “

Ve skladování podle Sixty [24] jsou uplatněny tři základní funkce, které pomáhají v lepší přehlednosti.

- přesun produktů – příjem, přeskladnění a expedice zboží,
- uskladnění produktů – přechodné a časově omezené uskladnění,
- přenos informací – stav zásob, umístění zásob a využití skladových prostor.

Skladování lze nazvat jako důležitou část podnikového logistického systému. [24]

Důvody a přínosy automatizace jsou uvedeny níže v tabulce č. 1.2.

Tab. 1.2 Důvody a přínosy automatizace

Důvod	Přínos
nedostatek kvalifikované pracovní síly	optimalizace práce a tras personálu, přesun k činnostem s vyšší přidanou hodnotou
chybovost	eliminace chyb
neefektivita a nízká rychlost interní logistiky	standardizace procesů, úspora dopravních časů
omezené skladové kapacity	maximalizace využití prostor
bezpečnost zaměstnanců	snížení/eliminace rizika úrazu

Zdroj: [23].

Mezi hlavní cíle automatizace patří:

- integrovat aspekty výroby na snížení nákladů operátorů a zlepšení kvality výrobku,
- snížit výrobní náklady efektivní manipulací s materiálem,
- více opakovatelné procesy zajistí lepší kvalitu,
- kvalita lidské síly by měla být snížena za účelem snížení lidských chyb,
- snížit ruční manipulaci a tím snížit poškození výrobků,
- zvýšit bezpečnost na pracovišti,
- efektivní uspořádání strojů a pohybu materiálu. [25]

Automatizaci pracovišť rozdělujeme na několik druhů. Druhy automatizací rozlišujeme na základě jejich pružnosti a přizpůsobení se novému druhu výroby.

1.9.1 Tvrdá automatizace

Tvrdá automatizace se aplikuje u výrobků s vysokou produkcí, vysokými výrobními náklady a dlouhou výrobní dobou.

Výhody:

- maximální účinnost,
- nízké náklady na jeden kus,
- automatizovaná manipulace s materiálem,
- rychlý a efektivní pohyb dílů.

Nevýhody:

- vysoká počáteční investice,
- při změně vyráběného produktu je vyšší nárok na úpravu stroje. [25]

1.9.2 Měkká automatizace

Měkká automatizace je navržena pro výrobu více produktů a minimalizaci času při přechodu na jiný výrobek.

Výhody:

- flexibilita při různých typech výrobků,
- produkty na míru.

Nevýhody:

- vysoká počáteční investice,
- vysoké náklady na jeden kus oproti tvrdé a programovatelné automatizaci. [25]

1.9.3 Programovatelná automatizace

Zařízení je navrženo tak, aby vyhovovalo konkrétním typům výrobků a bylo možné je měnit podle programu. Příkladem tohoto druhu automatizace je CNC soustruh.

Výhody:

- flexibilita při změně produktu,
- nízké náklady na jeden kus při velké výrobní dávce.

Nevýhody:

- nový produkt vyžaduje dlouhou instalaci,
- s pevnou automatizací jsou vysoké náklady na jeden kus. [25]

1.10 AGV jako součást technologií konceptu Industry 4.0

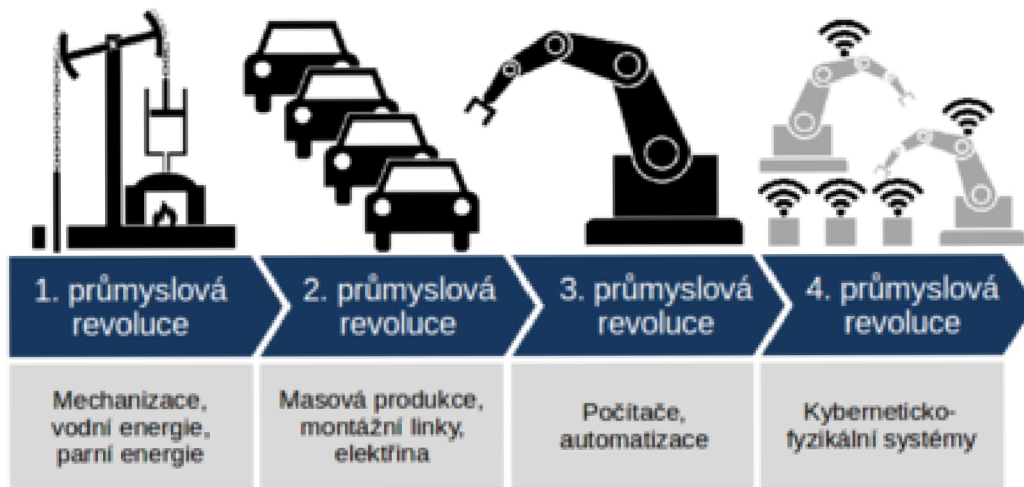
Koncept Industry 4.0 jsou nové spotřební a průmyslové technologie, urychlující vývoj robotizace a plně automatizované systémy, které jsou co nejméně závislé na lidské přítomnosti. Jednou z hlavních oblastí, které jsou spojeny s Industry 4.0, jsou autonomní logistické systémy, kam patří AGV. V dnešní době je kladen velký důraz na vyvíjení nových technologií, protože nové technologie výrazně usnadňují a optimalizují výrobu. K vytvoření Industry 4.0 vedlo hlavně uspokojení vzrůstajícího počtu náročných zákazníků. [26]

Počátek projektu začínal v německé firmě Siemens společně s německou vládou, pro vývoj nových technologií. Koncept Industry 4.0 (Průmysl 4.0) byl představen v roce 2013 v Hannoveru a jeho počátky se objevily už v roce 2011, kdy byla představena první verze Industrie 4.0. Jedná se o tzv. 4. průmyslovou revoluci, která by měla zahrnovat kompletní digitalizaci, automatizaci a robotizaci většiny lidských činností. To by zajistilo větší rychlost a efektivitu výroby a také kvalitnější a levnější produkty. Pomocí RFID čipů na každém materiálu by mělo jít o předávání informací mezi materiály a jednotlivými stroji. [27]

Mnoho organizací může stále popírat, jak by průmysl 4.0 mohl ovlivnit jejich podnikání. Mezitím se snaží najít talent nebo znalosti, aby věděli, jak je nejlépe převzít pro své jedinečné případy použití. Několik dalších implementuje změny dnes a připravuje se na budoucnost, kde inteligentní stroje zlepšují jejich podnikání. Cílem je umožnit autonomní rozhodovací procesy, sledovat aktiva a procesy v reálném čase a umožnit stejně reálné propojené sítě pro vytváření hodnot prostřednictvím včasného zapojení zúčastněných stran a vertikální a horizontální integrace. [28]

Hlavní myšlenkou Industry 4.0 je tzv. Smart process. Jedná se o největší změnu konvenční výroby. Chytrá továrna by měla být schopná reagovat na změny poptávky, vyrábět s maximální efektivitou a reagovat na případně poruchy (hlásit problémy a definovat chyby). Řetězec už není rozdělován na jednotlivé články (chytrá

logistika, chytrá dodavatelská síť a chytré budovy), ale je na něj nahlíženo jako na celek. Koncept Industry 4.0 lze rozdělit do 4 průmyslových revolucí, které jsou znázorněny na obrázku č. 1.18. [28]



Obr. 1.18 Schéma etap průmyslové revoluce

Zdroj: [27].

2 Analýza logistických procesů ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s.

V této kapitole je provedena analýza logistických procesů ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s. (Dále jen „Iveco“). V první podkapitole je představeno Iveco z pohledu historie a současného stavu společnosti. Druhá podkapitola zobrazuje závody Iveca a jeho layouty společně s uspořádáním jejich pracovišť. Třetí podkapitola společně s poslední ukazuje současný stav zásobování výroby a následnou analýzu problému.

2.1 Představení společnosti

Společnost Iveco Bus je významným subjektem v celé Evropě v oblasti výroby autobusů. Iveco Bus má v Evropě tři výrobní závody:

- Suzzara (Itálie),
- Annonay (Francie),
- Vysoké Mýto (Česká republika).

Iveco Bus je moderní značka, která navazuje na úspěchy legendárních autobusů Karosa a dále rozvíjí českou konstruktérskou tradici. Iveco Czech Republic, a.s. je součástí koncernu CNH Industrial N.V., který zahrnuje dalších 12 značek z oblasti zemědělských strojů (Case Agriculture, New Holland Agriculture, Steyr), stavebních strojů (Case Construction, New Holland Construction), užitkových vozidel (Iveco, Iveco Astra, Heuliez Bus, Magirus, Iveco Defence Vehicles) a finančních služeb (CNH Industrial Capital). [29]

2.1.1 Historie společnosti

Začátek společnosti se píše už od roku 1895, kdy byla Josefem Sodomkou založena kolářská dílna. Ze začátku se pan Sodomka věnoval výrobě kočárů a karoserií osobních automobilů. V roce 1928 nastal ve společnosti zlom a vznikl první autobus na podvozku Škoda 125 s kapacitou čtrnácti osob. Klíčový moment nastal v roce 1948, kdy byla firma znárodněna a stala se z ní národní firma Karosa, který se začal zaměřovat výhradně na výrobu autobusů. Už v minulosti se Karosa řadila mezi nejuznávanější české podniky.

K velkému úspěchu došlo v 90. letech, kdy se uskutečnilo spojení se značkou Renault a následně i Irisbus. Později v roce 2003 se vlastníkem firmy stalo Iveco, a to je považováno za začátek nové etapy rozvoje společnosti. Později se v roce 2013 změnil název z Irisbus na Iveco BUS. V roce 2020 si Iveco připomíná 125 let od svého založení. [30]

2.1.2 Současná situace společnosti

Výrobní závod Iveco Czech Republic, a.s. sídlí ve Vysokém Mýtě a má rozlohou přibližně 225 000 m². Je důležitým zaměstnavatelem v Pardubickém kraji. Iveco zaměstnává přibližně 3900 zaměstnanců a dalších přibližně 1700 míst vytváří u svých tuzemských dodavatelů. Tvoří ho čtyři oddělené areály, které jsou rozmístěny po celém městě. V současnosti Iveco patří k nejvýznamnějším firmám v České republice a působí jako největší evropský výrobce autobusů. Maximální denní produkce činí 21 autobusů ve výrobním závodě ve Vysokém Mýtě. Vyrábí zde příměstské a meziměstské autobusy Crossway a turistické autobusy Evadys. V roce 2019 Iveco vyrobilo rekordní počet 4612 autobusů, které jsou exportovány do více než 30 zemí světa. Iveco BUS má po celém světě 173 dealerů, 372 prodejních a 972 servisních míst. Produkty Iveca jsou uvedeny na obrázku č. 2.1.



Obr. 2.1 Produkty Iveca Czech Republic, a.s.

Zdroj: [31].

Iveco se snaží být co nejvíce soběstačná firma a proto si většinu dílů pro montáž autobusů vyrábí sama. Pouze 11 % dílů je nakupováno a zbylých 89 % dílů je vyráběno ve

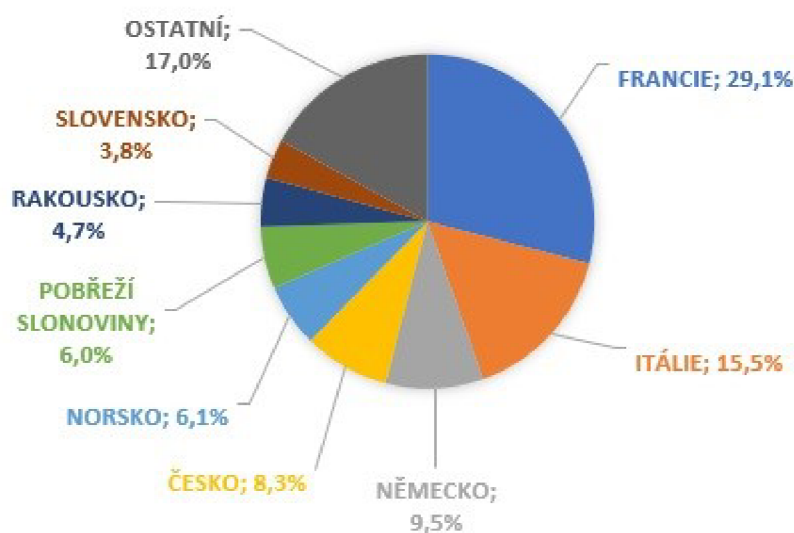
Vysokém Mýtě. Iveco se považuje za největšího výrobce autobusových sedaček v České republice. V roce 2019 Iveco ve Vysokém Mýtě vyrobilo přes 200 tisíc sedadel nejen do autobusů, které byly vyrobeny ve Vysokém Mýtě, ale také pro sesterský závod ve francouzském Annonay. [29]

2.1.3 Obchod a marketing společnosti Iveco Czech Republic, a.s.

Jak už bylo zmíněno v kapitole 2.1.2, celkový počet vyrobených autobusů v roce 2019 byl 4612. Trhem s největším podílem byla tradičně Francie, Itálie a Německo. Struktura prodeje vozidel v roce 2019 je zobrazena na obrázku č. 2.2, který obsahuje tabulku a graf.

Struktura prodeje v roce 2019 do jednotlivých zemí	Celkový součet vozidel
FRANCIE	1493
ITÁLIE	799
NĚMECKO	486
ČESKO	428
NORSKO	314
POBŘEŽÍ SLONOVINY	310
RAKOUSKO	242
SLOVENSKO	196
OSTATNÍ	872

Struktura prodeje v roce 2019 v procentech



Obr. 2.2 Struktura prodeje vozidel v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování.

Nejvýznamnějším zákazníkem se stala skupina CONSIP, která pochází z Itálie, druhým zákazníkem byl Transdev z Francie a třetí místo obsadil zákazník Sotra Abidjan z Pobřeží slonoviny.

2.2 Layout společnosti a uspořádání pracovišť

Iveco je ve Vysokém Mýtě rozdělena na 4 areály a jeden další areál, který patří společnosti Šmídl s.r.o. Prostory Šmídlu jsou využívány jako externí sklad pro Iveco. Všechny areály jsou zobrazeny na mapě Vysokého Mýta na obrázku č. 2.3.



Obr. 2.3 Mapa Vysokého Mýta s vyznačenými areály

Zdroj: [32].

2.2.1 Charakteristika Areálu 1

Areál 1 se označuje jako vedlejší závod, který slouží pro výrobu materiálu a je umístěn na adrese: Čelakovského, Vysoké Mýto. Materiál je následně převážen do hlavního závodu s označením Areál 2, kde je montován na autobusy. Podrobný layout pracovišť v areálu 1 je zobrazen v příloze A.

