

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Spolehlivost a bezpečnost systémů  
zásobování výrobních linek**

(Diplomová práce)



# Zadání diplomové práce

student **Bc. Eduard Kolář**

studijní program 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: **Spolehlivost a bezpečnost systémů zásobování výrobních linek**

Cíl práce:

Porovnat vybrané systémy zásobování montážních linek z hlediska příčin možného narušení jejich funkce a ohrožení bezpečnosti práce. Navrhnout způsoby na omezení příčin poruch a ohrožení bezpečnosti práce.

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. Systémy zásobování výrobních linek – teoretické východisko
2. Identifikace příčin poruch v zásobování linek a možných ohrožení bezpečnosti práce
3. Návrhy na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce
4. Zhodnocení návrhů

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

DITTRICHOVÁ, Milada a Marie JUROVÁ. Bezpečnost práce. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-019-4.

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

ČESKO. Zákon č. 396/1992 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce. In: Sběrka zákonů. Praha, ročník 1992, částka 81/1992, číslo 396. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-396>.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Ivan Gros, CSc.


Datum zadání diplomové práce:

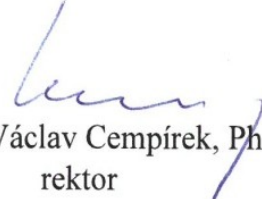
31. 10. 2022

Datum odevzdání diplomové práce:

6. 5. 2023

Přerov 31. 10. 2022

  
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 a verze nahraná do informačního systému školy jsou totožné.



V Přerově, dne 6. 5. 2023

.....  
Podpis

## **Poděkování**

Děkuji panu prof. Ing. Ivanovi Grosovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce, poskytování cenných rad a informačních podkladů při jejím zpracování.

Dále bych chtěl poděkovat své manželce a rodině za plnou podporu po celou dobu mého studia.

## **Anotace**

Práce je zaměřena na vybrané problémy zásobování výrobní linky na montáž automobilů. Systém v současné době využívá vedle sebe zavážení linky pomocí manuálně vedených tahačů a autonomních robotů. Kombinace obou systémů vede k problémům zabezpečení bezpečnosti práce a možným porušením plynulosti zásobování linek. Autor věnuje proto pozornost vlivu funkce obou systémů na plnění jejich hlavních cílů a zejména možných zdrojů ohrožení bezpečnosti práce. Dílčím cílem byla první analýza převodu systému plně na autonomní provoz. Jako předmět analýzy a formulace opatření byla vybrána linka na montáž dveří.

## **Klíčová**

výrobní linka,

zásobování výrobních linek,

spolehlivost,

bezpečnost práce

## **Annotation**

The work is focused on selected problems of supplying the production line for car assembly. The system currently uses side-by-side line loading using manually guided tractors and autonomous robots. The combination of both systems leads to problems of occupational safety and possible violations of the continuity of supply of lines. Therefore, the author pays attention to the influence of the function of both systems on the fulfillment of their main function and especially possible sources of danger to occupational safety.

The partial objective was the first analysis of the transfer of the system fully to autonomous operation. As the subject of analysis and formulation of the measure, a line for the installation of doors was chosen.

## **Keywords**

production line,

supply of production lines,

reliability,

safety

# Obsah

Úvod.....	9
<b>1</b> Systémy zásobování výrobních linek .....	10
1.1 Podniková logistika.....	10
1.1.1 Cíle podnikové logistiky.....	11
1.1.2 Řízení materiálových toků.....	11
1.1.3 Just in Time.....	12
1.2 Koncept Industry 4.0.....	13
1.2.1 Vznik Industry 4.0 .....	13
1.2.2 Popis funkce Industry 4.0 .....	13
1.3 Bezpilotní tahače.....	14
1.3.1 Design a metodologie AGV.....	15
1.3.2 Typy bezpilotních souprav.....	16
1.3.3 Možnosti navádění.....	19
1.3.4 Bezpečnostní systém.....	22
1.3.5 Autonomní bezpilotní tahače .....	23
1.4 Autonomie v logistice .....	25
1.4.1 Autonomie pohybu .....	26
<b>2</b> Identifikace příčin poruch v zásobování linek a možných ohrožení bezp. práce ...	27
2.1 Popis současné situace .....	28
2.2 AGV od společnosti CEIT a.s.....	30
2.2.1 Typy AGV využívaných ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.....	30
2.2.2 Funkčnost AVG .....	33
2.2.3 Podmínky pro správné fungování AGV od společnosti CEIT a.s. ....	36
2.2.4 Ostatní specifika provozu na hale M1 .....	37



<b>3</b>	Návrhy na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezp. práce .....	38
3.1	Technologie na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce ve strojovém zařízení .....	40
3.1.1	Charakteristika současně používaného strojového zařízení .....	40
3.1.2	Charakteristika navrhovaného strojového zařízení .....	44
3.2	Návrh na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce ve strojovém zařízení .....	51
3.3	Bezpečnost práce a ochrana zdraví všeobecně .....	59
3.4	Požadavky bezpečnosti a hygiena práce .....	60
3.4.1	Požadavky na pracoviště .....	60
3.4.2	Udržování pořádku na pracovišti .....	61
3.4.3	Environmentální aspekty a jejich vliv na životní prostředí .....	61
3.4.4	Požadavky z hlediska protipožární ochrany .....	62
3.5	Správný způsob používání a zakázané používání strojového zařízení .....	62
3.6	Bezpečnostní pokyny .....	62
<b>4</b>	Zhodnocení návrhů .....	64
	Závěr .....	65
	Seznam zdrojů .....	67
	Seznam grafických objektů .....	68
	Seznam zkratk .....	69

# Úvod

V současné době stojí automobilový průmysl před významnými výzvami, kterými jsou: čím dál tím více nároční zákazníci, celosvětová konkurence a neustále se zvyšující poptávka po kvalitních produktech. Jednou z možností, jak se s těmito novými okolnostmi vypořádat při přijatelných nákladech, je implementace robotiky, umělé inteligence a automatizace výrobních i logistických procesů.

Zásobování výrobních linek, jehož hlavním úkolem je zabezpečit dostatek dílů pro montáž znamená realizaci řady manipulačních a přepravních operací. Dodávka správných dílů na správné místo je základním předpokladem plynulého toku ve výrobním procesu. Realizace tohoto cíle je možná různým způsobem a různými technickými prostředky v součinnosti s činností operátorů výroby. Vedle trvalé implementace automatizovaných systémů je tak stále využíváno manuální lidské práce. Sladění činnosti automatizovaných systémů s prací operátorů výroby je tak jedním z důležitých úkolů. Nezanedbatelným faktorem je v této souvislosti i problematika bezpečnosti práce. Automatizace navážení dílů z kompletačních míst výrazně zlehčuje celkový proces dopravy dílů ze skladů přímo do výroby a poskytuje zajímavou možnost pro využívání moderních technologií 4.0. Díky tomu se interní logistika stává jedním z nejdynamičtěji se vyvíjejících oblastí logistiky při výrobě automobilů.

Cílem diplomové práce je doporučit systém automatického navážení dílů na výrobní hale M1 ve ŠKODA AUTO a.s., tak aby se zmenšily příčiny poruch v zásobování linek a zamezilo se možnému ohrožení bezpečnosti práce.

Dílním cílem je pak doporučit konkrétní počet nových podjezdových robotů z hlediska jejich časového využití a nákladů na provoz ve srovnání se současnými roboty. Částí práce je i pokus o stanovení počtu nových AGV systémů schopných přepravovat stejné množství dílů včas a ve správném množství na místo určení. Diplomová práce je rozdělena na pět částí včetně závěru. Východiskem praktické části je důkladná analýza současného stavu navážení dílů na montážní linku dveří. Práce je věnována také formulaci kritérií, která musí nový systém navážení splnit. Nedílnou částí práce je i rešerše aktuální situace na trhu několika systémů pro navážení na základě a jejich hodnocení pomocí stanovených kritérií.

# 1 Systémy zásobování výrobních linek

Systémy zásobování výrobních linek jsou důležitou součástí moderní výroby a mohou být realizovány různými způsoby v závislosti na požadavcích daného výrobního procesu. Teoretickým východiskem pro tyto systémy je koncept "lean production" (štíhlá výroba), který zdůrazňuje minimalizaci odpadů a zbytečných činností v rámci výrobního procesu. Dalším teoretickým východiskem pro systémy zásobování výrobních linek jsou vybrané poznatky a zkušenosti jsou například optimalizace skladování a distribuce materiálů, řízení toku materiálů a informací v rámci výrobního procesu.

Jedním z klíčových aspektů štíhlé výroby je just-in-time (JIT) zásobování, které znamená dodání materiálů a součástí do výrobního procesu včas, tedy v momentě, kdy jsou na lince potřebné. Tento koncept minimalizuje zásoby a zlepšuje tok materiálů v rámci výrobního procesu, čímž snižuje náklady a zvyšuje efektivitu.

## 1.1 Podniková logistika

Logistika bývá popisována nejrůznějšími definicemi. Lze však říci, že se logistika zabývá procesem plánování, organizování a řízení toků materiálu stejně tak jako skladováním a poskytováním služeb. Součástí logistiky jsou mimo jiné také komunikační a informační systémy, které podporují cestu k dosažení hlavního cíle logistiky. Tím cílem je snaha o koordinaci potřebného materiálu zákazníkem požadované kvality s přesně daným časem a místem. Současné pojetí logistiky dobře vystihuje popisná definice nadnárodní organizace CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals. [10]

„Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky a skladování zboží, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby tak, aby byly splněny požadavky zákazníka. K typickým řízeným aktivitám patří doprava, správa vozového parku, skladování, manipulace s materiálem, plnění objednávek, návrh logistické sítě, zásoby, plánování nabídky a poptávky a řízení poskytovatelů logistických služeb. V různé míře, logistické funkce zahrnují také vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, balení a kompletace a služby zákazníkům. Je zapojena do všech úrovní plánování

a realizace - strategické, operativní a taktické. Řízení logistiky je integrující funkcí, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, stejně jako se podílí na propojení logistických činností s dalšími funkcemi, včetně marketingu, výroby, prodeje, financí a informačních technologií.