2.2.2 Charakteristika Areálu 2

Areál 2 je považován za hlavní a také nejdůležitější závod, kde je umístěna montážní linka autobusů, která je složena celkem ze 42 pracovišť. Dále zde nalezneme halu prvovýroby, která zásobuje materiálem svařovnu, kde dochází ke svaření podsestav. Podsestavy směřují do lakovny a po jejich nalakování směřují na montážní linku, kde dochází k montáži všech částí autobusu. Po dvou dnech strávených na montážní lince zajiždí do poslední dokončovací haly, kde probíhá testování po dobu 2-5 dní. Posun výrobku na pracovišti probíhá každých 45 minut a pro výjezd autobusu typu Crossway je potřeba zhruba 9dní. Z bran areálu 2 vyjíždí už hotové autobusy. Areál 2 sídlí na adrese: Vraclavská, Vysoké Mýto. Jedná se o největší areál společnosti Iveco. Areál 2 je spojen podjezdem pod hlavní silnicí E35 s dalším areálem 4. Podrobný layout pracovišť je zobrazen v příloze B.

2.2.3 Charakteristika Areálu 3

Areál 3 ještě donedávna sloužil jako sklad náhradních dílů, který zásoboval celou Evropu a bylo zde zhruba 50 000 druhů materiálů. Ke konci roku 2019 došlo ke změně a areál 3 nyní slouží jako sklad pro výrobu, nazývaný se Depot. V tomhle areálu také vznikly prostory pro „sádování“ na montážní linku, „sádování“ sedaček pro výpomoc výroby v sesterském závodě v Annonay a tzv. „Packager activities“ (balení náhradních dílů) pro Polsky sklad. Poslední činnost tohoto areálu je servisní dílna a expedice autobusů, které jsou osobně dopravovány zákazníkům po celé Evropě. Areál 3 je umístěn na adrese: Generála Svatoně, Vysoké Mýto. Podrobný layout pracovišť je zobrazen v příloze C.

2.2.4 Charakteristika Areálu 4

Areál 4 by se dál považovat za areál 2, ale tyto dva areály jsou pouze spojeny podjezdem pod hlavní silnicí. Areál 4 se zabývá skladem a přířezem profilů, který doplňují dvě

textilní haly. Areál se nachází na adrese: Karosářská, Vysoké Mýto. V příloze D je znázorněn podrobný layout areálu.

2.2.5 Charakteristika prostorů LC Šmídlu

Prostory v LC Šmídlu slouží pouze jako skladové prostory pro Iveco. Společnost Šmídl s.r.o. zároveň zajišťuje vnitropodnikovou a většinu mimopodnikové dopravy. Skladové prostory jsou umístěny na adrese: Voštice, Vysoké Mýto.

2.3 Současný stav zásobování výroby

Společnost využívá na zásobování výroby několik druhů přepravních a manipulačních prostředků, které zásobují montážní linky. Iveco ve většině případů využívá pro montáž vlastní vyráběné díly, které mají specifický tvar. Proto je důležité zabezpečit bezpečné dopravení materiálu na linku, aby se eliminovalo riziko poškození a zároveň riziko nebezpečí pro zaměstnance. Dopravní cesty ve vnitřních prostorech výrobního areálu nejsou příliš široké a při míjení manipulačních technik je za potřebí snížit rychlost a opatrně se vyhnout, aby nedošlo k poškození dílu nebo újmě na zdraví. Společnost Iveco pro tyto úkony používá například:

- logistické vláčky,
- vysokozdvížné vozíky,
- ručně tlačené vozíky.

2.3.1 Logistický vláček

Logistické vláčky se používají na práci venku a na navážení materiálu na montážní linku. Vláčky jsou vybaveny kruhovitým hákem, kterým se zaháknou za kolíky na přípojných vozících. Každý vozík, který je určen k převážení pomocí logistického vláčku, je tímto systémem zapojení vybaven. Ovládání háku na vláčku je elektrické, což zajišťuje rychlejší připojení a odpojení vozíků. Na obrázku č. 2.4 je znázorněn logistický vláček a vozík.



Obr. 2.4 Logistický vláček

Zdroj: vlastní zpracování.

2.3.2 Vysokozdvížené vozíky

Vzhledem k druhu výroby se často potýkáme s materiálem vysoké hmotnosti (motory, nápravy, převodovky atd.). V tomto případě společnost Iveco využívá VZV především značky Still, které se liší hlavně druhem pohonu (spalovací nebo elektrický) a podle hmotností zdvihu, které dosahují až do 5000 kg. Na obrázku č. 2.5 je zobrazen VZV značky Still s označením RX-60-30 se zdvihem 2000 kg, který je nejčastěji používán. Vysokozdvížené vozíky slouží hlavně k vyložení a naložení materiálu na vnitropodnikovou dopravu a ostatní dopravce.



Obr. 2.5 VZV Still RX-60-30

Zdroj: vlastní zpracování.

2.3.3 Ručně tlačené vozíky

Na některých pracovištích není dostatek prostoru a vzhledem k bezpečnosti není možné přepravovat materiál na montážní místo pomocí VZV nebo vláčku. V tomto případě se

daný materiál musí přepravovat fyzickou silou daného pracovníka pomocí ručně tlačného vozíku. Vzhledem k manipulaci je tu jistá míra nebezpečí úrazu pro obsluhujícího zaměstnance. Na tomto místě pracovník odveze naložený materiál na další zpracování na montážní lince a uloží ho na určené místo. Při zpáteční cestě veze pracovník opět prázdný vozík, který je určen pro opětovné naplnění materiálem.

2.4 Popis analyzovaného procesu

V areálu 1, viz obrázek č. 2.2 a příloha A se vyrábí sedadla pro výrobu autobusů ve dvousměnném provozu. Pracoviště pro lepení opěr je vzdálené 65 m od konečného montážního místa. Přeprava materiálu mezi předsestavovacím prostorem a montážním místem se provádí ručním tlačným vozíkem (bez manipulačního zařízení). Přepravní vozíky jsou z potrubního systému a jedná sada obsahuje 2 vozíky o rozměru 1410x1020 mm (délka, šířka), viz obrázek č. 2.6. Maximální doba přepravy obou vozíků je 20 minut po dopravní cestě o šířce 1900 mm. Pracovník převezve vozíky z bodu A do bodu B a zase se vrací zpět s prázdnou paletou do bodu A. Proces sice běží po stejných okruzích a stejných místech pro přistavení plných a prázdných vozíků, ale nejsou dodrženy časové intervaly a zásobování tak působí chaotickým dojmem. Tím se snižuje efektivita celkového zásobování celé montáže.



Obr. 2.6 Ručně tlačný vozík na přepravu opěr

Zdroj: vlastní zpracování.

Vzhledem k současnému stavu zásobování může dojít k situaci, že materiál nebude přivezen v požadovaném čase a množství na výrobní linku včas. Následkem toho dojde k prostojům na výrobní lince a v některých případech se může stát, že bude ohrožena dodávka k zákazníkovi, z čehož plynou z obchodního vztahu následky.

Těmito manipulačními jednotkami je potřeba zabezpečit zásobování materiálu pro výrobu vozidel. Objem výroby je znázorněn níže v tabulce č. 2.1.

Tab. 2.1 Objem výroby jednotky/rok

Model autobusu	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Crossway 10/12/13m LE City	688	531	580	540	590	690
Crossway LE Line	1146	1159	640	510	495	645
Crossway Normal Floor	2177	2057	2170	2180	1980	1700
Crossway LE 15m 3 axles City	18	33	140	140	120	110
Crossway LE 15m 3 axles	212	93	190	190	170	160
Crossway LE CNG 2 axles City	72	52	300	300	300	330
Crossway LE CNG 2 axles	91	117	180	190	200	200
Crossway LE CNG 3 axles City					55	55
Crossway LE CNG 3 axles					40	40
Crossway 12m LE BIW City-electric			50	150	150	150
Crossway NF CNG	124	268	350	400	400	400
Crossway NF LNG 13m				100	100	120
Evadys 2 axles	84					
CELKEM	4612	4310	4600	4600	4600	4600
Průměr vozů za den	19,7	20	20	20	20	20
Evadys for Annonay	173	346				

Zdroj: vlastní zpracování.

S příchodem nových modelů autobusů na trh nastalo zvýšení požadavků zákazníků. Následkem toho i navýšení náhradních dílů, jejich větší komplexnosti a konstrukčního složení. Tím došlo k zvýšení množství přepravovaných materiálu. Problémem zásobování výrobních linek se stala samotná doprava materiálu do montáže.

2.4.1 Popis pracoviště – výroba opěr sedadel

Výroba a převoz opěr sedadel na montážní linku se řídí pomocí výrobního plánu a systému SAP, kde manipulant v určité transakci vidí výpis vozů na montážní lince. Po získání informací ze systému o pořadí autobusů předá informaci pracovníkům v čalouně, kteří začnou připravovat opěry pro daný vůz. Jelikož se vyrábí několik druhů autobusů, viz tabulka výše č. 2.1, je potřeba každý autobus a k nim určité podsedačky

rozdělovat podle konkrétního čísla. Označení cyklu autobusu a druhu opěr se značí pětímístnou číslicí např. 46100 v rozmezí 000–099, kde čísla 000–099 určují pořadí, podle kterých by měl být daný vůz vyráběn na montážní lince. V obrázku č. 2.7 je příklad rozpisu výroby vozů na montážní lince na jeden den, kde sloupec 1 označuje vozy pro linku a sloupec 18 informace pro výrobu opěr. Manipulant podle aktuálního plánu najetí vozu vyjede pracovní lístek a zahajuje se výroba. Výroba opěr se provádí na třech speciálních strojích, které obsluhují tři pracovníci.

Datum	Pořadí	00	01	02	03	04	12	13	14	15	16	17	18
01.12.2020	- 1	46657	46273	46680	46671	46668	46658	46653	46656	46667	46655	46626	46659
01.12.2020	- 2	46683	46657	46273	46680	46671	46649	46658	46653	46656	46667	46655	46626
01.12.2020	- 3	46664	46683	46657	46273	46680	46645	46649	46658	46653	46656	46667	46655
01.12.2020	- 4	46681	46664	46683	46657	46273	46669	46645	46649	46658	46653	46656	46667
01.12.2020	- 5	46684	46681	46664	46683	46657	46660	46669	46645	46649	46658	46653	46656
01.12.2020	- 6	46654	46684	46681	46664	46683	46670	46660	46669	46645	46649	46658	46653
01.12.2020	- 7	46686	46654	46684	46681	46664	46666	46670	46660	46669	46645	46649	46658
01.12.2020	- 8	46674	46686	46654	46684	46681	46673	46666	46670	46660	46669	46645	46649
01.12.2020	- 9	46661	46674	46686	46654	46684	46668	46673	46666	46670	46660	46669	46645
01.12.2020	- 10	46685	46661	46674	46686	46654	46671	46668	46673	46666	46670	46660	46669
01.12.2020	- 11	46675	46685	46661	46674	46686	46680	46671	46668	46673	46666	46670	46660
01.12.2020	- 12	46651	46675	46685	46661	46674	46273	46680	46671	46668	46673	46666	46670
01.12.2020	- 13	46687	46651	46675	46685	46661	46657	46273	46680	46671	46668	46673	46666
01.12.2020	- 14	46687	46651	46675	46685	46685	46657	46273	46680	46671	46668	46673	46666
01.12.2020	- 15			46687	46651	46675	46664	46683	46657	46273	46680	46671	46668
01.12.2020	- 16				46687	46651	46681	46664	46683	46657	46273	46680	46671
01.12.2020	- 17					46687	46684	46681	46664	46683	46657	46273	46680
01.12.2020	- 18						46654	46684	46681	46664	46683	46657	46273
01.12.2020	- 19						46686	46654	46684	46681	46664	46683	46657
01.12.2020	- 20						46674	46686	46654	46684	46681	46664	46683
02.12.2020	- 1						46661	46674	46686	46654	46684	46681	46664
02.12.2020	- 2						46685	46661	46674	46686	46654	46684	46681
02.12.2020	- 3						46675	46685	46661	46674	46686	46654	46684
02.12.2020	- 4						46651	46675	46685	46661	46674	46686	46654
02.12.2020	- 5						46687	46651	46675	46685	46661	46674	46686
02.12.2020	- 6							46687	46651	46675	46685	46661	46674
02.12.2020	- 7								46687	46651	46675	46685	46661
02.12.2020	- 8									46687	46651	46675	46685
02.12.2020	- 9										46687	46651	46675
02.12.2020	- 10											46687	46651
02.12.2020	- 11												46687

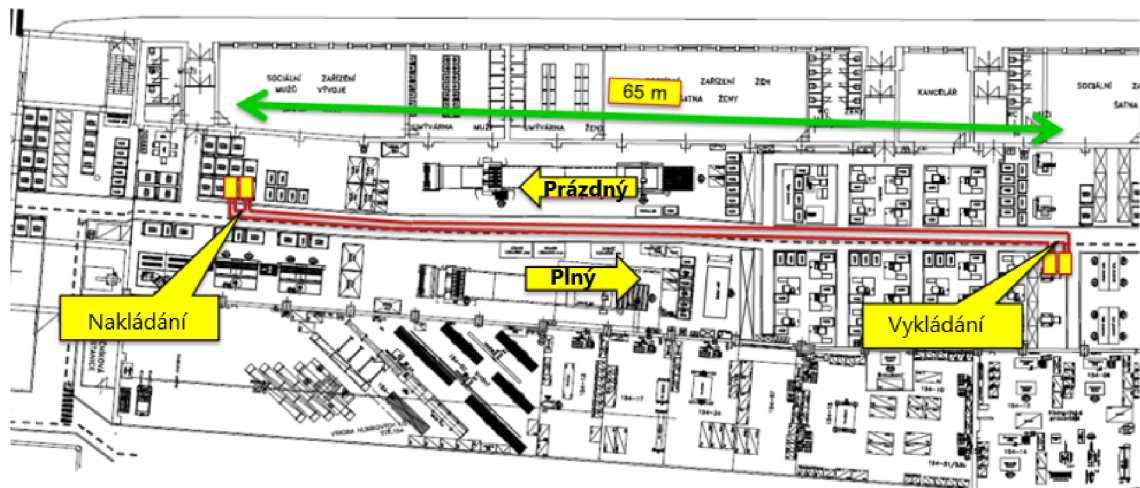
Obr. 2.7 Příklad rozpisu výroby na montážní lince

Zdroj: vlastní zpracování.