### **1.1.1 Cíle podnikové logistiky**

Hlavním cílem podnikové logistiky je uspokojování zákaznických potřeb, právě zákazníci jsou totiž nejdůležitějším článkem celého logistického řetězce. Hlubší pohled do logistických cílů se zaměřuje především na dvě důležité skutečnosti:

Veškeré cíle podnikové logistiky musejí vycházet ze strategie podniku a pomáhat tak při plnění podnikových cílů. Cíle podnikové logistiky mají za úkol správně zabezpečit veškeré požadavky zákazníků, a to především při celkové minimalizaci nákladů. Mezi hlavní cíle nepatří pouze uspokojování požadavků zákazníka, čehož může být dosaženo například pomocí zkrácení dodacích lhůt společně se zvyšováním kvality zboží, ale také minimalizace nákladů spojených se zásobami, dopravou, skladováním, řízením a v neposlední řadě výrobou. Velmi důležitou součástí je samotné propojení cílů podnikové logistiky s celopodnikovými strategiemi a cíli.

Cíle jako takové lze členit na prioritní a sekundární. Prioritní (vnější a výkonové) cíle mají jako hlavní prioritu požadavky zákazníků a zabezpečení dostání správného materiálu na správné místo ve správný čas. Sekundárními cíli je především snižování nákladů, a to za předpokladu dodržení všech požadavků prioritních (vnějších) cílů. (Gros, 2016) [1]

### **1.1.2 Řízení materiálových toků**

Materiálový tok může být chápán jako pohyb materiálu, informací a finančních zdrojů. Veškerý pohyb je především zajišťován přepravními, manipulačními, skladovými a dalšími technickými prostředky. Hlavním úkolem je pak takové řízení pohybu, aby veškerý materiál, informace nebo finanční zdroje byly dodány v pravý čas, ve správném množství, kvalitě a pořadí na správné místo.

Při plánování takového toku je nutné, abychom velmi detailně znali veškeré vlastnosti materiálů, které budou součástí toku. Je nutné znát vlastnosti, které jsou pro takovýto materiál charakteristické (stav, tvar, velikost, množství) společně s pravidly a podmínkami, nutnými pro manipulaci. Veškerá tato kritéria jsou hlavním důvodem

vytvoření klasifikace materiálu. Klasifikace se provádí především proto, aby bylo možné materiál disponující stejnými nebo podobnými vlastnostmi zařadit do jednotlivých manipulačních skupin. Díky manipulačním skupinám může být využíván pro přepravu různého materiálu podobným typem manipulačních prostředků.

Materiálový tok mimo jiné pracuje i se zásobami podniku. Kontroluje a řídí cesty zásob na místo zpracování společně s prostředky, které manipulaci provádějí. Řízení zásob v podniku je proto jednou z nejdůležitějších činností podniku. Cílem řízení materiálových toků je zajistit pohyb a veškerou manipulaci s materiálem s velkým důrazem na koordinaci pohybů z logistického pohledu, a to především s ohledem na co možná nejvyšší efektivnost spojenou s minimálními provozními náklady.

Velmi důležité je neopomenout skutečnost, že veškerá rozhodnutí spojená s řízením materiálových toků, mají přímý dopad na úroveň zákaznického servisu. Z této skutečnosti plyne přímá návaznost na celkovou konkurenceschopnost celého podniku. V případě, že podnik nebude schopen zajistit bezpečné, efektivní a účinné řízení materiálu, nebude výrobní podnik schopen vyrábět produkty za požadovanou cenu, a to ani v momentě, kdy bude daný produkt poptáván zákazníky. (Gros, 2016) [1]

### **1.1.3 Just in Time**

Jedná se o nejznámější logistickou technologii, která vznikla počátkem 80. let v Japonsku a USA. Později se tato metoda rozšířila i do Evropy. Prvotní myšlenkou technologie Just in Time (dále jen JIT) je uspokojování poptávky po daném materiálu ve výrobě. U hotových výrobků v distribučním řetězci pak jde o dodávání právě včas v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech podle potřeb odbírajícího článku. Stručně lze JIT popsat jako rozšířenou verzi systému Kanban, jelikož propojuje nákup, výrobu a logistiku v podniku.

Technologii JIT lze chápat jako jakousi filosofii řízení výroby spíše než jako konkrétní techniku. Filosofie JIT se především zaměřuje na identifikování a následné odstraňování ztrát, a to ve všech místech výrobního procesu. Nejdůležitějším prvkem řízení je koncepce neustálého zlepšování. Jde tedy o realizaci filosofie řízení materiálového toku založené na principu dostat správný materiál na správné místo, a to ve správný čas. Tato technologie je velmi náročná na zavádění a následné řízení. Musí být výsledkem promyšlených koordinačních a racionalizačních opatření u všech zúčastněných článků, od dodavatele, přes distributory až k odběrateli. Zaměřuje na eliminaci činností, které

nepřidávají hodnotu v rámci celého dodavatelského řetězce, na rozdíl od systému Just in Case, který drží velké pojistné zásoby pro případ neočekávané události. (Gros, 2016) [1]

## **1.2 Koncept Industry 4.0**

V době, kdy je kladen čím dál tím větší důraz na vývoj nových technologií se svět neustále mění. Nové technologie výrazně usnadní a zároveň zoptimalizují výrobu, ale i každodenní fungování nás všech. Počátek 21. století je spojen s globálním růstem používání internetu, chytrých technologií a jejich postupné pronikání hlouběji do všech oblastí lidských činností. Díky inovacím, optimalizacím a efektivnosti vznikají nové možnosti, jak si zajistit konkurenční výhody na současném trhu. Je nutné také změnit zavedené obchodní modely, a to především kvůli neschopnosti uspokojit vzrůstající požadavky náročnějších zákazníků. Masová produkce tak jak je známa již není dostačující. To všechno vedlo k vytvoření konceptu Industry 4.0.

### **1.2.1 Vznik Industry 4.0**

Německá vláda v roce 2006 spustila projekt High Tech strategy, jenž sloužil jako prostředek pro spojení klíčových odborníků za účelem rozvoje nových špičkových technologií. Ze strany německé vlády byly vyčleněny miliony eur ročně na podporu tvorby nových technologií. Hlavním úkolem bylo prohloubit spolupráci mezi průmyslem a vědou se společným cílem neustálého zlepšování podmínek pro další vývoj. Tento projekt měl celkem 10 klíčových projektů, mezi které spadá i koncept Industrie 4.0 (původní název). Tento koncept vznikl díky spojení ideologie vědeckovýzkumných institucí v čele se špičkovými firmami, které úzce spolupracují na hlavní vizi, kterým směrem by se měl průmysl v budoucnu ubírat.

V lednu 2011 byla představena první verze nazvaná Industrie 4.0., která byla dále rozpracována. Samotný název tohoto projektu vychází z pomyslné 4. průmyslové revoluce. V průběhu roku 2013 byla pak představena konečná vize projektu, která měla jako hlavní úkol zabezpečit budoucnost německého průmyslu.

### **1.2.2 Popis funkce Industry 4.0**

Na základě předpokladů správného fungování Industry 4.0. budou muset výrobci budovat více flexibilní výrobní provozy, které budou způsobilé produkovat jak velké,

tak i malé dávky výrobků nakonfigurované na základě složitějších požadavků zákazníků. Takové dávky budou muset být vyrobeny v nejrůznějších modifikacích a v poměrně krátkém výrobním, ale především i dodacím čase.

Projekt Industry 4.0. má 4 hlavní předpoklady, které slouží nejenom k jeho vysvětlení, ale i jako body odlišení od současně zavedené tradiční výroby.

- Vertikální propojení výrobního systému
- Horizontální integrace využívající globálních sítí hodnotového řetězce
- Toková výroba skrz celý hodnotový řetězec
- Výrazné zrychlení pomocí smart technologií

Hlavní ideou Industry 4.0. je tzv. Smart process. To je jedna z největších změn oproti současně zavedené konvenční výrobě. Základní částí koncepce je tvorba tzv. Smart factory (chytrá továrna, jenž by měla být schopna bez problému reagovat na změny poptávky, lépe reagovat na případné poruchy, a především bude schopna vyrábět s maximální efektivitou provozu. Veškeré stroje a lidé spolu budou schopni nejen plnohodnotně komunikovat, ale především spolu budou moci spolupracovat. Strojní zařízení bude schopno samo hlásit vzniklé problémy a přesně definovat chyby. Výrobky vybavené radiofrekvenční identifikací jsou schopny řídit svůj výrobní tok, mají přehled o konkrétních dílech využitých k výrobě nebo montáži. Sám výrobek se tak stane proaktivní součástí výrobního procesu.

Tradiční hodnotový řetězec se tímto mění na úplně nový, zaměřený na chytrou logistiku (smart logistic), chytrou distributorskou síť (smart distribution) využívající chytré budovy (smart buildings). Nově vzniklý koncept 4.0. tak nevidí řetězec jako jednotlivé články, které pracují izolovaně, nýbrž jako komplexně propojený a efektivně pracující celek. Hlavní charakteristikou takového řetězce budou velmi úzké a dobře fungující vazby mezi výrobou, dodavateli a zákazníky. Koncept 4.0 je typický propojením mechanizace, robotiky, automatizace a umělé inteligence. (Koredová, 2016) [2]

### **1.3 Bezpilotní tahače**

Automaticky poháněné bezpilotní vozíky (AGV – Automatic Guided Vehicle) jsou vozíky disponující vlastním pohonem, které jsou plně schopny provádět manipulační úkony s materiálem, a to bez lidské obsluhy. V dnešní době se jedná o jednu z nejvíce

se rozvíjejících odvětví logistiky, a to jak ve velkých výrobních podnicích, tak i v nejrůznějších skladovacích jednotkách.

### 1.3.1 Design a metodologie AGV

Mezi teoretickou a praktickou rovinou je velký rozdíl. Stejně tak je tomu i u designu a metodologie AGV. Praktická rovina se snaží vytvořit více flexibilní a spolehlivý stroj, který půjde jednoduše implementovat do původního systému manipulace s materiálem. Hlavní ideologií praxe je snížit celkové náklady a přinést více benefitů společnosti využívající tyto technologie. Komplexní logický harmonogram však přináší pouze vysoké náklady a poměrně velké riziko. Na druhou stranu teoretická rovina chce navrhnout více vyspělé a silné stroje, které potvrdí a podpoří správnost nově vytvořené technologie. Současný vývoj bezpilotních vozíků se pohybuje v rámci tří hlavních identifikovaných částí (problémů), které provázejí nynější trh s AGV vozíky.

- **Návrh hardwaru AGV**

Vozíky AGV jsou inteligentní automatické stroje, které sdružují využití zvuku, světla, elektřiny a magnetické technologie. Pokud jde o samotnou konstrukci, do které nepočítáme ovládací prvky, patří sem především naváděcí systémy, bezpečnostní systémy a napájení. Samotná podoba AGV tak bude více vyvíjena společně s postupujícím vývojem autonomní technologie a jejího použití pro takovýto stroj. Na základě nových technologií tak musí docházet k razantní změně designu, který se musí podřídit potřebě technologie.

- A) Optimalizace tras AGV (flow path)

Před implementací automatického AGV do reálného provozu výrobního podniku je třeba se zamyslet nad současnou vytížeností komunikací, které má dané AGV využívat pro přepravu materiálu. Díky velkému množství naváděcích systémů lze optimalizování tras AGV (flow path optimisation) rozdělit na dvě základní části, na pevné a volné. Tzv. pevné optimalizování (fixed flow path) lze vysvětlit jako předem jasně stanovený okruh bez možnosti okamžité úpravy trasy na základě okolního prostředí a překážek. Tím lze docílit volného průjezdu bez vznikajících dopravních problémů a blokování komunikací díky překážkám. Na druhou stranu volná optimalizace (open flow path) dává systému AGV možnost výběru adekvátní trasy na základě okolností nastalých během pohybu po dopravních komunikacích.

- B) Alokace zdrojů a komplexní odhad využitelnosti



Předpokládáme, že AGV značně usnadní pohyb materiálu a svým přesným pohybem sníží rizika nečasného dodání, sníží celkové náklady na provoz a výrobu. To všechno se však odvíjí od podotázek, na které často společnosti nabízející nejrůznější AGV neznají odpovědi. Těmi otázkami jsou například: velikost flotily AGV potřebná k zefektivnění provozu, celkový odhad nákladů, konfigurace množství potřebných nabíjecích stanic na základě velikosti flotily AGV atd. To jsou otázky, kterými se současný vývoj příliš nezabývá. (Kutáček, 2019) [11]

### 1.3.2 Typy bezpilotních souprav

Bezpilotní vozíky AGV existují ve velkém množství nejrůznějších modifikací a druhů. Nejjednodušší variantou vozíku AGV je možnost navrhnout takový prototyp, který přesně odpovídá potřebám daného prostředí, kde by byl nasazen. Obecně jde však AGV vozíky rozdělit na čtyři základní typy:

- **Tahače**

AGV tahače jsou využívány především k tahání materiálu. Materiál je přepravován na jednotlivých vozících, kterých může být v jedné soupravě i několik. Počet vozíků v soupravě závisí na rádiu jednotlivých zatáček, kterými musí souprava projíždět a také na nutném množství materiálu, který musí daná tahací souprava najednou přepravit.

Existuje velké množství možností typů vozíků, které může taková souprava přepravovat. Vozíky mohou být jednosměrně určené pro vykládání pouze jedním směrem, mohou být obousměrně orientované. Další typ vozíku je manuálně ovládaný vozík, jehož opakem je dynamický vozík, který je schopen svůj náklad sám vyložit nebo naložit.

V případě dynamického vozíku je třeba vybavit AGV soupravu hydraulickým kompresorem a dopředu počítat s tím, že v takové soupravě není možné jednoduše odpojovat jednotlivé vozíky. Nevýhodou AGV tahače je možnost jet pouze jedním směrem a to dopředu. V takovém případě je při implementaci tohoto typu AGV nutno počítat s tvorbou celkového okruhu, což je velmi nákladné finančně ale také prostorově viz. Obr.1.1.



Obr. 1.1 AGV tahač

Zdroj: [[http://www.ceit-cz.cz/nase\\_reseni/technicke-inovace/](http://www.ceit-cz.cz/nase_reseni/technicke-inovace/)]

- **Paletové vozíky**

Paletové vozíky jsou podobné vozíkům nízkozdvíhým a vysokozdvíhým. Paletové AGV však dokáží automaticky vyměnit materiál, který přepravují. Tyto vozíky je možné nakonfigurovat jako plně bezpilotní AGV, nebo lze využít možnosti manuálního ovládní, které je jednoduše přepnutelné do plně automatického. Velkou výhodou paletového AGV je možnost obousměrného pohybu a to, jak dopředu, tak dozadu.



Obr. 1.2 Paletový vozík

Zdroj: [<https://www.jungheinrich.it/prodotti/carrelli-automatici/sistema-di-trasporto-a-guida-automatica/erc-215a/>]

- **Vozíky pro přepravu manipulačních jednotek**

Tyto vozíky jsou typicky konstruované tak, aby dokázaly přepravit více manipulačních jednotek najednou. Takovéto typy vozíků mohou být dovybaveny nejrůznějšími druhy dopravníků a doplňujících korobotů. Nejjednodušší variantou dodatečně doplněného dopravníku je tzv. spádový dopravník, který je schopen provést výměnu materiálu pouze pomocí gravitace.

- **Podjezdové vozíky**

Podjezdové vozíky jsou ve většině případů vybaveny speciální nástavbou, která disponuje zvedacím modulem. Takový modul se může zvedat celý nebo pouze z části (např. výsuvný čep na zajištění vozíku). V takovém případě je veškerý materiál přepravován přímo v původním vozíku, který je ze spodní strany zdvižen podjezdovým vozíkem a celý přepraven na předem určené místo.



Obr. 1.3 Podjezdový vozík AVG

Zdroj: [<https://www.asseco-ceit.com/cz/agv-system/podbihaci-mobilni-roboty/>]

Největší výhodou podjezdových vozíků je možnost pohybu do obou směrů, tj. jak dopředu, tak dozadu. Další výhodou takového typu AGV jsou menší náklady na přípravu implementace díky možnosti materiál přepravovat v původních vozících.

### 1.3.3 Možnosti navádění

Další možností, jak je možné klasifikovat do podskupin jednotlivé typy bezpilotních vozíků, jsou použité navigační technologie. Samotné navádění má pro vozík tři hlavní úkoly, které musí splňovat za každých podmínek a to: vozík musí vědět kde se nachází, musí vědět kam má pokračovat v případě, že v jeho cestě není překážka, která by vozík nutila změnit neplánovaně směr a v neposlední řadě, co je potřeba udělat, aby celou předem nadefinovanou trasu absolvoval bez zpoždění a dorazil ve správný čas na správné místo.

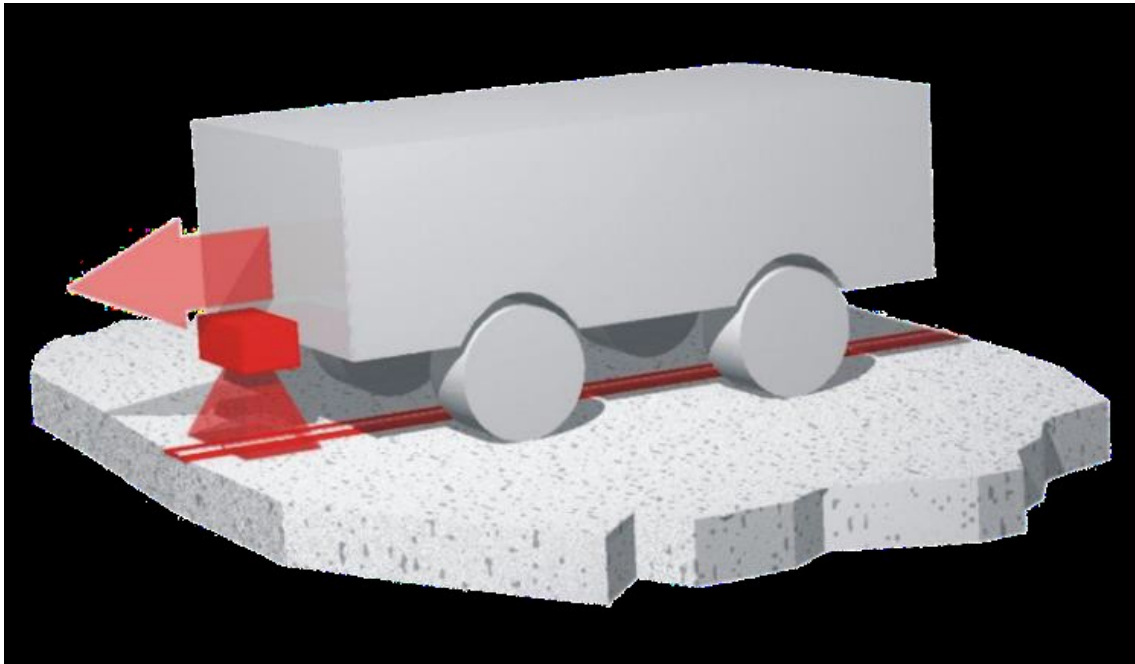
AGV vozíky se pohybují v rámci jakési pevně vytvořené souřadnicové sítě, která představuje například výrobní halu nebo sklad. Souřadnicový systém je umístěn na samotném vozíku AGV, a to nejčastěji v těžišti, popřípadě ve středu jedné z náprav. Nutno však podotknout, že tento systém popisuje pouze pohyb ve vztahu k vozíku. Pevná souřadnicová síť je také nazývána jako globální souřadnicový systém, který začíná u stropní konstrukce výrobní haly anebo v jednom z jejích rohů. Bepilotní vozíky jsou pak provozovány výhradně v nadefinované oblasti výše zmíněného globálního systému.