Do autobusů se používají celkem tři druhy podsedáků (Lineo, Spacis a Ulmana) a každý z nich se skládá celkem ze tří až čtyř součástí:

- rám,
- pěna,
- penefol,
- miska (Spacis).

Jak bylo zmíněno výše a zobrazeno na obrázku č. 2.7, připravené opěry na montážní linku se nachystají v místě nakládání do ručně tlačeného vozíků (obrázek č. 2.6). Následně se předá signál pracovníkovi (pomocí zvonku), aby ručně přemístil vozíky na místo pro další zpracování (vykládání). Nakládací a vykládací místo je zobrazeno na layoutu pracoviště, viz obrázek č. 2.8. Kapacita jednoho vozíku je od 20 do 30 opěr, dle typu autobusu.



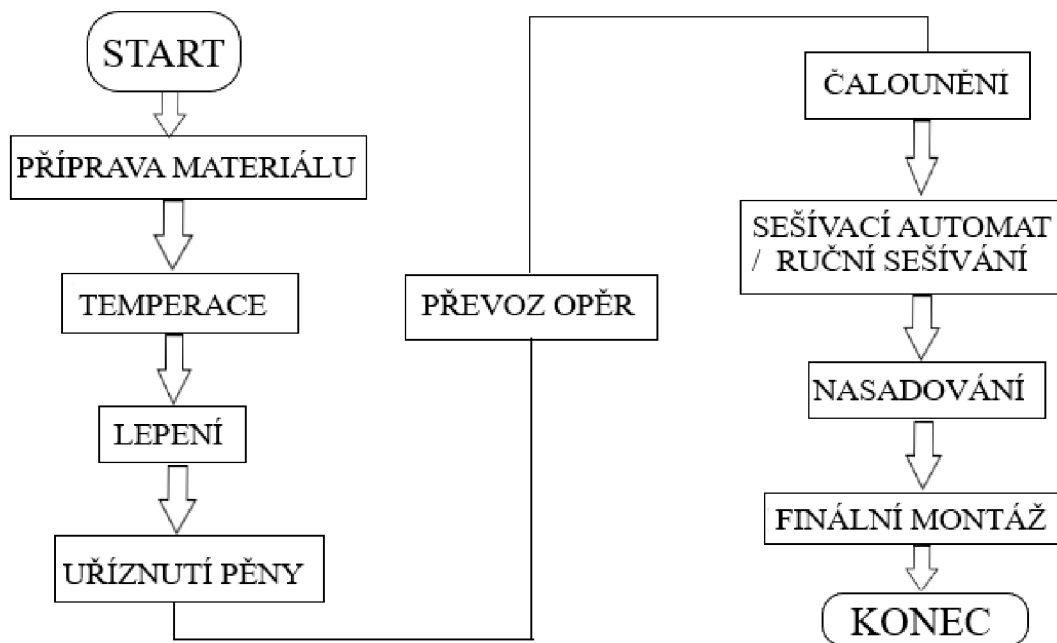
Obr. 2.8 Layout pracoviště a směr pohybu materiálu

Zdroj: vlastní zpracování.

Pracovník, který má na starosti navázení opěr vykonává také další činnosti, které zahrnují navázení materiálu na katr a lepení (pěny, rámy). Problém nastává tehdy, když je daný pracovník pracovníčně vytížen navázením materiálu nebo urgentním požadavkem na výrobní linku a není schopen se včas dostavit na převoz vozíků. V tomto okamžiku dochází ke zpoždění dodávky a nastává problém. Pokud se nestihne zboží dopravit včas na místo určení, dochází ke zpoždění celého procesu a je nutno přeskočit daný vůz, aby se zabránilo případnému domino efektu a tím se nezpozdlila celá výroba. Na každý vůz ve výrobním procesu je určitý čas, který je potřeba dodržovat pro správné fungování montážní linky. Pokud dojde ke zpoždění dodávky a následně k přeskočení vozu, je nutné vůz dokončit na pracovišti tzv. dodělavky, což zabere další čas dalším zaměstnancům.

2.4.2 Postupový diagram pracoviště výroby opěr sedadel

Níže na obrázku č. 2.9 je znázorněn postupový diagram celého procesu výroby opěr. Výroba opěr a sedáků je součástí čalouny.



Obr. 2.9 Postupový diagram analyzovaného pracoviště

Zdroj: vlastní zpracování.

Popis postupového diagramu:

- příprava materiálu – navážení materiálu do vnitřních prostor výrobní haly,
- temperace – temperování opěr a příprava na lepení,
- lepení – lepení opěr,
- uříznutí pěny – uříznutí pěny na daný typ autobusu podle aktuálního výrobního plánu na montážní lince,
- převoz opěr – zde dochází k převozu opěr mezi dvěma vzdálenými pracovišti, tzv. mezioperační doprava,
- čalounění - čalounění opěr dle daného typu vozidla,
- sešívací automat / ruční sešívání – podle typu opěr dochází k ručnímu sešívání nebo pomocí automatického stroje,
- „nasadování“ – „nasadování“ opěr se sedáky,
- finální montáž – finální montáž opěr a sedáků do rámu a zkompletování celé sedačky.

2.4.3 MTM analýza převozu opěr

MTM analýza neboli Methods-Time Measurement je analýza, která se používá především v průmyslovém prostředí k analýze jakéhokoliv procesu nebo operace a stanovuje standardní čas. V následujících obrázcích č. 2.10 a 2.11 je zobrazena MTM analýza pro pracoviště převoz opěr.

Č.	Označení	Kód	Čas		P X Č	Celkem	
			tg	MIN		tg	MIN
1	Manipulace se sadou slepených opěr sedadel na 1 autobus						
2							
3	1. Transport 1. nasadovaného vozíku na pracoviště natažení potahu						
4	Dokumentace - plán sadování / navážení	AFRWRDG3-7		0.76	1 * 1.0		0.76
5	Vyhledat vozík s odpovídající sadou	3000VA.....6		0.02	5 * 1.0		0.12
6	Odjistit brzdu vozíku - 2x / vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
7	Uchopit vozík a vyjet z bufferu; Váha <= 200 kg	4LTWVD.....5		0.08	1 * 1.0		0.08
8	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 200 kg	4LTWRD.....5		0.13	5 * 1.0		0.65
9	Převézt vozík se sadou na určené pracoviště - chůze	3000KA.....6		0.02	65 * 1.0		0.98
10	Přirážka - manipulace / tlačení vozíku během transportu; Váha <= 200 kg; Vzdálenost oca 65m	4LTWFD.....5		0.02	65 * 1.0		1.37
11	Zaparkovat vozík na určené místo	4LTWVD.....5		0.08	1 * 1.0		0.08
12	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání > 200 kg	4LTWRD.....5		0.13	5 * 1.0		0.65
13	Zabrzdit vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
14							
15	2. Transport prázdného vozíku na pracoviště lepení						
16	Chůze k prázdnému vozíku; Průměrný rádius 5m	3000KA.....6		0.02	5 * 1.0		0.08
17	Odjistit brzdu vozíku - 2x / vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
18	Uchopit vozík a vyjet z bufferu; Váha <= 50 kg	4LTWVA.....5		0.02	1 * 1.0		0.02
19	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 50 kg	4LTWVA.....5		0.02	5 * 1.0		0.11
20	Převézt vozík se sadou na určené pracoviště - chůze	3000KA.....6		0.02	65 * 1.0		0.98
21	Přirážka - manipulace / tlačení vozíku během transportu; Váha <= 50 kg; Vzdálenost oca 65m	4LTWFA.....5		0.02	65 * 1.0		0.98
22	Zaparkovat vozík na určené místo	4LTWVA.....5		0.02	1 * 1.0		0.02
23	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 50 kg	4LTWRA.....5		0.05	5 * 1.0		0.24
24	Zabrzdit vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
25							
26							
27	3. Transport 2. nasadovaného vozíku na pracoviště natažení potahu						
27	Chůze k bufferu s nasadovanými vozíky; Průměrný rádius 5m	3000KA.....6		0.02	5 * 1.0		0.08
28	Vyhledat vozík s odpovídající sadou	3000VA.....6		0.02	5 * 1.0		0.12
	Celkový čas:						7.80

Obr. 2.10 MTM analýza manipulace s „nasadovanými“ opěrami

Zdroj: vlastní zpracování.

Č.	Označení	Kód	Čas		P X Č	Celkem	
			tg	MIN		tg	MIN
29	Odjistit brzdu vozíku - 2x / vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
30	Uchopit vozík a vyjet z bufferu; Váha <= 200 kg	4LTWVD.....5		0.06	1 * 1.0		0.06
31	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 200 kg	4LTWRD.....5		0.13	5 * 1.0		0.65
32	Převézt vozík se sadou na určené pracoviště - chůze	3000KA.....6		0.02	65 * 1.0		0.98
33	Přirážka - manipulace / tlačení vozíku během transportu; Váha <= 200 kg; Vzdálenost cca 65m	4LTWFD.....5		0.02	65 * 1.0		1.37
34	Zaparkovat vozík na určené místo	4LTWVD.....5		0.06	1 * 1.0		0.06
35	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání > 200 kg	4LTWRD.....5		0.13	5 * 1.0		0.65
36	Zabrzdit vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
37							
38	4. Transport prázdného vozíku na pracoviště lepení						
39	Chůze k prázdnému vozíku; Průměrný rádius 5m	3000KA.....6		0.02	5 * 1.0		0.08
40	Odjistit brzdu vozíku - 2x / vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
41	Uchopit vozík a vyjet z bufferu; Váha <= 50 kg	4LTWVA.....5		0.02	1 * 1.0		0.02
42	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 50 kg	4LTWVA.....5		0.02	5 * 1.0		0.11
43	Převézt vozík se sadou na určené pracoviště - chůze	3000KA.....6		0.02	65 * 1.0		0.98
44	Přirážka - manipulace / tlačení vozíku během transportu; Váha <= 50 kg; Vzdálenost cca 65m	4LTWFA.....5		0.02	65 * 1.0		0.98
45	Zaparkovat vozík na určené místo	4LTWVA.....5		0.02	1 * 1.0		0.02
46	Transportní vozík, dodatečné vyrovnání <= 50 kg	4LTWRA.....5		0.05	5 * 1.0		0.24
47	Zabrzdit vozík	PTSEC		0.02	4 * 2.0		0.13
48							
	Celkový čas:						6.72

Obr. 2.11 MTM analýza manipulace s „nasadovanými“ opěrami

Zdroj: vlastní zpracování.

Obsah MTM analýzy popisuje převezení sady (2 vozíky) slepených opěr sedadel na pracoviště čalouny – natažení potahů na opěru. A převezení prázdného vozíku zpět na pracoviště lepení.

Základní doba činí 14.474 MIN a Doba na jednotku 16.645 MIN.

2.4.4 Shrnutí nedostatků současného stavu zásobování

Na základě analýzy pracoviště na výrobu opěr bylo zjištěno několik nedostatků, které by bylo potřeba eliminovat. Nejvíce problémovým místem se podle postupového diagramu stala operace „převoz materiálu“. Vzhledem k současnému stavu tu dochází k častým kolizím s přepravováním materiálu (opěr). Tato kolize znamená zkomplikování celého procesu zásobování. Následkem toho se snižuje účinnost a efektivnost zásobování montážní linky. Montážní linky se nesmí zpomalit nebo úplně zastavit, protože by to

ovlivnilo celý proces výroby. Eliminováním nedostatků by bylo dosaženo lepší efektivity, pružnosti a bezpečnosti na pracovišti.

Nedostatky daného pracoviště jsou:

- maximální vytížení pracovníka,
- 20 minutová chůze zaměstnance,
- občasné zpoždění dodávky opěr,
- práce ve spěchu,
- nízká efektivnost a účinnost.

Pro řešení části problému se jeví jako vhodné zavedení AGV systému, které by mohlo přinést redukování 20 minutové chůze zaměstnance a celkové zefektivnění a zabezpečení dopravy materiálu na montážní linku. V případě AGV by bylo zamezeno vytížení pracovníka a tím pádem i ke zpoždění dodávaných součástí. Společně s odstraněním ručně tlačených vozíků by se zvýšila bezpečnost na pracovišti a také daného pracovníka, který vykonává danou činnost ve spěchu.

3 Návrh řešení pro implementaci AGV systému

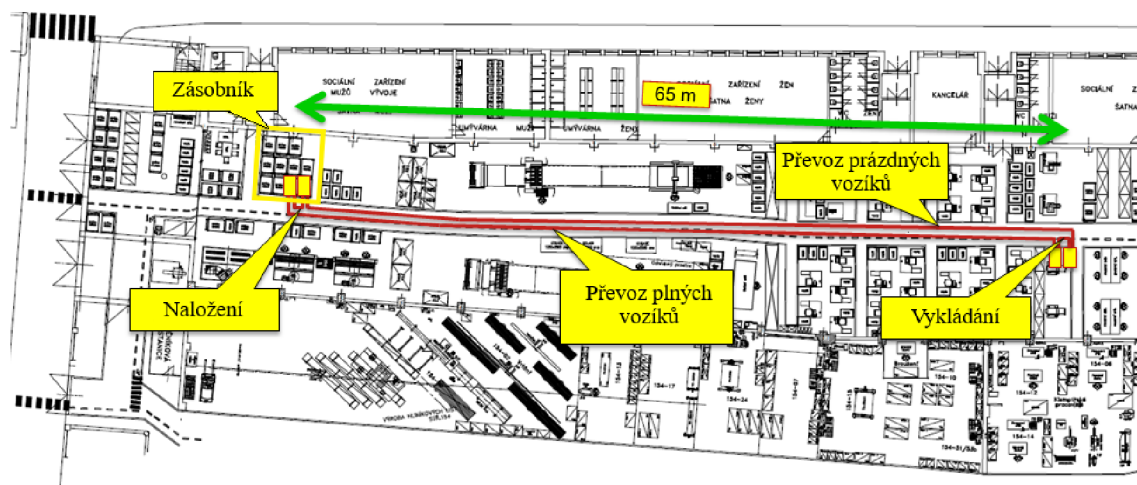
Na základě nedostatků zjištěných v analýze procesů společnosti, v této kapitole navrhuji nový způsob zásobování pomocí systému AGV. Tato automatizace intralogistiky nám přinese nahrazení manuálního přesunu polotovaru na automatický a zároveň dojde k celkové pružnosti systému. V této kapitole je specifikována trasa AGV, způsob zavážení pracoviště a časový harmonogram systému. V poslední části je vybrán typ tahače s vozíkem společně s multikriteriálním rozhodováním. V dnešní době se dá tento systém nazvat fenoménem a v této firmě se jedná o první zavedení systému AGV.