Naváděcí technologie může být rozdělena do čtyř základních skupin, které je možné dále dělit do jednotlivých podskupin. Základní navádění může být tedy rozděleno na systém s řídicími prvky umístěnými na podlaze, systém s řídicími prvky umístěnými v podlaze, systém laserové navigace a satelitní navigace GPS. Do systému s řídicími prvky na podlaze můžeme zařadit tzv. aktivní a pasivní indukční navigaci společně s magnetickou navigací. Další možností navigace AGV je samonaváděcí systém. V následujících podkapitolách budou vysvětleny všechny výše zmíněné systémy. (Kutáček, 2019) [11]

- **Optická navigace**

Systém optické navigace sleduje barevný pás nalepený na podlaze, reflexní nátěr nebo reflexní vrstvu. Barevný pás musí být jasně rozpoznatelný od okolní podlahy. Optický snímač umístěný v přední části bezpilotního vozíku, využívající tuto navigaci, používá speciální algoritmy detekce hran, pomocí kterých dochází k výpočtu vodících signálů pro řídicí motor. Díky moderní technologii, je AGV vybavené tímto systémem, schopné sledovat dokonce i barevný pás, který jeví velké známky poškození. Optická navigace patří mezi nejlevnější a zároveň nejdostupnější typ navigace. Vodící pásy jsou snadno

rozpoznatelné a je možné po nich bez problémů přejíždět. V případě porušení vodícího pásu je jeho případná oprava a přelepení technicky i finančně nenáročná. To stejné platí i v případě implementace změn nebo úplně nových tras.



Obr. 1.4 Optická navigace

Zdroj: [[https://www.goetting-agv.com/dateien/artikelbilder/logo\\_optisch.png](https://www.goetting-agv.com/dateien/artikelbilder/logo_optisch.png)]

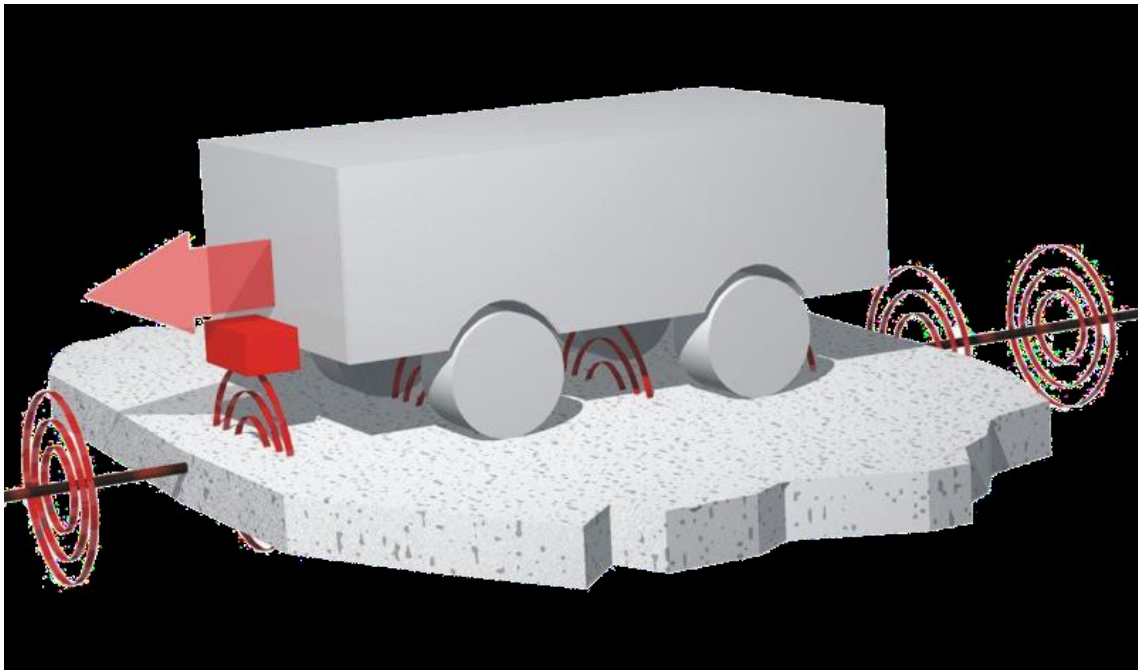
- **Pasivní indukční navigace**

Pasivní indukční navigace používá pro navigování kovový pás o šířce 5 až 10 cm, který je položen na podlaze. Na spodní straně AGV je umístěn speciální snímač, napojený na řídicí motor, který je vybavený dvěma až třemi senzory snímající magnetické pole. Takovýto snímač dokáže detekovat kovový pás a reaguje na změny magnetického pole řídicím motorem. Pro správné fungování tohoto systému je třeba zajistit, aby se čtecí vzdálenost mezi senzorem a vodícím kovovým pásem pohybovala v rozmezí 10 až 30 mm.

- **Aktivní indukční navigace**

Aktivní indukční navigace využívá vodič, kterým je veden elektrický proud. Takový vodič je umístěn přímo v podlaze. Uspořádání je pak rozděleno na několik samostatných částí, které mají vlastní zapínání. Na spodní straně AGV jsou umístěny dvě magnetické cívky, které jsou vůči sobě v kolmé poloze. Elektrický proud, který protéká vodičem v podlaze, vytváří na obou cívkách rozdílné napětí a tento rozdíl je měřítelem odchylky vozíku od vodící stopy. Tato odchylka je vyrovnávána negativní

zpětnou vazbou řídicího motoru. K pokynům vozíku tak dochází pomocí změn jednotlivých frekvencí střídavého proudu.



Obr. 1.5 Indukční navigace

Zdroj: [<https://www.goetting-agv.com/components/inductive/introduction>]

Na rozdíl od optické navigace je u aktivní indukční navigace vodící pás umístěn přímo do podlahy, čímž dochází k eliminaci vznikajícího poškození vlivem pohybu ostatní přepravní technologie. Velkou výhodou aktivní indukční navigace je také možnost přímého nabíjení vozíku AGV pomocí elektromagnetické indukce. Mezi hlavní nevýhody však patří mnohem náročnější příprava a implementace změn jednotlivých tras a s tím i spojené vyšší náklady.

- **Magnetická navigace**

Při využití magnetické navigace není vozík AGV veden pomocí vodících pásů, ale pomocí jednotlivých značek (tagů) umístěných přímo v podlaze. Tyto značky slouží pro určení přesné polohy AGV. Značky jsou tvořeny magnetickými válci umístěnými v řadě za sebou nebo v síti. Díky magnetické navigaci lze dosáhnout velké přesnosti pohybu, která záleží na hustotě umístění a vzdálenosti jednotlivých magnetů. Tyto magnety jsou snímány magnetickými senzory umístěnými na podvozku AGV. Data nasnímaná ze značek jsou posléze vyhodnocena procesorem, který dokáže určit polohu vozíku. Stejně

tak jako u aktivní indukční navigace, nedochází k přímému poškození magnetických značek vlivem užívání okolní technologie, a to především díky umístění značek přímo do podlahy. Nutno podotknout, že tento typ navigace je poměrně finančně nákladný.

- **Laserová navigace**

Stejně tak jako u magnetické navigace se v případě navigace laserové jedná o tzv. volnou navigaci. Tento druh navigace funguje na principu laserové triangulace. Na jednotlivých sloupech a stěnách jsou umístěny laserové senzory. Vozík samotný je vybaven přijímačem, vysílačem a speciálním rotujícím zrcátkem. Pomocí vysílače vysílá laserový paprsek, který je vychylován rotujícím zrcátkem. Poloha zrcátka udává vzdálenost a úhel od senzoru. Takovýto modul dokáže provést šest otoček během jedné sekundy. Jednotlivé trasy jsou uloženy v počítači vozíku AGV a mohou být vytvářeny pomocí příslušného softwaru. Také provádění změn tras je v případě laserové navigace velmi jednoduché. Tento systém navigování je velmi přesný a flexibilní.

- **Samonaváděcí systém**

Samonaváděcí systém je formou navigace, která kombinuje průběžně aktualizovanou polohu AGV společně s výpočty polohy budoucí. Současná poloha AGV je určena laserovým paprskem, který se odráží od speciálních reflexních značek, které jsou umístěny v prostoru, kde se AGV vybavené tímto systémem navigace pohybuje. Tento systém je brán jako ten nejjednodušší z hlediska přípravy trasy jízdy. Příprava samotná však musí být provedena s velkou precizností. Samotné zařízení AGV musí mít velmi dobré anti kolizní systémy. V případě neplánované překážky je tento systém schopen vypočítat alternativní trasy a upravit tak trasu současnou. (Kutáček, 2019) [11]

### **1.3.4 Bezpečnostní systém**

Naprosto neopomenutelnou součástí každého typu AGV musí být bezpečnostní systém. Ten musí být navržen tak, aby nemohlo dojít při provozu k jakémukoliv ohrožení nebo dokonce ke zranění ostatních zaměstnanců. Většina AGV je tak proto vybavena kombinací pasivních nárazníků společně s aktivním laserovým zařízením. 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. Pasivní nárazník ze stlačitelného materiálu, který je vybaven integrovaným senzorem funguje v podstatě obdobně. Jediným rozdílem je, že zařízení zastaví při bezprostředním kontaktu s překážkou. Díky nasazení AGV může v provozu dojít k radikálnímu snížení úrazů způsobených manipulační technikou. Bezpečnost bezpilotních vozíků AGV je ve Spojených státech amerických upraven normou ANSI B56.5 a v Evropě normou EN 1525.



Obr. 1.6 Bezpečnostní systém AGV

Zdroj: [<https://www.youtube.com/watch?v=7PZGVZcirFE>]

### 1.3.5 Autonomní bezpilotní tahače

Automatizace speciálně v rámci interní logistiky je v dnešní době velkým tématem jako pro velké tak pro malé společnosti. Hlavním tématem je otázka proč využívat lidské zdroje na přesun a pohyb materiálu, když může být tato manipulace provedena automaticky a lidský zdroj, ušetřený přesunu materiálu, může být využit v jiných oblastech se zaměřením na důležitější aktivity, pro které je důležitý lidský faktor. Donedávna byly tradiční automatictí roboti AGV jedinou možností, jak provádět interní přesun materiálu. AGV roboti jsou známým zařízením ve velkých instalacích, kde je potřeba opakované, konzistentní dodávky materiálu a kde lze tolerovat velké počáteční náklady a relativně dlouhou návratnost investic (ROI). Dnes jsou ale tradiční roboti AGV postaveni v souboj s více sofistikovanou, flexibilní a nákladově výhodnější technologií autonomních mobilních robotů (AMR – autonomous mobile robot). Jak



roboti AGV, tak roboti AMR sdílejí stejné poslání v přesunu materiálu, avšak tím jejich podobnost končí.

- **Pevně dané trasy VS inteligentní navigace**

Standardní robot AGV disponuje minimální inteligencí a dokáže víceméně slepě následovat předem naprogramované instrukce. Pro navigaci potřebuje jeden z výše popsaných navigačních systémů, v rámci jejichž použití je nutné provádět nákladné úpravy okolního prostředí a v neposlední řadě hrozí narušení produkce. Robot AGV je schopen následovat pouze předem připravenou trasu a není tak schopen reagovat a přizpůsobit svou trasu na náhle vzniklé překážky. Překážku v cestě dokáže detekovat, ale již není schopen se s takovouto překážkou vypořádat jinak, než pouhým zastavením a čekáním, než je překážka odstraněna. Také změny takto vytvořených tras bývá nákladné, zdlouhavé a omezující pro okolní provoz.

Na druhou stranu, robot AMR používá k navigaci uměle vytvořenou nebo předem nahanou mapu do svého softwaru. Tuto vlastnost lze jednoduše přirovnat k situaci, kdy si uživatel GPS navigace nahrává do svého přístroje mapu. V momentě, kdy je známa adresa bodu A i adresa bodu B, je navigace schopna sama vytvořit nejprímější a nejrychlejší přípustnou trasu na základě dvou bodů na mapě. Přesně na tomto principu funguje navigace robotů AMR, které jako výchozí body pro svou navigaci využívají místo nakládky a vykládky materiálu. AMR robot využívá data z kamer, zabudovaných senzorů a laserových skenerů, společně se sofistikovaným softwarem, který mu umožní detekovat své bezprostřední okolí a na základě těchto informací zvolit nejideálnější trasu. To vše se děje plně autonomně a v případě, kdy se před AMR robotem vyskytne jakákoliv překážka, je schopen na tuto skutečnost reagovat a upravit svou trasu tak, aby se bezpečně vyhnul. Díky této klíčové funkci dochází k autonomní optimalizaci materiálového toku za použití autonomie.

Na rozdíl od klasického robota AGV, který je odkázán na jednu konkrétní dráhu, jsou roboti AMR schopni vykonávat nespočet různých tras. AMR totiž využívá jako hlavní podnět pro úkol tzv. mise. AMR roboti pak mohou mít nakonfigurovaných několik misí a v momentě, kdy dojde k vznesení požadavku na vykonání některé z misí, software najde robota, který je nejbližší a tomu zadá danou misi. V případě, kdy je tento fleet robotů dobře nastaven, nemusí žádný z pracovníků koordinovat jednotlivé roboty a může se tak věnovat své práci.

I přes to, že robot AMR obsahuje mnohem složitější a komplexnější technologii než AGV, bývá typicky méně nákladným řešením. Nepotřebuje žádné kabely, magnetické pásky ani žádné další úpravy okolního prostředí. I díky jednoduchosti a ovladatelnosti AMR robotů je jejich implementace velmi efektivní a má tak prakticky okamžitý odraz na produktivitě práce, v tomto případě v produktivitě manipulace s materiálem.

## **1.4 Autonomie v logistice**

Autonomie pohybu není pro svět logistiky žádnou novinkou. V poměrně velkém rozsahu je již využívána řadu let ve vyspělých skladovacích a výrobních prostorech, kde je pomocí autonomie zajišťován plně nebo částečně automatizovaný rozvoz materiálu. Pravděpodobně největším tématem v oblasti autonomie je vývoj vozidla schopného autonomní jízdy, a to nejen ve světě užitkových vozidel. Již dnes je možné potkat na silnicích první prototypy. Nutno podotknout, že největší úsilí v této oblasti je momentálně vyvíjeno směrem k vytvoření nezbytného legislativního rámce. Zatím nejvýznamnější krok k vytvoření správné legislativy byl učiněn v květnu 2014, kdy došlo k doplnění Vídeňské úmluvy o silničním provozu. Bylo vytvořeno ustanovení, podle něhož jsou autonomní systémy použité pro řízení vozidla přípustné jen v případě, že je může řidič kdykoliv deaktivovat.

V některých velkoskladech je již autonomní přeprava používána společně s asistovanou přepravou. Průběžně dochází ke zdokonalování zaváděním nové technologie v oblasti navigace a situační analýzy. Nejmodernější systémy využívají kombinaci laserů a hloubkových kamer umístěných na vozidle. Kamery společně s lasery snímají kompletní prostor v okolí vozidla a na základě nasnímaných snímků tvoří prostorovou mapu použitou pro následnou navigaci. Díky tomu je možné, aby autonomní vozidla ve skladech nejen přepravovala materiál a zboží, ale aby také obstarala jeho nakládání a vykládání, čímž dochází ke zvýšení efektivity celkového procesu. Nejflexibilnější řešení je pak propojení s objednávkovým systémem.

Autonomní venkovní logistika představuje nejrůznější provozy a prostory, jako jsou přístaviště, letištní provozy, nebo venkovní skladovací úložiště. Všechny tyto plochy však představují stejné vlastnosti uzavřeného a jasně definovaného prostoru, v rámci kterého lze většinu situací dopředu předvídat na rozdíl od veřejných komunikací. Využití autonomních vozidel je zde teď mnohem méně technicky náročné a s tím je i spojena nižší část nákladů.

### 1.4.1 Autonomie pohybu

Naprosto prvním autonomním vozidlem, které bylo schopno pohybu a navigace bez přičinění lidského faktoru se stal již v roce 1500 Da Vinciho vrtulový vozík. Tento vozík byl navržen tak, aby byl schopen samostatného pohybu, aniž by byl tlačěn nebo táhnut. Samotné řízení tohoto vozíku bylo možné přednastavit tak, aby sám následoval předem stanovenou trasu. Nejenom že je toto vozidlo bráno historií jako první robot, zároveň se také jedná o první v lehkém slova smyslu autonomní vozidlo.

Dalším neméně důležitým milníkem ve vývojové historii autonomie pohybu se stalo torpédo navržené Robertem Whiteheadem v roce 1868. Toto torpédo bylo schopné samostatného pohybu pod hladinou moře, a to až do vzdálenosti několika set metrů. Mimo jiné bylo schopné samo udržovat správnou hloubku ponoru. Podobně jako vrtulový vozík od Da Vinciho, sloužilo toto zařízení jako odrazový můstek pro vývoj autonomního pohybu.

V roce 1977 byl v Japonsku vypuštěn do testovacího provozu první prototyp osobního vozu, který byl schopen řídit sám sebe. Jednalo se o prototyp od společnosti Tsukuba Mechanical Engineering, který byl schopen rozpoznávat jednotlivé ulice díky dvěma snímacím kamerám umístěným na střeše vozidla, a to dokonce při rychlosti 20 mil za hodinu.

Výzkumné rameno ministerstva obrany Spojených států amerických (DARPA) se v roce 2004 stalo sponzorem několika výzkumných pokusů, které významně posunuly vývoj autonomní technologie pohybu. Hlavní ideologií pokusů byla soutěž pro vozidla vybavená určitým samonaváděcím systémem, která měla urazit 150 mil přes poušť. Výsledkem pokusu sice bylo celkové selhání všech zúčastněných, avšak tento pokus poukázal na velké množství příležitostí pro budoucí vývoj. Druhé kolo pokusů, které proběhlo v roce 2007 již bylo mnohem více úspěšné a ze zúčastněných vozů tento 60 mílový závod hned 4 dokončily.

Zatím nejvýznamnější krok ve vývoji a samotné aplikaci autonomního pohybu u vozidel, učinila v roce 2015 americká společnost Tesla. Ta přišla na trh s tzv. režimem “autopilot”, který sám řídil vůz při jízdě na dálnicích a rychlostních silnicích.

(Wired, online) [8]

## 2 Identifikace příčin poruch v zásobování linek a možných ohrožení bezpečnosti práce

Identifikace příčin poruch v zásobování linek lze považovat za proces složený z několika kroků.

- **Sběr dat a informací o poruše**

Získání dostatečných dat a informací o poruše. To může zahrnovat sběr informací o výrobním procesu, použitých zařízeních a materiálech, pracovních postupech a řídicích systémech. Tyto informace lze získat pomocí různých zdrojů, jako jsou například záznamy o výrobě, výkazy pracovníků, výkazy strojů, senzory a monitorovací systémy.

- **Analýza dat a identifikace příčin**

Po sběru dat a informací je třeba provést analýzu těchto dat a identifikovat příčiny poruchy. To může zahrnovat použití statistických nástrojů pro analýzu dat a procesů, jako je analýza příčinných diagramů, analýza vlivu a účinku, a další.

- **Stanovení priorit**

Po identifikaci příčin poruchy je třeba určit, které příčiny jsou nejvýznamnější a které je třeba řešit nejdříve. To může zahrnovat stanovení priorit na základě rizikového hodnocení, zvažování nákladů a dopadu řešení, nebo jiných faktorů.

- **Navržení a implementace řešení**

Po stanovení priorit je třeba navrhnout a implementovat řešení pro identifikované příčiny poruchy. To může zahrnovat úpravy v procesu, vylepšení použitých zařízení, změny pracovních postupů, změny řídicích systémů a další opatření.

- **Monitorování a kontrola**

Po implementaci řešení je důležité monitorovat a kontrolovat výsledky, aby se ověřilo, že problém byl řešen účinně. To může zahrnovat sledování výrobních procesů a použitých zařízení, měření výkonnosti a kvality produktů, a další.