3.1 Návrh trasy pro systém AGV

K automatizaci převozu opěr mezi procesem řezání a čalounění je potřeba navrhnout ideální trasu a další specifikace pro 100% fungování systému pomocí AGV. Na obrázku níže č. 3.1 je znázorněn layout pracoviště.

3.1.1 Vyznačení trasy a zastávek systému AGV

Celý proces pracoviště čalouny je znázorněn v předešlé kapitole na obrázku č. 2.8. Níže na obrázku č. 3.1 je vyznačena trasa a zastávky systému.



Obr. 3.1 Layout s návrhem trasy AGV systému

Zdroj: vlastní zpracování.

V místě, kde dochází k nakládání opěr do určených vozíků připravených k přepravě je také prostor sloužící rovněž jako zásobník (buffer) pro prázdné vozíky. V tomto místě

nakládání bude začínat automatická přeprava pomocí AGV. AGV by se dále pohybovalo k dalšímu procesu vykládání, směrem, který je znázorněn jako šipka s popisem převoz plných vozíků. V místě vykládání by si pracovník formou taxi zavolal AGV, který by na povel přivezl vozík s připraveným materiálem. Po doručení plného vozíku a připojení prázdného vozíku se AGV vrací stejnou cestou zpátky po směru šipky převoz prázdných vozíků a veze vozík zpátky do zásobníku. Cesta je zobrazena níže na obrázku č. 3.2. Navrhovaný systém AGV by měl pouze dvě zastávky:

1. Nakládání.
2. Vykládání.



Obr. 3.2 Přepravní cesta pro navrhované AGV

Zdroj: vlastní zpracování.

3.1.2 Technické požadavky na AGV systém

Pro vybrání a zavedení správného typu AGV systému je třeba určit základní technické požadavky na systém. Technické požadavky jsou:

- uvést minimálně 200 kg,
- připravená paleta bude potvrzena pomocí tlačítka,
- prázdná paleta bude potvrzena pomocí tlačítka,
- po potvrzení plné a prázdné palety dojde ke startu a zahájení přepravy,
- tahač čeká na zadání úkolu na přípravném pracovišti nebo na vyhrazeném místě pro nabíjení,

- možnost automatického zapojení a odpojení vozíků bez lidské obsluhy,
- navádění musí zajistit 100% funkčnost,
- u každé značky přiřazena identifikace, aktuální poloha a informace pro řídicí systém AGV,
- bezpečnostní prvky splňující legislativní požadavky (dopravní komunikace s pohybem lidí a současné manipulační techniky).

3.2 Návrh alternativy řešení pomocí multikriteriálního rozhodování

V této podkapitole jsou představeny návrhy způsobu dopravy materiálu pomocí AGV systému a jejich vyhodnocení. Každý typ má stejný cíl, dopravit materiál z bodu A do bodu B a cestou zpátky přivést prázdné vozíky. Pro navržení AGV systému je potřeba vybrat správný typ a značku AGV, která nejvíce vyhovuje našim požadavkům. Rozhodování o daném systému a typu vychází z kapitoly 1 a 2, společně s prostorovou povahou haly. Máme několik druhů AGV vozíků, které lze použít:

- AGV tažné vozidlo s laserovou navigací,
- AGV plošinový vozík s magnetickým naváděním,
- AGV podjezdové vozidlo s optickým naváděním.

3.2.1 AGV tažné vozidlo s laserovou navigací

Pro tento systém musí být připravena taková trasa, aby laserová triangulace mohla bezproblémově fungovat. Vzhledem k tomu, že se jedná o tažné vozidlo, je potřeba větší prostor pro AGV a manipulaci s vozíky. Připojení a odpojení speciálně upraveného vozíku probíhá manuálně za pomoci speciálně proškoleného pracovníka.

Laserová navigace je velmi flexibilní a přesná. Vzhledem k této navigaci je počáteční investice minimální. Zavedení tohoto systému nevyžaduje žádné rozsáhlé stavební úpravy a odstávku pracoviště. Spočívá pouze k umístění laserových senzorů na sloupy a stěny. V případě změny trasy, či zastávek stačí pouze umístit nové senzory a nakonfigurovat software vozidla.

K bezpečnosti systému musí být během celého provozu použita zvuková signalizace. Zvuková signalizace formou vysokofrekvenčních přerušovaných zvuků nebo v podobě hudby, která upozorní ostatní pracovníky na blížící se průjezd.

Níže je zobrazena tabulka s přínosy a negativy varianty tažného vozidla s laserovou navigací.

Tab. 3.1 Zhodnocení tažného vozidla

Přínosy	Negativa
vysoká flexibilita	nutnost většího prostoru pro manipulaci
nízká počáteční investice	pouze připojení vozíku ze zadu
snadné rozšíření	manuální odpojení a připojení vozíku
bez nutnosti odstávky provozu	

Zdroj: vlastní zpracování.

3.2.2 AGV plošinový vozík s magnetickým naváděním

Další zmiňovanou variantou je plošinový vozík s magnetickým naváděním. V této variantě se počítá s automatickým připojením a odpojením předem upraveného vozíku pro určený typ AGV.

Plošinový vozík může přepravovat palety, krabice nebo kontejnery a umožňuje boční nakládku a vykládku, která šetří čas i místo. Vzhledem k bezpečnosti systému by se opět použilo jako v předchozí variantě zvukové výstražné signály nebo hudba po celou dobu provozu.

V budoucnu v případě rozšíření AGV by se aplikovala magnetická mřížka v podobě pasivních magnetů do podlahy haly a tím by se zajistila vysoká flexibilita systému. Tato úprava by se neobešla bez odstávky provozu. Z důvodu aplikování magnetické sítě je prvotní investice na tento systém velmi vysoká. V tabulce níže jsou zobrazeny přínosy a negativa této druhé varianty.

Tab. 3.2 Zhodnocení plošinového vozidla

Přínosy	Negativa
vysoká flexibilita	vysoká počáteční investice
jednoduchá implementace dalších AGV	nutnosti odstávky systému
menší prostor pro manipulaci	nutné stavební práce
boční nakládku a vykládku	nutná stejná nakládací a vykládací výška

Zdroj: vlastní zpracování.

3.2.3 AGV podjezdové vozidlo s optickým naváděním

Tato varianta AGV představuje jednoduchý systém podjezdového vozidla s optickým naváděním, který se řídí podle předem nadefinované trasy pomocí optického pásu nalepeného na zemi. K zavedení systému je potřeba pouze nalepit optické nebo magnetické pásy na podlahu a daný systém vybavit určitými senzory a kamerami. Manipulační vozíky musí být stejně jako u ostatních variant upraveny tak, aby vyhovovaly danému systému. Připojení a odpojení vozíku probíhá u tohoto systému automaticky. AGV podjede vozík, nadzvedne ho a odveze na určené místo.

Počáteční investice optického navádění není tak vysoká jako u magnetického navádění a do budoucna vytváří flexibilitu systému, kde stačí nalepit další optické vodiče na přesně definované stopy.

Podjezdové vozidlo vyžaduje malý prostor pro fungování a zajišťuje vysokou manévrovatelnost. Ke svým malým rozměrům nemůže zvládnout vysoké hmotnosti.

Bezpečnost systému by byla opět vybavena zvukovým výstražným signálem nebo hudbou, která by upozorňovala ostatní pracovníky po celou dobu svého provozu.

Tabulka č. 3.3 zobrazuje přínosy a negativa podjezdového vozidla.

Tab. 3.3 Zhodnocení podjezdového vozidla

Přínosy	Negativa
jednoduchý systém	pouze malé hmotnosti
flexibilita systému	střední počáteční investice
manévrovatelnost	krátkodobá odstávka systému
vyžaduje malý prostor	
implementace během provozu	

Zdroj: vlastní zpracování.

3.3 Zhodnocení navrhovaných variant řešení AGV vozíků

Pro výběr nejlepšího AGV systému je třeba vycházet z několika faktorů, hlavně z technického a ekonomického pro dané pracoviště. Neoptimálnější varianta bude ta, která spojuje tyto dva faktory. Kritéria pro výběr optimálního AGV se odvíjí od technického požadavku na systém.

3.3.1 Tažné vozidlo s laserovou navigací

Tažné vozidlo vzhledem ke své technické struktuře potřebuje více místa pro manipulaci s vozíky. Počáteční investice do tohoto způsobu navigace je minimální, nevyžaduje téměř žádné stavební či jiné úpravy a bez nutnosti odstávky pracoviště. Vzhledem k manuálnímu připojení a odpojení vozíků se systém nestává plně automatickým a je potřeba asistence pracovníka.

3.3.2 Plošinový vozík s magnetickým naváděním

Počáteční investice pro magnetické navádění je vysoká. Magnetické navádění potřebuje větší stavební úpravy, což způsobuje nutnou odstávku systému. Ve srovnání s tažným vozidlem je plošinový vozík konstrukčně lépe uzpůsoben pro menší prostory a jeho manipulaci. S automatickým připojením a odpojením vozíku se tento systém stává plně automatickým.

3.3.3 Podjezdové vozidlo s optickým naváděním

Podjezdové AGV se díky velké manévrovatelnosti a potřebě malého prostoru jeví jako nejlepší možnost pro menší prostory. Vzhledem k hmotnosti přepravovaného materiálu max. 200 kg nám nevádí malá nosnost vozíku. Připojení a odpojení vozíku by probíhalo automaticky pomocí nadzvednutí. Počáteční investice nejsou nejvyšší, ale ani nejmenší vzhledem k ostatním variantám. K implementaci AGV systému do daného pracoviště je potřeba krátkodobá odstávka pracoviště, k čemu nám ideálně vyhovuje dvoutýdenní celozávodní dovolená, během které by neměl být problém daný systém uvést do provozu. Vzhledem k optické navigaci není problém dokončit práce v plném provozu při zvýšené opatrnosti.

3.4 Multikriteriální rozhodování pomocí AHP metody

AHP neboli analytická víceúrovňová metoda pomáhá nejen při rozhodování, ale vede k racionálnímu rozhodování. AHP je silná a flexibilní rozhodovací metoda, která pomáhá při stanovení priorit a dosažení optimálního rozhodnutí. Metoda byla vypracována s využitím webové stránky <http://www.123ahp.com/>, která se přímo zaměřuje na metodu AHP.

V AHP metodě jsme se rozhodovali mezi třemi variantami:

- tažné vozidlo,
- plošinový vozík,
- podjezdové vozidlo.

K rozhodování bylo určeno celkem 5 kritérií:

- počáteční investice,
- stavební úpravy,
- odstávka systému,
- flexibilita,
- prostor pro manipulaci.

AHP metoda hodnotí jednotlivá kritéria podle tzv. intenzity důležitosti, které jsou zobrazeny v tabulce č. 3.4.

Tab. 3.4 Hodnoty AHP metody

Intenzita důležitosti	Definice	Vysvětlení
1	Stejný význam	K dosažení cíle přispívají dvě činnosti
3	Mírný význam	Zkušenosti a úsudek mírně upřednostňují jednu činnost před druhou
5	Velký význam	Zkušenosti a úsudek silně upřednostňují jednu činnost před druhou
7	Velmi silná nebo prokázaná důležitost	Aktivita je velmi oblíbená před jinou; její dominance se projevila v praxi
9	Mimořádný význam	Důkazy, které upřednostňují jednu činnost před jinou, mají nejvyšší možný stupeň potvrzení
2,4,6,8	Střední hodnoty	

Zdroj: [33].

3.4.1 Matice AHP metody

Do rozhodovací matice se řadí i vzájemné srovnání stejných proměnných s hodnocením vlivu "1" (stejný vliv). V následujících maticích je potřeba pro každou matici párového srovnání určit normovaný vlastní vektor odpovídající největší reálné vlastní hodnotě (číslu) matice, uvažované v absolutní hodnotě. Jeho složky podobně určují váhy kritérií

a hodnocení variant řešení podle jednotlivých kritérií a výsledné ohodnocení variant dostaneme stejně jako vážený součet určených hodnocení násobených váhami kritérií.

Matice AHP metody jsou zobrazeny v tabulkách č. 3.5 - 3.10.

Tab. 3.5 Matice kritérií pro výběr varianty

předvolby kritérií	počáteční investice	stavební úpravy	odstávka systému	flexibilita	prostor pro manipulaci
počáteční investice	1	5	5	5	1/3
stavební úpravy	1/5	1	3	1/3	1/3
odstávka systému	1/5	1/3	1	1	1/3
flexibilita	1/5	3	1	1	1/3
prostor pro manipulaci	3	3	3	3	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Nejdůležitější kritérium, na které je potřeba brát ohled je počáteční investice, prostor pro manipulaci a stavební úpravy.

Tab. 3.6 Porovnání variant podle kritéria počáteční investice

počáteční investice	Tažné	Plošinové	Podjezdové
Tažné	1	5	1/3
Plošinové	1/5	1	1/5
Podjezdové	3	5	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Varianta tažného a podjezdového vozidla je výrazně levnější než třetí varianta plošinového vozidla, kde je počáteční investice z důvodu magnetického navádění vysoká. Nejmenší počáteční investice figuruje u podjezdového vozidla.

Tab. 3.7 Porovnání variant podle kritéria stavební úpravy

stavební úpravy	Tažné	Plošinové	Podjezdové
Tažné	1	5	1/3
Plošinové	1/5	1	1/7
Podjezdové	3	7	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Implementace podjezdového vozidla vyžaduje nejmenší stavební úpravy z důvodu optické navigace, kde dochází pouze k nalepení pásky na podlahu. Stavební úpravy plošinového vozidla jsou největší.

Tab. 3.8 Porovnání variant podle kritéria odstávka systému

odstávka systému	Tažné	Plošinové	Podjezdové
Tažné	1	3	1
Plošinové	1/3	1	1/5
Podjezdové	1	5	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Odstávka systému úzce souvisí se stavebními úpravami. Podjezdové a tažné vozidlo nevyžaduje téměř žádnou odstávku systému. Plošinové vozidlo z důvodu magnetické navigace a největší stavební úpravy vyžaduje největší odstávku systému.

Tab. 3.9 Porovnání variant podle kritéria flexibilita

flexibilita	Tažné	Plošinové	Podjezdové
Tažné	1	1/5	1/5
Plošinové	5	1	3
Podjezdové	5	1/3	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Nejvyšší flexibilitu systému nabízí plošinové vozidlo z důvodu magnetické mřížky v podlaze. Podjezdové a plošinové vozidlo disponuje nižší flexibilitou než udávané plošinové vozidlo.

Tab. 3.10 Porovnání variant podle kritéria prostor pro manipulaci

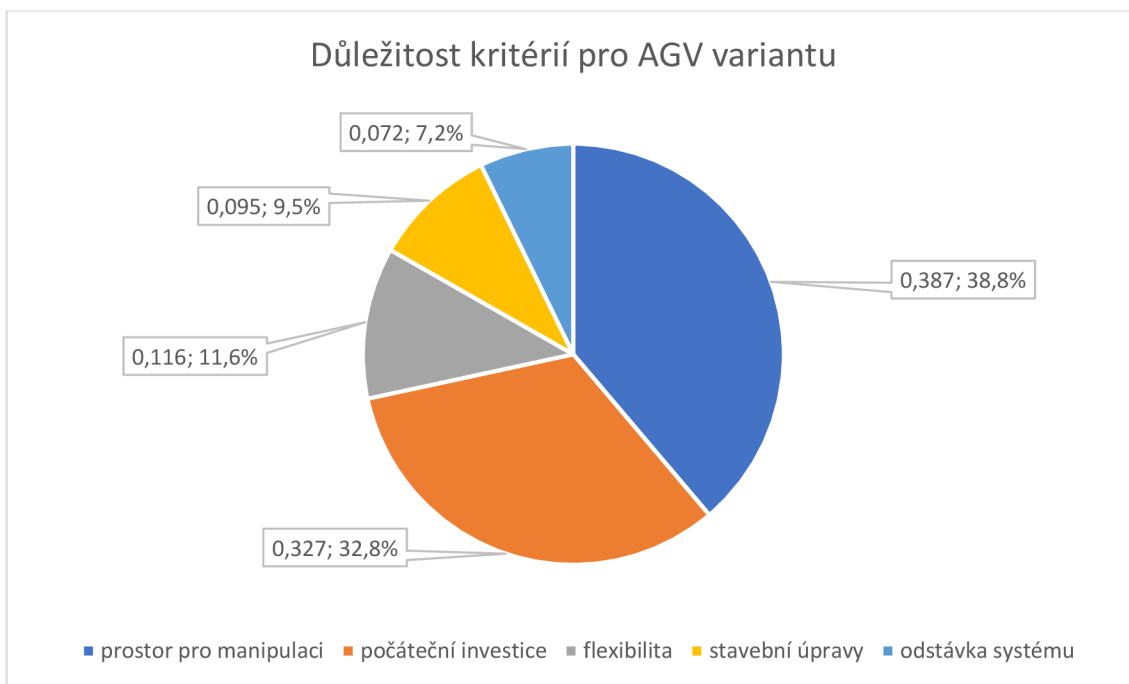
prostor pro manipulaci	Tažné	Plošinové	Podjezdové
Tažné	1	1/3	1/7
Plošinové	3	1	1/3
Podjezdové	7	3	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Tažné vozidlo ke své konstrukční velikosti a táhnutí vozíku za sebou nejméně vyhovuje kritériu prostor pro manipulaci. Podjezdové vozidlo z důvodu podjíždění vozíků a dobré manévrovatelnosti vychází ze všech variant na prvním místě.

3.4.2 Výsledek varianty podle AHP metody

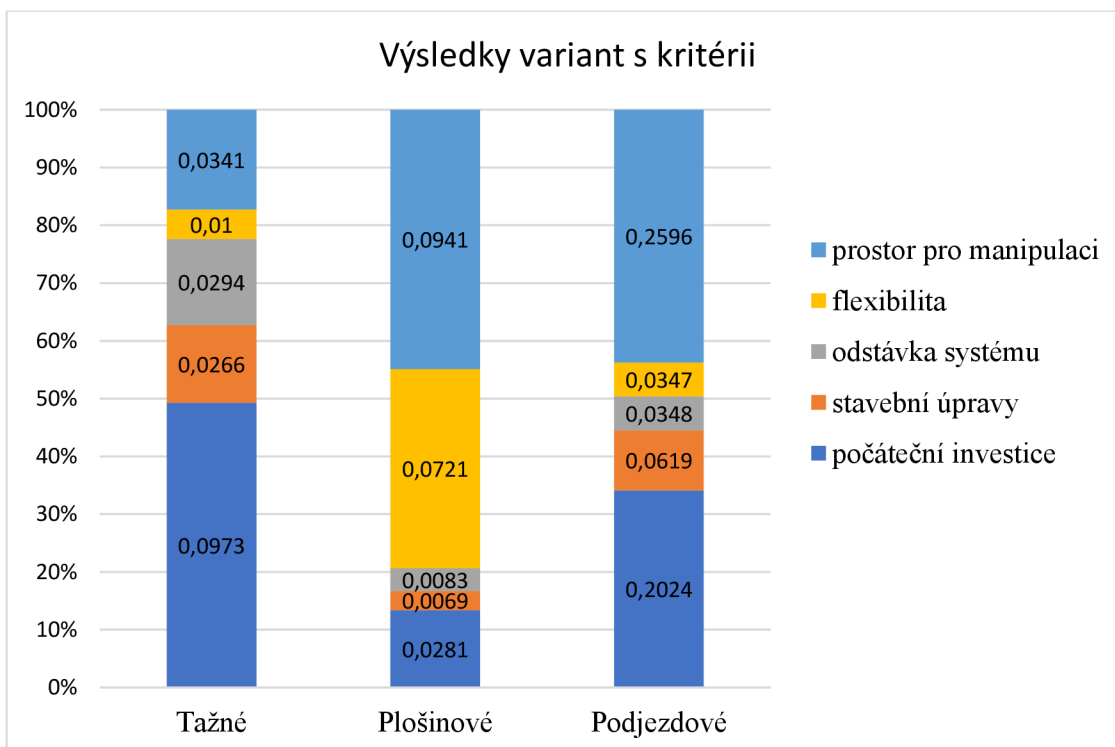
Na základě vstupujících variant a kritérií byla pomocí multikriteriálního rozhodování určena nejlepší možná varianta AGV systému. Metoda byla provedena pomocí 25 kroků, které porovnávaly všechny varianty a kritéria. V následujícím grafu č. 3.1 je zobrazena důležitost kritérií podle AHP metody. Nejvyšší hodnota zobrazuje nejvyšší důležitost.



Graf 3.1 Důležitost kritérií pro AGV variantu

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

V grafu č. 3.2 lze vidět jednotlivé varianty a posuzovaná kritéria. Nejvyšší hodnota v grafu nejvíce vyhovuje našim požadavkům na systém.



Graf 3.2 Výsledky variant s kritérii

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

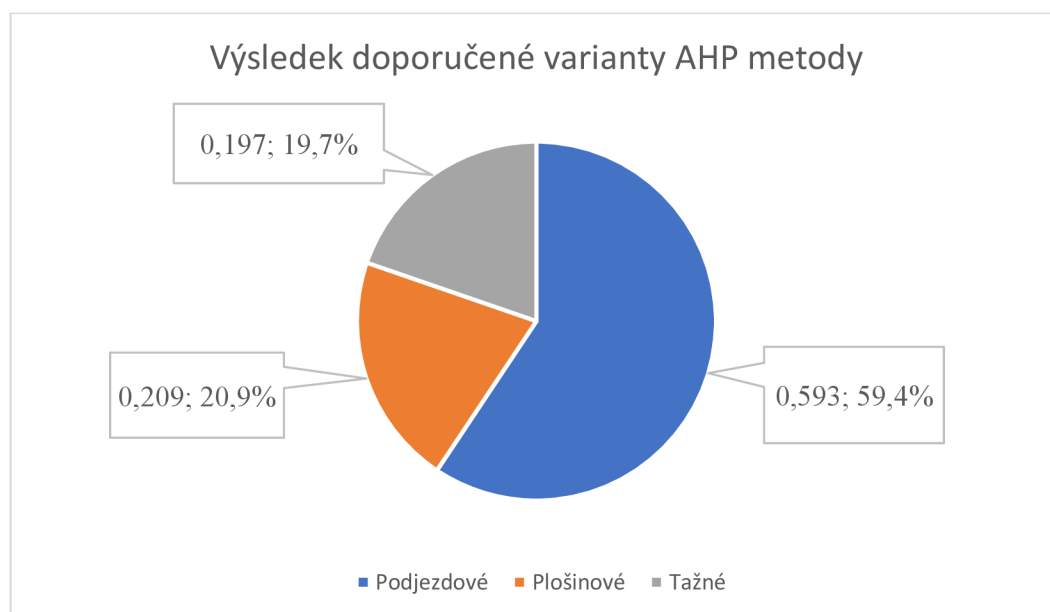
Varianta tažného vozidla s laserovou navigací disponuje nejnižší počáteční investicí, která patří mezi hlavní kritéria. Další důležité kritérium je prostor pro manipulaci, který u této varianty nejméně vyhovuje z důvodu malých prostor haly. Flexibilita, stavební úpravy a odstávka systému je u této varianty nízká.

Varianta plošinového vozidla s magnetickým naváděním pomocí magnetické sítě vyhovuje prostorem pro manipulaci i vysokou flexibilitou systému. Vzhledem k magnetické navigaci se jedná o nejvyšší počáteční investici a největší stavební úpravy společně s odstávkou systému.

Varianta podjezdového vozidla s optickým naváděním disponuje nejlepším prostorem pro manipulaci a počáteční investicí na systém a tím nejlépe vyhovuje ze všech variant. Flexibilita, stavební úpravy a odstávka systému se dá srovnávat s variantou tažného vozidla.

3.4.3 Doporučená varianta

Vzhledem k výsledkům AHP metody, zmíněným technickým požadavkům a vstupujícím faktorům je nejlepší třetí varianta podjezdového vozidla s optickým naváděním a automatickým připojením a odpojením vozíku. Tato navigace disponuje nejnižší počáteční investicí a splňuje technické a ekonomické faktory, které jsou klíčové pro výběr AGV systému. Výsledné hodnoty všech variant jsou zobrazeny v grafu č. 3.2.



Graf 3.3 Doporučená varianta AHP metody

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

3.5 Výběr AGV vozidla pomocí AHP metody

Vzhledem k výsledkům multikriteriálního rozhodování pomocí AHP metody jsem vybral čtyři potencionální AGV vozidla:

- Movexx – AGV1000-UR,
- DPM – Variocart – hauler 1,5t,
- Synersight – AGV CM700,
- CEIT – AGV 600LC-F.

Výrobci AGV vozidel jsou porovnávány podle následujících kritérií:

- nosnost,
- rychlost,
- baterie,
- bezpečnost,
- rozměr.

V tabulce č. 3.11 jsou zobrazeny výrobci AGV a hodnoty jednotlivých kritérií. Cena není zahrnuta v rozhodování, protože ji nebylo možné zjistit u všech výrobců, ale jsem si vědom její důležitosti.

Tab. 3.11 Kritéria jednotlivých výrobců

	Rychlost	Baterie	Nosnost	Bezpečnost	Rozměr
Movexx	0,94 m·s ⁻¹	5x 25.6V, 35Ah	1000 kg	2x laserový skener	505x1726x220 mm
DPM	1 m·s ⁻¹	29.6V, 105Ah	1500 kg	laserový skener	600x1832x340 mm
Synersight	0,6 m·s ⁻¹	24V, 105Ah	700 kg	laserový skener	430x1357x300 mm
CEIT	1,2 m·s ⁻¹	48V, 30Ah	600 kg	2x laserový skener	917x1214x294 mm

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Největší nabízenou rychlostí disponuje výrobce CEIT, který udává 1,2 m·s⁻¹. Baterie je u všech navrhovaných výrobců dostačující, avšak největší baterii udává výrobce DPM. Nejvyšší nosností 1500 kg disponuje DPM, ale vzhledem k požadovaným 200 kg vyhovují všichni výrobci. Nejvíce bezpečnostních prvků nabízí výrobce CEIT a Movexx, které jsou vybaveny 2x laserovým skenerem. Rozměr je u všech navrhovaných výrobců dostačující.

3.5.1 Matice výběru výrobce pomocí AHP metody

Matice pro výběr výrobce pomocí AHP metody jsou zobrazeny v tabulkách č. 3.12 - 3.17.

Tab. 3.12 Matice kritérií pro výběr výrobce

předvolby kritérií	Rychlost	Baterie	Nosnost	Bezpečnost	Rozměr
Rychlost	1	1/5	3	1/5	5
Baterie	5	1	5	1/3	5
Nosnost	1/3	1/5	1	1/5	5
Bezpečnost	5	3	5	1	7
Rozměr	1/5	1/5	1/5	1/7	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Nejdůležitější kritérium pro výběr vozidla je jeho bezpečnost k okolnímu prostředí.

Dalším vysokým rozhodovacím faktorem je rychlost a baterie.

Tab. 3.13 Porovnání výrobce podle kritéria rychlost

Rychlost	Movexx	DPM	Syneright	CEIT
Movexx	1	1/3	5	1/5
DPM	3	1	5	1/3
Syneright	1/5	1/5	1	1/7
CEIT	5	3	7	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Pro kritérium rychlost vychází výrobce CEIT jako nejlepší možnost. Movexx a DPM nabízí téměř stejnou a Syneright nejnižší.

Tab. 3.14 Porovnání výrobce podle kritéria baterie

Baterie	Movexx	DPM	Syneright	CEIT
Movexx	1	1/3	1/3	1
DPM	3	1	2	3
Syneright	3	1/2	1	3
CEIT	1	1/3	1/3	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Jak už bylo zmíněno výše, baterie všech vozidel vyhovují zadávacím podmínkám.

Nejlépejší možnost a největší baterii nabízí DPM.

Tab. 3.15 Porovnání výrobce podle kritéria nosnost

Nosnost	Movexx	DPM	Syneright	CEIT
Movexx	1	1/3	3	3
DPM	3	1	1/5	5
Syneright	1/3	5	1	1
CEIT	1/3	1/5	1	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Pro kritérium nosnost nejlépe vyhovuje DPM a nejméně CEIT. Vzhledem k požadovaným 200 kg je nosnost všech dostačující.