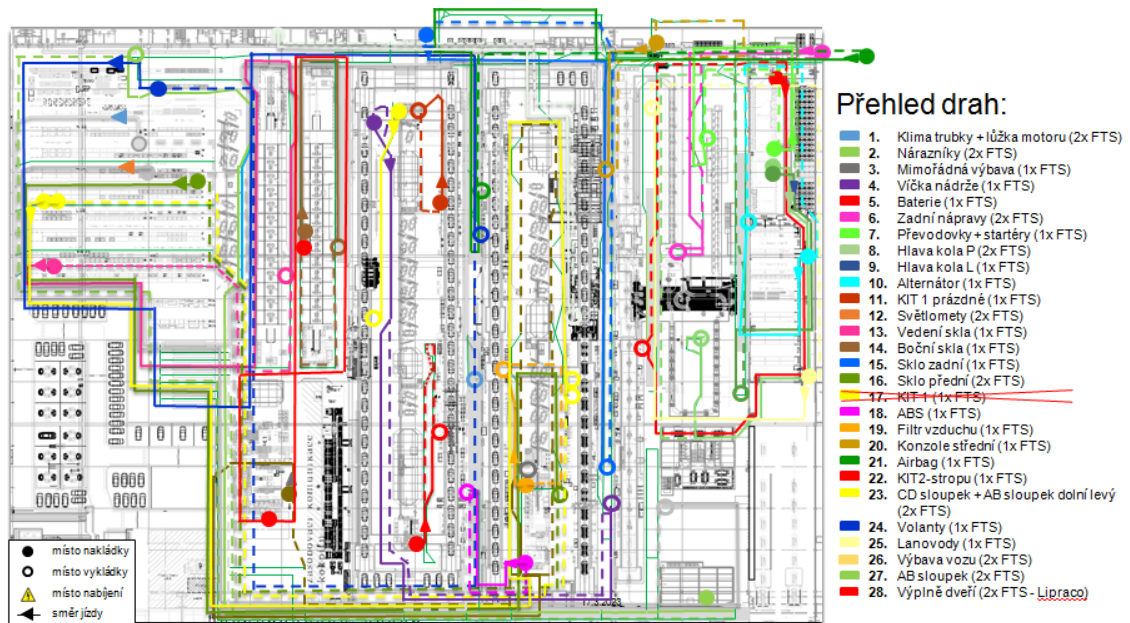
Celý proces identifikace příčin poruch v zásobování linek je založen na pravidelné kontrole a analýze procesů, aby se minimalizovaly poruchy a zajistila maximální účinnost a produktivita výrobního procesu.

## 2.1 Popis současné situace

Analýza současného stavu zásobování linek je omezena na navážení sekvenčních dílů ze skladů na výrobní linku na výrobní hale M1 v hlavním závodě v Mladé Boleslavi. V současné době sjíždí z linek v tomto závodě více než 7 modelů značky ŠKODA. Součástí mladoboleslavského závodu je montážní linka na hale M1, kde se v současné době vyrábí modely Fabia, Kamiq, Scala.

Na výrobní hale M1 sídlí také technický servis logistiky. Ten zajišťuje především implementaci nových technologií a optimalizaci stávajících logistických procesů, dohledové a servisní činnosti, automatické manipulační techniky, systémovou podporu materiálového hospodářství a mimo jiné také činnosti důležité při náběžích nových projektů a modelů na svařovně a na montáži.

Jednou z hlavních činností technického servisu logistiky MB II je podpora autonomních vozíků a souprav, kterých je v provozu na celé hale více než 54 na 27 drahách. Tyto vozíky AGV zavážejí výrobní linku těmito díly: klima trubky společně s lůžkem motoru, nárazníky, mimořádná výbava, víčka nádrže, baterie, zadní nápravy, převodovky, hlavy kol a lebra, alternátor, světlomety, vedení skel, boční skla, přední skla, ABS, filtr vzduchu, střední konzole, airbag, CD a AB sloupky, volanty, lanovody a dva kity. Každý vozík AGV má jako svou součást speciálně upravený vozík pro konkrétní materiál. Takovéto soupravy jsou schopné převážet ze skladů požadovaný materiál na výrobní linku, kde může být vyložen manuálně, nebo pomocí pneumatických C-rámů automaticky.



Obr. 2.1 Celkový přehled drah haly M1, autonomní tahače

Zdroj: [interní materiál Škoda Auto, a.s.]

Celý proces navážení začíná v momentě, kdy je na místě vychystávání (sekvenční pracoviště) daný materiál připraven do speciální sekvenční palety podle sekvenčního výlepu, jak za sebou jedou jednotlivé vozy na výrobní lince. Takto připravená paleta je poté umístěna do prostoru pro vychystané vozíky. Po příjezdu odpovídající soupravy AGV, musí nejdříve pracovník sekvenčního pracoviště odpojit prázdný vozík (v případě, že se nejedná o pneumatický C-rám, proběhne výměna automaticky). Poté připojí vozík plný a vozík AGV stisknutím tlačítka odešle na nabíjecí stanoviště. Zde AGV čeká na impuls od řídicího systému nebo od dálkového ovladače, který je umístěn na montážní lince u daného materiálu. V případě, že se jedná o vozík s pneumatickým C-rámem, proběhne výměna prázdné palety za plnou automaticky, stejně tak jako samotný odjezd vozíku AGV. Po vykonání předem zadané trasy dorazí souprava na přesně určené místo u výrobní linky, kde opět dochází k výměně prázdné palety od linky za plnou, a to buď manuálně pracovníkem výroby, nebo automaticky. V případě, že se nejedná o soupravu s automatickým C-rámem musí opět pracovník výroby po výměně palet vozík AGV odeslat zpět do skladu stisknutím tlačítka.

## **2.2 AGV od společnosti CEIT a.s.**

V současné době všechny výše zmíněné sekvenční díly zavážejí roboti od společnosti CEIT a.s. Tato slovenská soukromá společnost se sídlem v Žilině působí na evropském trhu již od roku 1998. Zaměřují se především na automobilový, strojírenský, elektrotechnický a spotřební průmysl a momentálně patří k lídrům v Industry 4.0.

Společnost ŠKODA AUTO a.s. má na výrobní hale M1 od této společnosti celkem 54 AGV vozíků ve třech základních typech provedení. Podjezdový modul CEIT 1300 AF-BD, tahač CEIT 1300A a tahač CEIT 2000A.

Všechny tři typy AGV vozíků od společnosti CEIT a.s. plní funkci tažného přepravního motorového zařízení bez řidiče, určeného na přepravu dynamických nástaveb, dynamických stolů nebo mobilních dopravníků. Tato zařízení jezdí po předem určených drahách běžně definovaných magnetickou páskou, kde se standardně řídí příkazy z RFID tagů, popřípadě také z nadřazeného řídicího systému. Zdrojem energie jsou akumulátory, které je třeba během dne průběžně nabíjet na nabíjecích stanicích. Nabíjení se uskutečňuje automaticky v průběhu zastávek soupravy mezi jednotlivými jízdami na daném okruhu, nebo manuálně připojením bateriového konektoru k nabíječce.

### **2.2.1 Typy AGV využívaných ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.**

V současné době lze v sortimentu AGV od společnosti CEIT a.s. využívaných v rámci ŠKODA AUTO a.s. najít 3 typy AGV a to CEIT 1300 AF-BD, CEIT 1300A a CEIT 2000A. Všechny tři typy využívají stejný navigační systém tj. magnetickou navigaci. Mimo jiné jsou všechny propojené se sítí ŠKODA a dokážou tak reagovat na okolní prostředí, v rámci kterého se pohybují. Dále v této kapitole budou všechny tyto typy obecně popsány.

- **AGV CEIT 1300 AF-BD**

Podjezdový typ AGV s maximální nosností 1300 kg. Tento typ AGV zvládá jízdu do obou směrů, tj. vpřed i vzad a je určený jen k provozu na průmyslových litých podlahách ve výrobní hale. Není však schopen otočit se na jednom místě. Dokáže se pohybovat maximální rychlostí 1 m/s. (CEIT) [4]



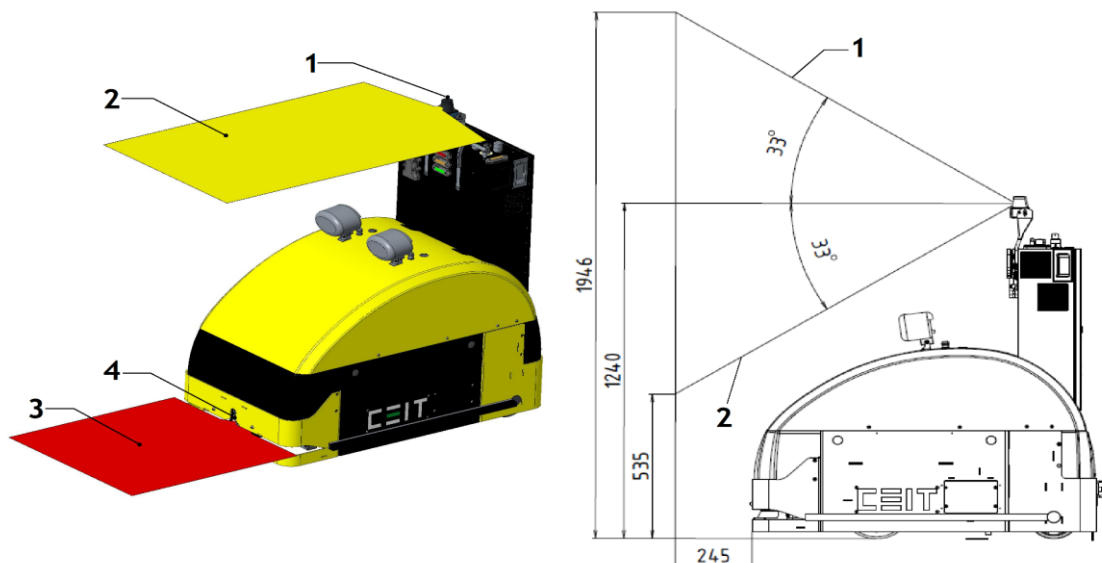
Obr. 2.1 AGV CEIT 1300 AF-BD

Zdroj: [<https://www.5dimensions.sk/portfolio/agv-produktove-vizualizacie/>]

- **AGV CEIT 1300L - A a AGV CEIT 2000A**

Typ AGV tahač s maximální nosností 1300 kg a 2000 kg. Obě tyto varianty zvládají pouze jízdu jedním směrem tj. dopředu a stejně jako podjezdové AGV jsou určeny pouze k provozu na průmyslových litých podlahách. Nejčastěji tyto typy AGV fungují jako soupravy s více než jedním vozíkem. Maximální rychlost pohybu je 1m/s.





Obr. 2.2 vlevo - umístění přídavného skeneru (1), zóna snímaná přídavným skenerem (2), bezpečnostní skener (4), zóna snímaná bezpečnostním skenerem (3); vpravo - možné rozmezí nastavení úhlu paprsku přídavného skeneru a určení výše paprsku ve vzdálenosti 245 mm od čela tahače, (1) - max horní poloha, (2) - max dolní poloha

Zdroj: Interní materiál fa. CEIT a.s.



Obr. 2.3 AGV CEIT 1300 L - A, 2000A

Zdroj: [<https://www.5dimensions.sk/portfolio/agv-produktove-vizualizacie/>]

Provoz AVG v minulém roce od společnosti CEIT a.s. měl jedno velké omezení, které značně komplikovalo provoz na výrobní hale. AGV od společnosti CEIT a.s. bylo schopné změnit své rozhodnutí pouze 9x v rámci jedné trasy. Celkově měl robot čtyři možnosti, které se mohly různě kombinovat. Tyto možnosti jsou pak rozděleny na:

- Možnost A – odbočení vlevo
- Možnost C – odbočení vpravo
- Možnost D – čekání na přesun materiálu (nakládka / vykládka)
- Možnost B – změna trasy stejného materiálu

V dnešní době tyto čtyři možnosti je schopen robot kombinovat neomezeně po úpravě software v rámci jedné trasy což činí jeho pohyb značně lepší vzhledem k potřebnému množství změny směru jízdy v průběhu navážení. (Škoda Auto) [3]

### **2.2.2 Funkčnost AVG**

- **Pohon**

Pohon nového AGV musí být elektrický napájený bateriemi, u kterých je možné průběžné nabíjení. Důležitou roli u pohonu hraje umístění hnané nápravy. Hnaná kola musí mít být dostatečně velká na to, aby byl AGV vozík schopen přejíždět bez sebemenších problémů přejezdy skidových dopravníků, drobné nerovnosti na vozovce, kolejnice podjezdových modulů u linky agregátu a další možné překážky. Velkou výhodou je volný přístup ke kolům pro případ výměny.

- **Způsob navádění**

Naváděcí technologie je volná. Současnou snahou však je držet se jistého vývojového trendu a pokud možno eliminovat navádění pomocí magnetické pásky a indukčního navádění. Oba tyto způsoby navigace jsou sice velmi přesné, avšak jsou s nimi spojeny vysoké náklady na údržbu a dochází k silnému opotřebení. Mimo jiné také takovýto způsob navigace neumožňuje v současné době splňovat potřebnou variabilitu a flexibilitu.

- **Způsob řízení**

Je vyžadován komplexní řídicí systém, v rámci kterého bude možné operativně měnit a přizpůsobovat jednotlivé trasy a pohyb samotných AGV. Nedílnou součástí

takovéhoto řídicího systému pak také musí být software poskytující monitoring jednotlivých vozíků. Je také velmi důležité, aby řídicí systém byl schopen komunikovat se sítí ŠKODA AUTO a.s., která řídí všechny ostatní stroje, přejezdy, roboty atp. Dále je potřeba manuální řízení pro případnou manipulaci s AGV vozíkem v rámci servisu nebo oprav.

- **Tažná síla/nosnost**

Minimální tažná síla musí být alespoň 200 kg. Čím vyšší však maximální tažná síla bude, tím více využitelné dané AGV bude v provozu. V současné době jsou využívány AGV s tažnou silou od 1300 kg do 2000 kg. U maximální nosnosti jsou požadované nároky stejné jako u tažné síly.

- **Pojezd**

Samozřejmostí je pojezd AGV směrem vpřed. Současně využívaná technologie není schopná vykonávat zároveň i pojezd vzad, proto bude AGV, které je schopné vykonávat pojezd všemi směry (tj. vpřed i vzad), více využitelné.

- **Otáčení**

U AGV tahače je důležitý poloměr otáčení, konkrétně pak čím menší tím lepší. Kvůli úzkým ulicím mezi výrobní linkou je potřeba aby AGV bylo schopné vykonat otočku na cca 4 až 5 m. U podjezdového modulu se předpokládá schopnost otočit se na místě.

- **Rychlost**

Požadovaná rychlost pohybu AGV je alespoň 1 m/s. Rychlost však musí být snadno regulovatelná z důvodu velkého množství křižovatek a překážek a také velmi hustého provozu chodců a ostatní techniky zavázející výrobní linku.

- **Moduly**

V rámci samotného pohybu je potřeba, aby AGV splňovala několik pod bodů nutných pro bezpečný pohyb. Důležitá je přítomnost a kompatibilita skeneru pro sledování nárazu, přítomnost a kompatibilita modulu pro komunikaci s řídicím systémem a následný monitoring pro komunikaci s protipožárním systémem (EPS). Neméně důležitá je schopnost automatické překládky nákladu, která je úzce spojena se schopností přesného zastavení. (CEIT) [4]

- **Reakce a komunikace s jiným zařízením**

Reakce na zařízení (např. VZV) a komunikace s technologiemi ve ŠKODA AUTO a.s. (semafor, závora, požární systém EPS). V prostoru, kde se budou AGV pohybovat je velké množství jiné techniky a robotů a je tak nesmírně důležité, aby nová technologie byla schopna komunikovat se svým okolím.

- **Baterie a nabíjení**

Samotná baterie má volné parametry, je však nutné aby měla výdrž alespoň 8 hodin (jedna směna) a možnost průběžného dobíjení. Velmi důležitým kritériem je údržba baterie. V tomto případě bude upřednostňována technologie využívající bezúdržbové baterie.

- **Bezpečnost**

Z hlediska bezpečnosti je důležité, aby AGV disponovalo víceúrovňovým bezpečnostním skenerem pohybu. Jak již bylo zmíněno, v prostoru, kde se bude AGV pohybovat je velmi hustý provoz s velkým množstvím potenciálních překážek, na které musí být vozík schopen správně a bezpečně reagovat. Další bezpečnostní výbavou musí být akustický model schopný přehrávat hudbu, popřípadě zvukově signalizovat svou přítomnost. Pro případ krizové situace musí být AGV vybaveno nouzovým tlačítkem zastavení. Pro případnou eliminaci rizik a kolizí je důležitou otázkou možnost dodatečné montáže statického čelního modrého světla (tímto světlem jsou vybavena ostatní motorizovaná a pohyblivá vozidla v prostoru, kde se AGV bude pohybovat).

- **Dodatečná výbava**

U dodatečné výbavy se jedná především o možnost rozšíření funkce AGV vozíku například o hydraulický nebo pneumatický modul pro obsluhu automatických dynamických C-rámů. Mimo jiné se jedná o nabídku případných ko-robotů, kterými jde dané AGV dovybavit.

- **Servis a servisní služby**

Jedním z nejdůležitějších kritérií netechnického rázu pro samotné chování AGV vozíku je možnost servisního zastoupení v České republice. Tato podmínka slouží jako nástroj pro eliminaci vysokých servisních nákladů spojených s transportem servisního

personálu společně se samotnými přepravními náklady. Komunikace v českém jazyce také značně usnadní obsluhu robotů a umožní značné rozšíření množství proškoleného personálu pro obsluhu AGV nebo pro operativní řešení případných krizových situací. Plnění výše vysvětlených kritérií bude hodnoceno pomocí jednoduché bodové škály od 1 do 5 bodů podle toho, jak moc je dané AGV schopné vyhovět požadavkům.

### **2.2.3 Podmínky pro správné fungování AGV od společnosti CEIT a.s.**

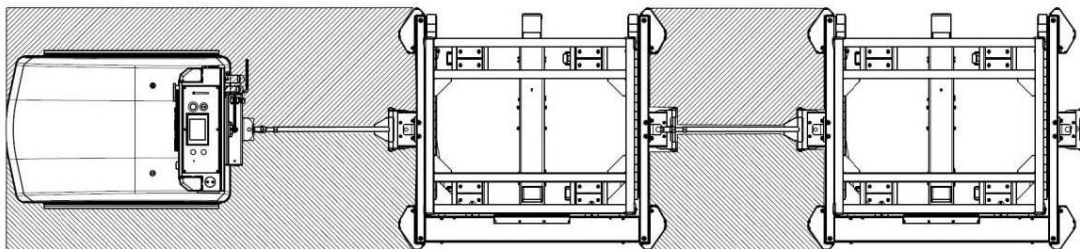
Pro zajištění spolehlivého fungování zařízení je potřeba správně navrhnout a naprogramovat jednotlivé okruhy. Správné naprogramování okruhů (rychlosti jízdy v jednotlivých úsecích, možnosti pracovních úkonů) musí být vždy konzultováno s výrobcem. Všechny okruhy také musí být správně zakresleny do layoutu. AGV od společnosti CEIT a.s. se v okolním prostoru orientuje pomocí magnetické pásky a RFID tagů, ve kterých jsou naprogramované jednotlivé příkazy, které jsou požadovány od zařízení v provozu.

Magnetická páska, která se lepí na podlahu, musí být umístěna na podklad očištěný od veškerých nečistot. Minimální rádius, ve kterém může být magnetická páska nalepena je 1,5 metru. RFID tagy musí být umístěny po pravé straně magnetické pásky ve směru jízdy, a to maximálně ve vzdálenosti 100 mm. Jednotlivé příkazy uložené v RFID tagách jsou následující:

- Stop (čeká na manuální spuštění)
- Stop (časový limit)
- Zpomalení
- Zrychlení
- Automatické nabíjení (čeká na manuální spuštění)
- Automatické nabíjení (časový limit)
- Variantní dráhy
- Směr jízdy v křižovatce
- Aktivace a deaktivace dálkového ovládání
- Změna směru
- Překládka

Pro správné fungování AGV musí veškerý personál pohybující se v okolí dodržovat určitá pravidla. Chodci nesmí vstupovat do dráhy vozíku jinak vozík zastaví a jeho opětovné rozjetí nastane až po 15 vteřinách, kdy se před bezpečnostním skenerem nenachází žádná překážka. Chodci nesmí vstupovat mezi jednotlivé vozíky zapřáhnuté za vozíkem AGV. V tomto prostoru nejsou žádné bezpečnostní skenery a souprava by tak v případě překážky nezastavila a hrozí tak vznik úrazu. Dojde-li k neplánovanému zastavení soupravy, musí personál kontaktovat urychleně obsluhu AGV. Stejně tak jako chodci, ani cyklisté nesmějí vjíždět do dráhy soupravy. Při jakémkoliv křížení dráhy neplatí přednost zprava, jelikož vozíky AGV mají vždy přednost. Cyklista se nesmí v žádném případě držet nebo přidržovat soupravy. (CEIT) [4]

V blízkosti zařízení se nachází tzv. nechráněná zóna (vyznačena šrafováním na obrázku 2.5) do které je zakázáno vstupovat nebo vkládat jakékoliv předměty, když je zařízení v pohybu. To stejné platí i pro případ kdy souprava není v pohybu. V případě, kdy se v zakázané zóně nachází personál nebo nějaký předmět, nesmí být souprava uvedena do provozu.