Tab. 3.16 Porovnání výrobce podle kritéria bezpečnost

Bezpečnost	Movexx	DPM	Syneright	CEIT
Movexx	1	5	5	1
DPM	1/5	1	1	1/5
Syneright	1/5	1	1	1/5
CEIT	1	5	5	1

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Nejlepší bezpečnostní systém mají Movexx a CEIT, který nabízí 2x laserový skener vpředu a vzadu. DPM a Syneright nabízí pouze jeden laserový skener vpředu ve směru jízdy.

Tab. 3.17 Porovnání výrobce podle kritéria rozměr

Rozměr	Movexx	DPM	Syneright	CEIT
Movexx	1	3	1/3	3
DPM	1/3	1	1/5	1
Syneright	3	5	1	5
CEIT	1/3	1	1/5	1

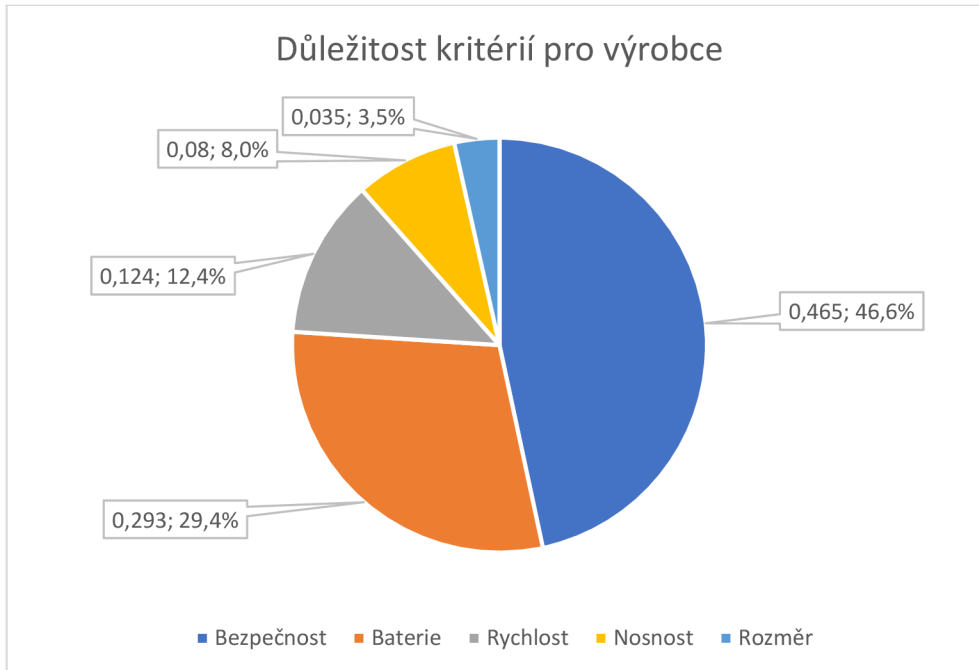
Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Syneright disponuje nejmenšími rozměry vozidla. CEIT naopak disponuje největšími rozměry, ale na rozdíl od ostatních nabízí otáčení vozidla na místě.

3.5.2 Výsledek výrobce podle AHP metody

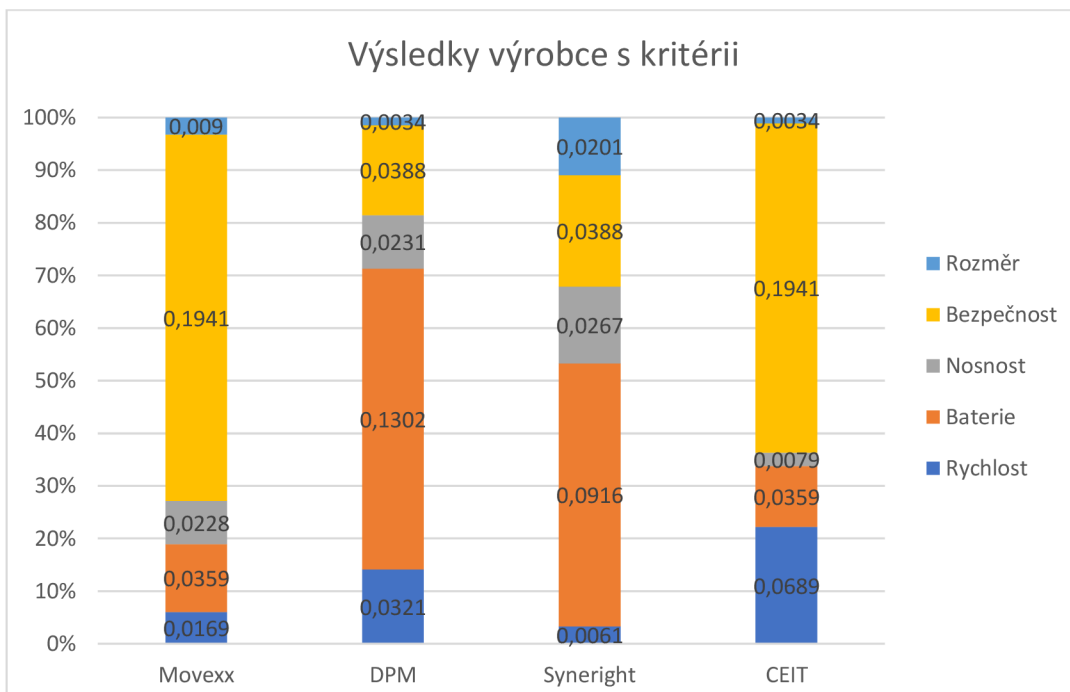
Do rozhodovací metody vstupují celkem 4 výrobci a 5 kritérií, které byly porovnány pomocí 40 kroků. V následujícím grafu č. 3.4 je zobrazena důležitost kritérií pro výrobce

a v grafu č. 3.5 hodnoty pro jednotlivého výrobce. Nejvyšší hodnota zobrazuje nejvyšší důležitost.



Graf 3.4 Důležitost kritérií pro výběr výrobce

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].



Graf 3.5 Výsledky výrobce s kritérii

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

První navrhovaný výrobce Movexx nabízí vysokou bezpečnost, z důvodu dvou laserových skenerů vepředu a vzadu. Baterie u tohoto výrobce není největší, ale vzhledem k dodávaným náhradním pěti kusům včetně stojanu na rychlou výměnu baterie může konkurovat vozidlům s větší baterií. Nosnost je dostačující podmínkám pro dané pracoviště.

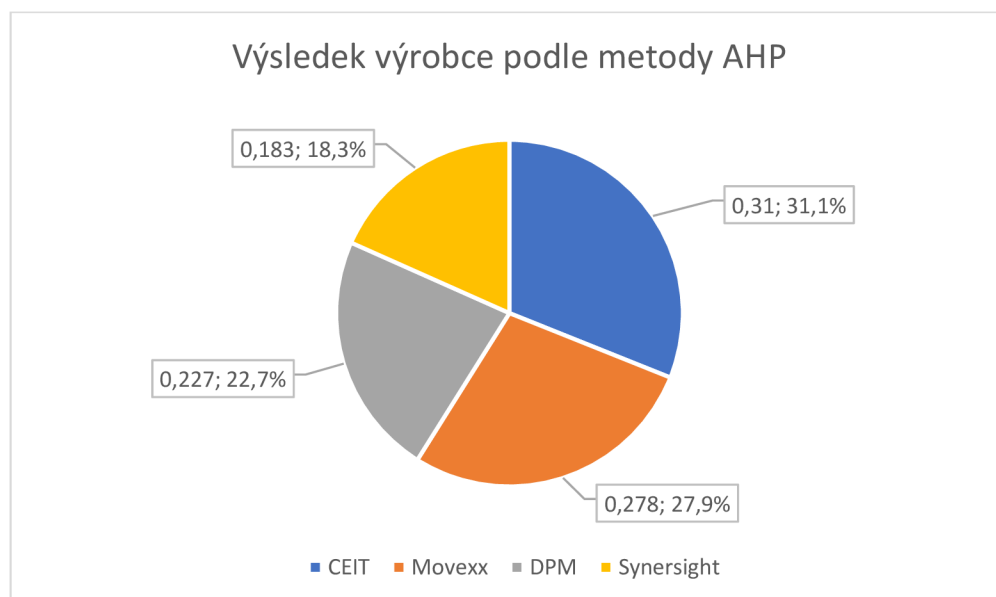
Druhý navrhovaný výrobce DPM disponuje velkou baterií, avšak vzhledem pouze k jednomu laserovému skeneru není natolik bezpečný, jako výrobce Movexx a CEIT. Nosnost je největší ze všech a rychlost je téměř totožná jako u prvního výrobce Movexx.

Třetí výrobce Syneright disponuje také velkou baterií jako druhý DPM. Vzhledem k ostatním výrobcům nabízí nejmenší přepravovanou rychlost a bezpečnost zajišťuje pouze jeden laserový skener.

CEIT jako čtvrtý navrhovaný výrobce nabízí nejvyšší přepravovanou rychlost, společně s dvěma laserovými skenery – vepředu a vzadu, které při rozsahu 280° zajišťují ideální ochranu a bezpečnost. Nevýhodou vozidla je jeho slabší baterie. Nosnost 600 kg je z výše nabízených výrobců nejnižší, ale vzhledem k podmínkám 200 kg je tato nosnost vyhovující.

3.5.3 Doporučený výrobce podle AHP metody

Výsledné hodnoty všech výrobců jsou zobrazeny níže v grafu č. 3.6.



Graf 3.6 Výsledek výrobce podle metody AHP

Zdroj: vlastní zpracování podle [34].

Vzhledem k výsledkům AHP metody pro výběr výrobce AGV vozidla je doporučen podle zadaných kritérií výrobce CEIT. Výrobce nabízí maximální rychlost $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, nosnost dostačujících 600 kg a 2x 280° laserový skener na obou stranách, který zajistí bezpečný provoz vozidla. Baterie tohoto výrobce není velká, ale vzhledem k zásobování formou taxi a nepotřebou nepřetržitého provozu, nebude problém s baterií, jejím dobíjením a zásobováním pracoviště. Velkou výhodou doporučeného výrobce je možnost otáčení se na místě, které nám zajistí dobrou manévrovatelnost v menších prostorech haly.

4 Zhodnocení řešení

Navrhované řešení v kapitole 3 bude zhodnoceno v kapitole níže. V rámci zhodnocení bude proveden kapacitní propočet a porovnání starého a nově navrhovaného stavu zásobování. Je třeba zásobovat pracoviště dvěma transportními vozíky s připravenými opěrami pro další zpracování. Kapacitní propočet je zobrazen níže v podkapitole 4.1 a je založen na daných údajích vybraného AGV.

4.1 Kapacitní propočet

Počet potřebných opěr je rozdělen do dvou vozíků, které tvoří jednu sadu. Časy jsou počítány pro transport jednoho vozíků – jeden okruh. Vzhledem k použití jednoho vozidla, nehrozí velká pravděpodobnost blokování a čekání vozidel. Na trase se nacházejí 2 přechody pro chodce, proto byl faktor provozu T_f stanoven na hodnotu 0,90.

4.1.1 Výpočet času zásobování

Výpočet času zásobování bude vypočítán podle rovnice (1):

$$T_{dv} = \frac{D_d}{v} + T_h + \frac{D_e}{v} \cdot (n) \text{ [min]} \quad (1)$$

T_{dv} – Celkový čas dodávky [min]

D_d – Převážná vzdálenost plného vozíku [m]

D_e – Převážná doba prázdného vozíku [m]

T_h – Doba vyložení a naložení vozíku [s]

v – rychlost vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

T_f – faktor provozu

n – počet jízd potřebný pro zásobování pracoviště jedné sady

Vstupní hodnoty:

Převážná vzdálenost plného vozíku $D_d = 65 \text{ m}$

Převážná vzdálenost prázdného vozíku $D_e = 65 \text{ m}$

Doba vyložení a naložení vozíku $T_h = 30 \text{ s} + 30 \text{ s}$

Rychlost vozidla $v = 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Faktor provozu $T_f = 0,90$

Počet potřebných jízd $n = 2$

Výpočet času zásobování jednoho vozíku:

$$T_{dv} = \frac{D_d}{v} + T_h + \frac{D_e}{v} \cdot (n)$$

$$T_{dv} = \frac{65}{1,2} + 30 + 30 + \frac{65}{1,2} \cdot (2) = 54,16 + 30 + 30 + 54,16 \cdot (2)$$

$$T_{dv} = 336,64 \text{ s} \cong 5,6 \text{ min.}$$

Celkový čas dodávky jedné sady vozíků činí 5,6 minut.

4.1.2 Počet dodávek sad za hodinu

Počet dodávek sad za hodinu bude vypočítán podle rovnice (2):

$$N_d = \frac{60 \cdot T_f}{T_{dv}} \quad (2)$$

Vstupní hodnoty:

N_d – počet dodávek za hodinu

T_f – faktor provozu

T_{dv} – Celkový čas dodávky [min]

Výpočet dodávek sad (2 vozíků) za hodinu:

$$N_d = \frac{60 \cdot T_f}{T_{dv}}$$

$$N_d = \frac{60 \cdot (0,90)}{5,6} = \frac{54}{5,6}$$

$$N_d \cong 9,6.$$

Celkový počet dodávek sad za hodinu je 9.

4.1.3 Počet potřebných jízd za směnu

Na daném pracovišti probíhá práce na 2 směny, přičemž jedna směna trvá 8 hodin. Jedná se tudíž o počet potřebných jízd za směnu, sloužící ke zjištění, kolikrát má dané vozidlo zopakovat okruh.

Počet potřebných jízd za směnu je vypočítán podle rovnice (3):

$$\text{počet potřebných jízd za směnu} = \frac{\text{potřeba navézt palet za směnu}}{\text{počet vozíků v soupravě}} \quad (3)$$

Vstupní hodnoty:

Potřeba navézt palet za směnu 22

Počet vozíků v soupravě 1

Výpočet potřebných jízd za směnu:

$$\text{počet potřebných jízd za směnu} = \frac{\text{potřeba navézt palet za směnu}}{\text{počet vozíků v soupravě}}$$

$$\text{počet potřebných jízd za směnu} = \frac{22}{1} = 22$$

$$\text{počet potřebných jízd za směnu} = 22$$

Počet potřebných jízd za směnu bude 22.

4.1.4 Využitelnost AGV za směnu

Za jednu směnu je potřeba zásobovat pracoviště 22 jízdami po 1 vozíku. Následující výpočet ukazuje, kolik času za jednu směnu bude AGV v aktivní činnosti.

Využitelnost AGV za jednu směnu je vypočítána podle rovnice (4):

$$\text{využitelnost} = \text{čas jednoho okruhu} \cdot \text{počet potřebných jízd za směnu} \text{ [min]} \quad (4)$$

Vstupní hodnoty:

Čas jednoho okruhu 2,8 min

Počet potřebných jízd za směnu 22

Výpočet využitelnosti AGV:

$$\text{využitelnost AGV} = \text{čas jednoho okruhu} \cdot \text{počet potřebných jízd za směnu}$$

$$\text{využitelnost AGV} = 2,8 \cdot 22$$

$$\text{využitelnost AGV} = 61,6 \text{ minut}$$

Využitelnost AGV za jednu směnu bude 61,6 minut.

4.1.5 Ujetá vzdálenost AGV za jeden pracovní den

Abychom byli schopni určit orientační životnost komponentu, je potřeba vypočítat jakou vzdálenost ujede AGV za jeden pracovní den, který se skládá ze 2 směn.

Ujetá vzdálenost za jeden pracovní den bude vypočítána podle rovnice (5):

$$\text{ujetá vzdálenost za jeden pracovní den} = (D_d + D_e) \cdot 22 \cdot (n) \text{ [m]} \quad (5)$$

D_d – Převážná vzdálenost plného vozíku [m]

D_e – Převážná doba prázdného vozíku [m]

n – počet směn

Vstupní hodnoty:

D_d – Převážná vzdálenost plného vozíku 65 m

D_e – Převážná doba prázdného vozíku 65 m

Počet potřebných jízd za směnu 22

n – počet směn 2

Výpočet ujeté vzdálenosti za jeden pracovní den:

$$\text{ujetá vzdálenost za jeden pracovní den} = (D_d + D_e) \cdot 22 \cdot (n)$$

$$\text{ujetá vzdálenost za jeden pracovní den} = (65 + 65) \cdot 22 \cdot (2)$$

$$\text{ujetá vzdálenost za jeden pracovní den} = 5720 \text{ m}$$

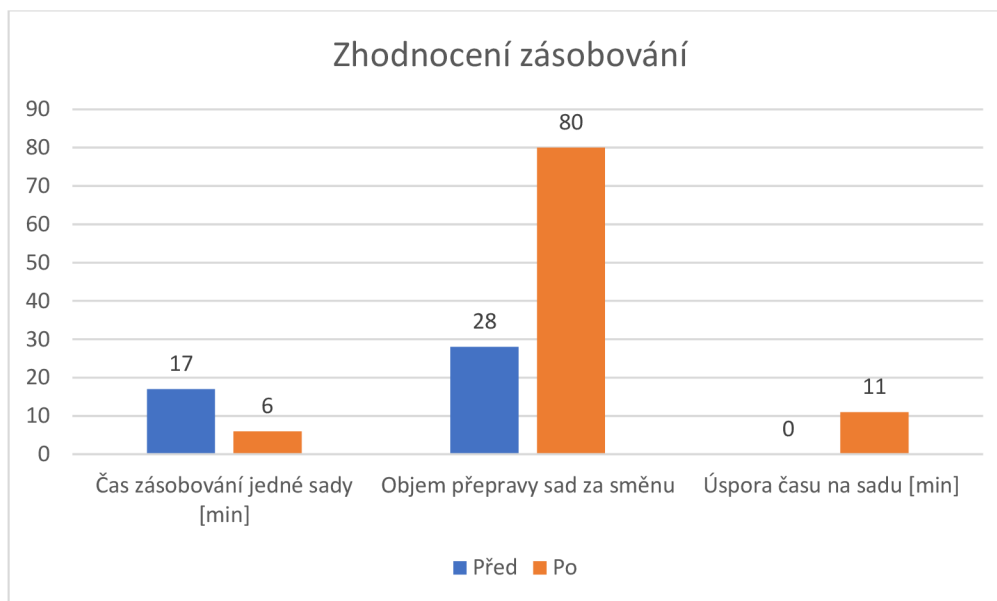
Ujetá vzdálenost AGV za jeden pracovní den bude 5720 m.

4.1.6 Využití ložné plochy

Vozidlo absolvuje stejnou trasu s naloženým nákladem a stejnou trasu zpátky s vyloženým nákladem. Tudíž jde říct, že využitelnost AGV, vzhledem k naloženému a vyloženému vozíku bude 50%. Jelikož AGV pokaždé pojede s vozíkem, lze také říct, že jeho využití ložné plochy bude 100 %.

4.2 Shrnutí navrhovaného systému

V grafu níže č. 4.1 je zobrazen stav zásobování před a po aplikaci AGV systému z hlediska času zásobování jedné sady, objemu přepravy sad za směnu a úspory času na sadu.



Graf 4.1 Zhodnocení zásobování před a po implementaci AGV systému

Zdroj: vlastní zpracování.

Současný stav zásobování provádí pracovník, který má na starosti další činnosti, čímž se stává maximálně vytížen. Aplikace AGV systému usnadňuje danému pracovníkovi práci, přičemž eliminuje práci ve spěchu a tím přispívá k vyšší bezpečnosti na pracovišti pro všechny pracovníky. Následkem toho nedochází ke zpoždění a nepravdělnému dodávání materiálu na pracoviště. Nový systém zásobování disponuje větší spolehlivostí a plynulostí zásobování. Současná doba trvání převozu jedné sady opěr trvá přibližně 17 minut. Systém zavážení pomocí AGV, který bude fungovat formou taxi zvládne zásobit pracoviště jednou sadou, která obsahuje 2 vozíky přibližně každých 6 minut. Tím nám přináší nový systém úsporu 11 minut na jednu sadu. Zatímco pracovník není schopen vzhledem k jeho dalším činnostem neustále zásobovat pracoviště, AGV systém to zvládne za hodinu až 9 krát a za směnu 80 krát. Tento systém zaručuje několikanásobně vyšší efektivitu, účinnost a eliminaci kritického místa v procesu zásobování pracoviště než současný stav zásobování. Můžeme tedy říct, že nový systém pomocí AGV je o 183% produktivnější než stávající zásobování pracovníkem.

Závěr

V souvislosti s nástupem konceptu Industry 4.0 se využití a rozvoj AGV systémů začal zvyšovat. Koncept Industry 4.0 je založen na automatizaci a práci s daty, zahrnující právě i popisované AGV. Firem specializujících se na AGV systémy je čím dál tím více a tím umožňují společně využívat tuto technologii, která napomáhá k zefektivnění práce a nahrazení lidské činnosti jako faktoru chybovosti. Nevýhoda je jejich prvotní vysoká investice.

Cílem diplomové práce bylo na základě analýzy logistických procesů navrhnout řešení pro implementaci AGV systému ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s.

Práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol. První kapitola je zaměřena na teoretická východiska AGV systému.

Další kapitola analyzuje logistické procesy ve společnosti a poukazuje na nedostatky současného stavu zásobování pracoviště na výrobu opěr.

V rámci práce byly navrženy celkem tři varianty AGV systému pro zajištění automatického zásobování. Navrhované varianty a požadovaná kritéria byly mezi sebou porovnány pomocí multikriteriálního rozhodování za použití AHP metody. AHP metoda byla také použita i pro výběr čtyř navrhovaných výrobců, kde bylo rozhodováno mezi několika kritérii, které nejlépe vyhovují způsobu zásobování a prostorům haly. Analýza a návrh nového systému zásobování má plně nahradit lidskou činnost.

Náplní čtvrté kapitoly je zhodnocení navrhované varianty společně s kapacitním propočtem a porovnání s nynějším způsobem zásobování. Je zde srovnáno zásobování před a po implementaci AGV systému z hlediska času zásobování jedné sady, objemu přepravy sad za směnu a úspory času na sadu.

Výstupem této diplomové práce je návrh tří variant AGV systému a čtyř výrobců AGV vozidel pro pracoviště výroby opěr, kde je u každé rozhodovací metody jedná doporučená varianta. Jako doporučená varianta bylo vybráno AGV podjezdové vozidlo s optickou navigací od výrobce CEIT. Výrobce nabízí rozměry 917x1214x294 mm, maximální rychlost až $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, nosnost dostatečných 600 kg a 2x 280° laserový skener na obou stranách, který zajistí bezpečný provoz vozidla.

Nový navrhovaný systém eliminuje stávající nedostatky pracoviště opěr, jako je maximální vyčerpání pracovníka, občasné zpoždění dodávky opěr, práce ve spěchu, 20 minutová chůze pracovníka a nízkou efektivitu a účinnost. Nově navrhovaný systém pomocí AGV dokáže zásobit pracoviště každých 6 minut, zatímco stávající způsob zásobování za 17 minut. Oproti stávajícímu systému je tedy rychlejší o 11 minut, čímž dochází k časové úspoře na jednu sadu. Vzhledem k časové úspoře na jednu sadu, zvládne AGV zásobit pracoviště za jednu směnu až o 52 krát více než stávající systém, čímž se stává o 183% produktivnější.

Doporučená varianta by měla sloužit jako podklad pro budoucí první implementaci AGV systému ve společnosti.

Seznam bibliografických citací

- [1] GÜNTER, Ullrich: *Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications*. Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 227 s. ISBN 978-3-662-44814-4.
- [2] FELEDY, Camilla a Mark Schiller LUTTENBERGER. *A State of the Art Map of the AGVS Technology and a Guideline for How and Where to Use It*. Švédsko, 2017. Diplomová práce. Lundska univerzita.
- [3] *History of Automated Guided Vehicles* [online]. Dan M, 2013 [cit. 2020-11-04]. Dostupné z: <http://www.reconditionedforklifts.com/blog/forklift-history-2/history-automated-guided-vehicles>
- [4] The Advantages and Disadvantages of Automated Guided Vehicles (AGVs) [online]. CHRIS BENEVIDES, 2020 [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: <https://www.conveyco.com/advantages-disadvantages-automated-guided-vehicles-agvs/>
- [5] RFID guides AGV in suspension production [online]. Bert Eilander, 2016 [cit. 2020-11-04]. Dostupné z: <https://www.turck.cz/cs/rfid-guides-agv-in-suspension-production-6870.php>
- [6] *Advantages and disadvantages of AGV laser navigation technology* [online]. agvblog, 2019 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <http://www.agvblog.com/332.html>
- [7] *Outline Navigation AGV Introduction* [online]. agvblog, 2019 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <http://www.agvblog.com/355.html>
- [8] *Introduction Satellite Navigation* [online]. goetting-agv, 2019 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <https://www.goetting-agv.com/components/satellite/introduction>
- [9] PROF. ING. FEDORKO, PHD., Gabriel. *Přepravní a manipulační prostředky: AGV – aplikace, využitie, efektivita*. Vysoká škola logistiky o.p.s., 2019.
- [10] *Forklift Trucks Or Automated Guided Vehicles* [online]. comparefactory: ANTHONY HENDRIKS, 2014 [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <https://www.comparefactory.com/forklift-trucks-or-automated-guided-vehicles/>
- [11] *Piggyback Automated Material Handing AGV Transfer Car* [online]. China: Henan Remarkable Intelligent Technology Co. [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <http://m.rm-k>

transfercar.com/trackless-transfer-car/auto-transfer-cart-agv/piggyback-automated-material-handing-agv.html

[12] DOC. ING. ČUJAN CSC., Zdeněk. *INNOVATIVE TRENDS IN LOGISTICS*. Vysoká škola logistiky o.p.s. Dostupné také z: <https://vslg.cz/wp-content/uploads/2018/06/cujan.pdf>

[13] *AGVs Alternative: Self-Driving Material Transport* [online]. Strasburg: OTTO Motors, 2017 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://ottomotors.com/blog/agv-alternative-sdvs>

[14] *Logistics* [online]. Aichstetten: dpm mechanical engineering [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.daumundpartner.de/en/AGV-of-dpm-Daum-and-Partner/vehicles-and-carriers-for-AGV-of-dpm/logistik.html>

[15] *What's Driving Assembly Line AGVs?* [online]. manufacturingtomorrow, 2017 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/02/whats-driving-assembly-line-agvs/9179>

[16] FEDORKO, Gabriel. *Simulation options for the airport terminal People Mover AGV system with ExtendSim 8*. Slovensko, 2018. Dostupné také z: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/95/mateconf_logi2018_01001.pdf

[17] *agc (bezobslužné vozíky ako ťahače, podbehové vozíky s vedením magnetickej pásky)* [online]. Slovenská republika: JKC, 2018 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://systechgroup.eu/sk/produkty/agv/>

[18] *Automated Guided Carts AGC & Tunnels* [online]. Bolingbrook: Wolter Group, 2020 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.ellis-systems.com/agv-agc/>

[19] *Battery-Free AGVs* [online]. Dan M, 2013 [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <https://www.bahrns.com/blog/forklifts/battery-free-agvs-heavier-loads-longer-work-time/?preview=true>

[20] *Bezpečnostní systémy Safe AGV Easy* [online]. Praha: SICK, 2017 [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <https://www.sick.com/cz/cs/bezpecnostni-systemy-a-reseni/bezpecnostni-systemy/safe-agv-easy/c/g412755>

[21] *AGV Safety* [online]. Germany: Kollmorgen, 2019 [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <https://www.kollmorgen.com/en-us/videos/video-gallery/agv-safety/>

- [22] *Revolúcia v priemysle – automatické logistické systémy*. Žilina, 2016. Dostupné také z: https://ncpvat.cvtisr.sk/buxus/docs//Veda_v_CENTRE/VvC_2016/VvC_final-poslane.pdf
- [23] *Automatizace interní logistiky* [online]. Brno: Rostislav Schwob, 2020 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/automatizace-interni-logistiky.htm>
- [24] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [25] GUPTA, Ashwani. *industrial automation and robotics*. Second Edition. New Delhi: university sciencepress, 2013. ISBN C-2954/011/02.
- [26] *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0* [online]. Antonín Vojáček, 2016 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>
- [27] Průmysl 4.0. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl_4.0
- [28] *Industry 4.0* [online]. i-scoop, 2016 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- [29] *Iveco Czech Republic, a. s.* [online]. Vysoké Mýto: Iveco Czech Republic, 2020 [cit. 2020-11-13]. Dostupné z: <https://www.ivecocr.cz/clanek/iveco-czech-republic-a-s>
- [30] *Historie společnosti* [online]. Vysoké Mýto: Iveco Czech Republic, 2020 [cit. 2020-11-13]. Dostupné z: <https://www.ivecocr.cz/clanek/historie-spolecnosti>
- [31] *Den otevřených dveří v bývalé Karose Vysoké Mýto* [online]. Vysoké Mýto: MHD ŽIVĚ.CZ, 2019 [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: http://mhdzive.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=843:den-otevrenych-dveri-v-byvale-karose-vysoke-myto&catid=11&Itemid=144
- [32] *Mapy Google* [online]. Brno: Geodis Brno, 2020 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.9475898,16.158112,3416m/data=!3m1!1e3?hl=cs&authuser=0>

- [33] *123AHP* [online]. Finesa.NET j.d.o.o., 2018 [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <http://www.123ahp.com/OMetodi.aspx>
- [34] *My choice, my decision* [online]. Finesa.NET j.d.o.o., 2018 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://www.123ahp.com/Default.aspx>
- [35] GROS, Ivan a kol. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [36] TREBUŇA, Peter, Jaromír MARKOVIČ, Marek KLIMENT a Jana HALČINOVÁ. *Modelovanie v priemyselnom inžinierstve*. Košice, 2015. ISBN 978-80-553-1953-7.
- [37] *AGV voziky místo běžajících skladníků* [online]. *Economia*, 2017 [cit. 2020-11-03]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65675110-agv-voziky-misto-behajjicich-skladniku>
- [38] *Automatizace v interní logistice* [online]. Praha: Ing. Vladislav Závěský, 2017 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/automatizace-v-interni-logistice.html>
- [39] *AGV systémy: Bezobslužné dopravní systémy* [online]. Sudoměřice: TENTE, 2020 [cit. 2020-11-03]. Dostupné z: <https://www.tente.com/cs-cz/know-how/agvs-driverless-transport-systems>
- [40] *A Brief History of AGVs* [online]. FRED automation, 2018 [cit. 2020-11-03]. Dostupné z: <https://www.fredagv.com/news/worker-shortages-in-manufacturing-make-agvs-more-beneficial-than-ever/>

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 První používané AGV Barret	12
Obr. 1.2 Automobilová výroba VW s použitím AGV v roce 1986	14
Obr. 1.3 AGV s optickým vedením	17
Obr. 1.4 Vedení AGV pomocí magnetických bodů.....	17
Obr. 1.5 Laserová navigace	18
Obr. 1.6 Konturová navigace	19
Obr. 1.7 GPS navigace.....	20
Obr. 1.8 AGV vysokozdvihný vozík	21
Obr. 1.9 AGV plošinový vozík.....	22
Obr. 1.10 AGV tažné vozidlo	22
Obr. 1.11 AGV podjezdové vozidlo	23
Obr. 1.12 AGV montážní vozidlo.....	24
Obr. 1.13 AGC bezobslužné vozíky	25
Obr. 1.14 Ukázka různých typů AGV periférií	26
Obr. 1.15 Ukázka různých typů AGV periférií	26
Obr. 1.16 Bezpečnost AGV pomocí laseru.....	28
Obr. 1.17 Možné stupně automatizace pomocí AGV	29
Obr. 1.18 Schéma etap průmyslové revoluce	33
Obr. 2.1 Produkty Iveca Czech Republic, a.s.	35
Obr. 2.2 Struktura prodeje vozidel v roce 2019.....	36
Obr. 2.3 Mapa Vysokého Mýta s vyznačenými areály.....	37
Obr. 2.4 Logistický vláček.....	40
Obr. 2.5 VZV Still RX-60-30	40

Obr. 2.6 Ručně tlačенý vozík na přepravu opěr	41
Obr. 2.7 Příklad rozpisu výroby na montážní lince	43
Obr. 2.8 Layout pracoviště a směr pohybu materiálu	44
Obr. 2.9 Postupový diagram analyzovaného pracoviště	45
Obr. 2.10 MTM analýza manipulace s „nasadovanými“ opěrami	46
Obr. 2.11 MTM analýza manipulace s „nasadovanými“ opěrami	47
Obr. 3.1 Layout s návrhem trasy AGV systému	49
Obr. 3.2 Přepravní cesta pro navrhované AGV	50

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Výhody a nevýhody AGV	15
Tab. 1.2 Důvody a přínosy automatizace	30
Tab. 2.1 Objem výroby jednotky/rok	42
Tab. 3.1 Zhodnocení tažného vozidla	52
Tab. 3.2 Zhodnocení plošinového vozidla	52
Tab. 3.3 Zhodnocení podjezdového vozidla	53
Tab. 3.4 Hodnoty AHP metody	55
Tab. 3.5 Matice kritérií pro výběr varianty	56
Tab. 3.6 Porovnání variant podle kritéria počáteční investice	56
Tab. 3.7 Porovnání variant podle kritéria stavební úpravy	56
Tab. 3.8 Porovnání variant podle kritéria odstávka systému	57
Tab. 3.9 Porovnání variant podle kritéria flexibilita	57
Tab. 3.10 Porovnání variant podle kritéria prostor pro manipulaci	57
Tab. 3.11 Kritéria jednotlivých výrobců	60
Tab. 3.12 Matice kritérií pro výběr výrobce	61
Tab. 3.13 Porovnání výrobce podle kritéria rychlost	61

Tab. 3.14 Porovnání výrobce podle kritéria baterie.....	61
Tab. 3.15 Porovnání výrobce podle kritéria nosnost	62
Tab. 3.16 Porovnání výrobce podle kritéria bezpečnost.....	62
Tab. 3.17 Porovnání výrobce podle kritéria rozměr	62

Seznam grafů

Graf 3.1 Důležitost kritérií pro AGV variantu.....	58
Graf 3.2 Výsledky variant s kritérii	58
Graf 3.3 Doporučená varianta AHP metody.....	59
Graf 3.4 Důležitost kritérií pro výběr výrobce	63
Graf 3.5 Výsledky výrobce s kritérii	63
Graf 3.6 Výsledek výrobce podle metody AHP	64
Graf 4.1 Zhodnocení zásobování před a po implementaci AGV systému.....	70

Seznam zkratk a značek

AGV	Automated Guided Vehicle – Automaticky řízené vozidlo
AHP	Analytická víceúrovňová metoda
ČSN	Česká technická norma
GPS	Global Positioning System – Globální polohový systém
kg	Kilogram
$m \cdot s^{-1}$	Metr za sekundu
MTM	Methods-time Measurement – Metoda měření času
min	Minuta
PC	Počítač
VZV	Vysokozdvihný vozík
WLAN	Wireless Local Area Network – Počítačová bezdrátová síť
WMS	Warehouse Management System – Systém řízeného skladu

Seznam příloh

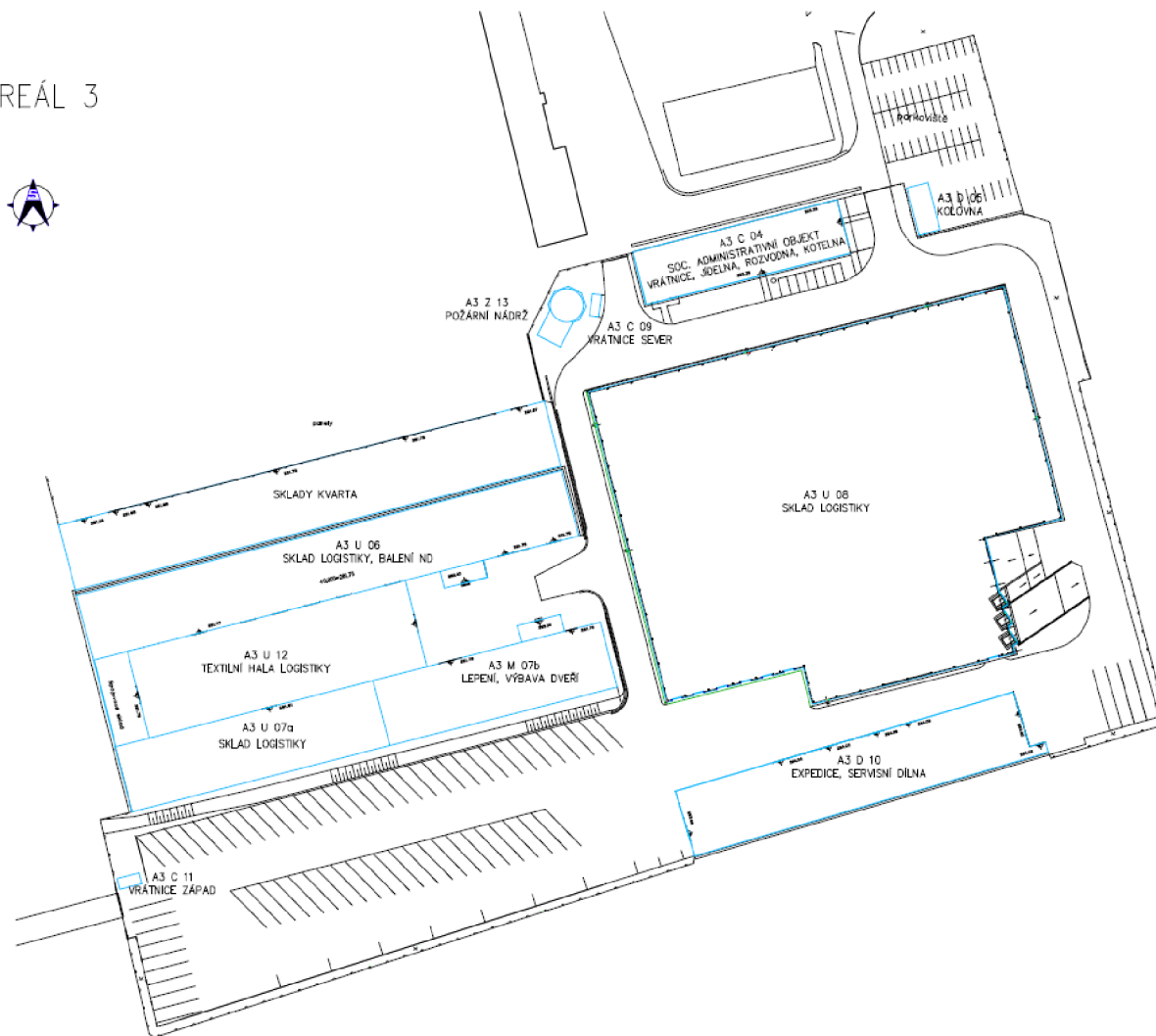
Příloha A – Areál 1

Příloha B – Areál 2

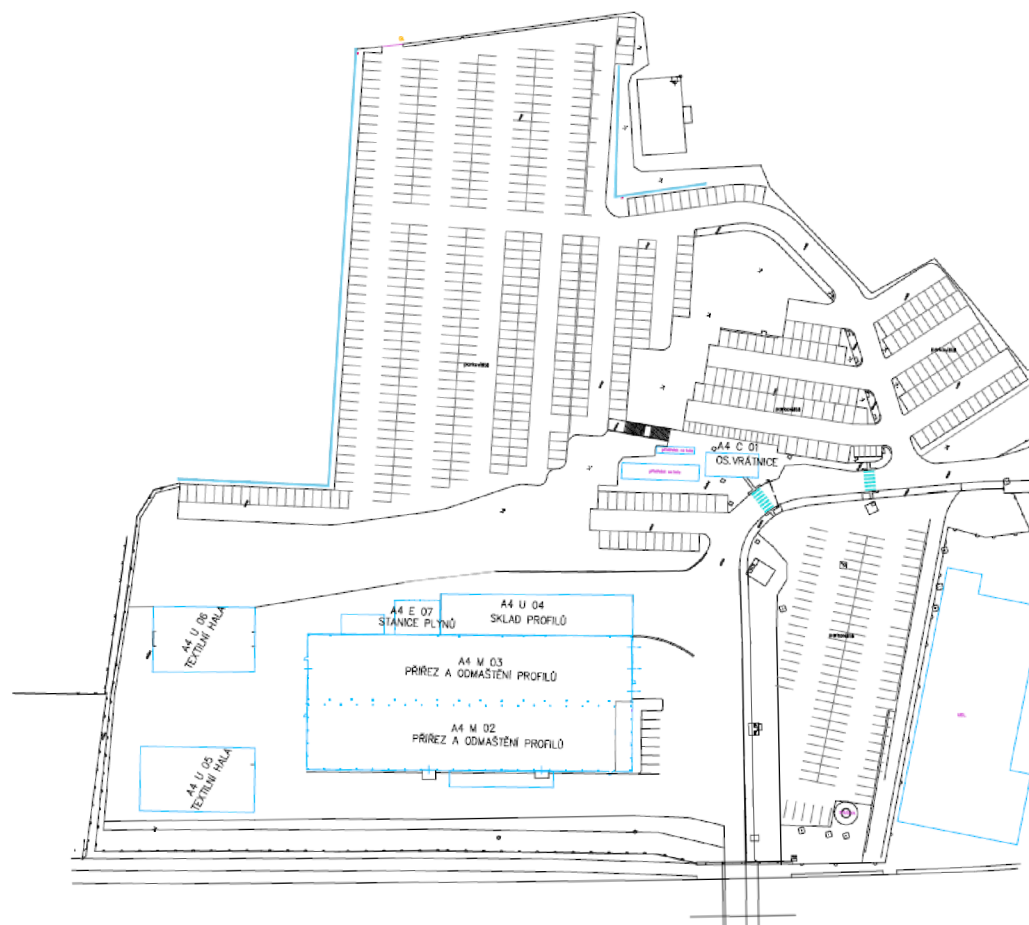
Příloha C – Areál 3

Příloha D – Areál 4

AREÁL 3



AREÁL 4



Autor	Bc. Tomáš Hubáček
Název DP	Aplikace AGV systému ve společnosti Iveco Czech Republic, a. s.
Studijní obor	LRDP
Rok obhajoby DP	2021
Počet stran	61
Počet příloh	4
Vedoucí DP	prof. Ing. Gabriel Fedorko, Ph.D., MBA
Anotace	Diplomová práce se zabývá popisem AGV systému a následné implementace do současného stavu zásobování ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s. V teoretických východiskách popisují AGV systémy, jejich typy, navigace, bezpečnost a součást konceptu Industry 4.0. V analytické části diplomové práce popisují současný stav zásobování a jeho nedostatky. V praktické části práce jsou doporučeny varianty a výrobci AGV vozíku, které byly vybrány za pomoci multikriteriálního rozhodování, kde byla použita AHP metoda. V závěru práce je zhodnocené řešení návrhu AGV systému.
Klíčová slova	AGV, zásobování, automatizace, Industry 4.0
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	