Obr. 2.4 Nechráněná zóna

Zdroj: [Interní materiály ŠKODA AUTO a.s.]

#### 2.2.4 Ostatní specifika provozu na hale M1

Z důvodu velmi vysoké koncentrace pohybu velkého množství techniky v prostorách výrobní haly M1 je třeba dodržovat a počítat s nespočtem dodatečných nepsaných pravidel a specifík provozu. Nejvytíženějšími částmi komunikací jsou veškeré křižovatky. V prostoru celé výrobní haly jsou po obou stranách komunikace chodníky vyhrazené pro pěší nutno však počítat s pohybem osob i mimo tento vyhrazený prostor. Kromě chodců se zde pohybuje i velké množství pracovníků na jízdních kolech.

Veškerý materiál, k jehož transportu nejsou využívány AGV vozíky je na výrobní linku zavážen tahači, které přepravují v jistých případech i pět za sebou zapojených vozíků a potřebují proto poměrně hodně prostoru. Také se zde pohybují tahače zavážející drobný materiál v KLT boxech. Materiál zavážený od místa složení putuje také do skladů. V tomto případě je dopravován pomocí vysokozdvížných vozíků.

Kromě veškeré techniky, která se volně pohybuje v rámci výrobní haly M1 je zde také velké množství úzkých míst na komunikacích způsobených například napojením montážní linky dveří na linku výrobní (cca 16 metrů zabrané komunikace). Úzká místa také vznikají v prostoru kolem „svatby“ (místo, kde dochází ke spojení podvozku s karoserií). V tomto konkrétním místě se nachází i automatický robot na montáž podvozku (robot Kuka), toto místo je v dnešní době chápáno jako jedno z nejužších na montážní lince, a to především kvůli malému počtu dílů dopravovaných pomocí podjezdového AGV. Toto AGV tak v okolí montážního místa nesmí v žádném případě nic zdržet jinak hrozí vznik neplánovaných prostoje.

V procesu výrobní linky se nacházejí místa, kde skidové dopravníky s montovanými vozy křížují běžnou komunikaci. Tyto přejezdy jsou vybaveny bezpečnostním systémem a závorami. I toto místo je velmi rizikové z pohledu potenciálního způsobení neplánovaného prostoje. Všechny tyto aspekty je tak třeba brát v potaz při uvažování využití nové technologie k navážení dílů na montážní linku.

### **3 Návrhy na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce**

V návrhu na zvýšení spolehlivosti systému zásobování a úrovně bezpečnosti práce jsou formulována opatření, která mají podle zadání práce minimalizovat rizika spojená s činnostmi v oblasti realizace materiálových toků a zajištění bezpečnosti pracovníků. Patří k nim například kontrola kvality materiálů a komponent, ochrana proti požárům, monitorování prostředí, pravidelné školení v bezpečnosti, plánování řešení nouzových situací a trvalý postup zlepšování jejich úrovně. Jde zejména o:

- Pravidelnou údržbu a kontrolu zařízení jsou klíčovou podmínkou pro zajištění spolehlivého zásobování a bezpečnosti práce.

- Zajištění kontinuity zásobování je důležité mít k dispozici záložní zdroje energie. Například, pokud dojde k výpadku elektrického proudu, mohou být záložní generátory v provozu a zajistit, že kritické systémy budou stále fungovat.
- Trvale pravidelná bezpečnostní školení a vzdělávání zaměstnanců o nebezpečích, která mohou nastat při práci se zařízeními. Nezbytné je i vybavení zaměstnanců ochrannými pomůckami a dovednostmi zvládat předepsané bezpečnostní postupy.
- Monitorování a analýzu dat pro zajištění spolehlivosti zásobovacího systému a bezpečnosti práce. Vyčerpávající sběr dat a jejich soustavná analýza mohou pomoci identifikovat v předstihu potenciální problémy a umožnit včasné zásahy.
- Zálohování dat a dokumentace jsou důležité pro zajištění kontinuity zásobování a bezpečnosti práce. Všechna data a dokumentace by měla být zálohována a ukládána na bezpečném místě.
- Modernizaci zařízení, která může pomoci zvýšit spolehlivost systému zásobování a zlepšit bezpečnost práce. Nová zařízení jsou většinou vybavena nejnovějšími bezpečnostními funkcemi už při jejich konstrukci mohou být mnohem spolehlivější než zařízení starší.
- Vytvoření scénářů pro rychlé a efektivní řešení možných kritických situací. Měli by být vypracovány plány na řešení různých situací, jako jsou například výpadky elektrického proudu, poruchy zařízení nebo přerušení dodávek. Tyto plány by měly obsahovat jasná opatření a standardní postupy, která umožní minimalizaci rizik pro pracovníky a minimalizaci škod na majetku a materiálech.
- Kontrolu kvality všech používaných komponent a materiálů včetně jejich důkladného testování a ověřování.
- Zajištění požární bezpečnosti, která patří k nezbytným a povinným souborům opatření pro zabránění ohrožení zdraví a eliminaci hmotných škod. Pracoviště musí být vybavena požárními detektory, hasicími přístroji a plány evakuace.
- Monitorování pracovního prostředí, např. prašnosti, plyných exhalací, přijatelné teploty ovzduší apod. je třeba připojit. Souhrn těchto faktorů může mít vliv nejen na zdraví a výkonnost pracovníků, ale i na výkon a spolehlivost strojního zařízení je důležité pro zajištění bezpečnosti pracovníků a spolehlivosti zásobovacího systému.



### **3.1 Technologie na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce ve strojovém zařízení**

Ve výrobní logistice na montážní hale M1 ve ŠKODA AUTO, a.s. je stále pro mnoho komponent potřeba zásobovat linky pomocí elektrických tahačů LTX s připojenými vozíky či e-rámy řízenými fyzickými osobami jak z důvodu původního layoutu nejstarší haly ve firmě, tak z hlediska způsobu nakládání komponent ve skladech a vykládání na konkrétních stanovištích na výrobních linkách. V posledních letech se na některých provozech ve firmě začaly nahrazovat manuálně řízené elektrické tahače LTX autonomními tahači FTS CEIT 1300L-AR a autonomním logistickým systémem FTS CEIT 1200F z důvodu úspory prostoru na komunikacích montážních linek, bezpečnosti práce, tak z důvodu převedení pracovníků na sofistikovanější práci.

#### **3.1.1 Charakteristika současně používaného strojového zařízení**

- **elektrický tahač LTX 70**

Moderní tahač od společnosti STILL dokáže rychle a spolehlivě odtáhnout až 8 tun na určené místo – jak uvnitř budov, tak venku. O bezpečné najíždění na rampy a bezstarostné vystupování se stará automatická parkovací brzda: aktivuje se, jakmile se vozík zastaví. Ukazatel sklonu (STILL Ramp Indicator) řidiče neustále informuje o aktuálním stoupání nebo klesání. Posadit se do vozíku je velmi pohodlné nejen díky nízké stupačce: sedadlo řidiče používané i ve vysokozdvizných vozících se pyšní vynikajícím pérováním a tlumením, zatímco prostorné místo pro nohy nabízí dostatek komfortu. Ekologická LED světla pro denní svícení s dlouhou životností vozík neustále zviditelňují, což výrazně zvyšuje bezpečnost práce. Rozmanité nasazení, například jako inteligentní tažná souprava v zásobování výroby.



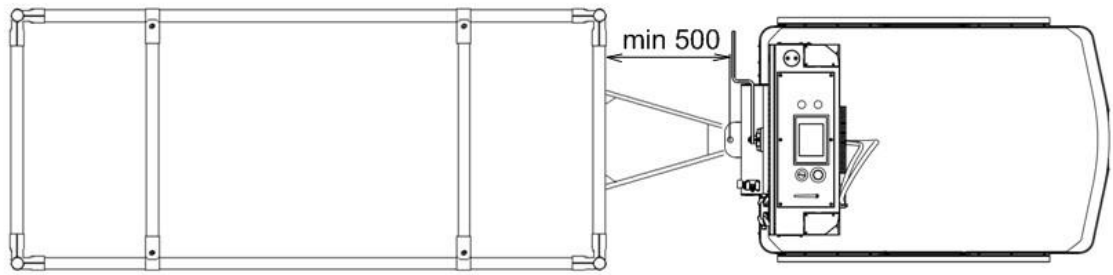
Obr. 3.1 Elektrický tahač LTX 70

Zdroj: vlastní zpracování.

- **autonomní logistický tahač FTS CEIT 1300L-AR**

Autonomní logistický tahač FTS CEIT 1300L-AR (dále jen zařízení, strojní zařízení, tahač) je zařízení, které plní funkci tažného přepravního motorového tahače bez řidiče na tahání vagonů, mobilních dopravníků a manipulace periferií. Zařízení jezdí po předem určené dráze (standardně definované magnetickou páskou) na níž se standardně řídí příkazy z RFID tagů, případně i z nadřazeného řídicího systému. Zdrojem energie jsou akumulátory, které je nutné během provozu nabíjet na nabíjecí stanici (volitelná součást zařízení). Nabíjení probíhá automaticky během zastávek mezi jednotlivými jízdami na daném okruhu nebo manuálně připojením bateriového konektoru k nabíječce.

Za zařízení lze připojit vagóny s maximální šířkou odpovídající nastavení skeneru s minimální délkou táhla 500 mm a se všemi řízenými nápravami pro sledování stopy tahače. Pokud mají tažené vagóny neřízené nápravy, je třeba jejich vhodnost konzultovat s výrobcem tahače. Vagony tažené tahačem musí být vybaveny táhlem, které schválil výrobce tahače. Poloměr zatáčení uvedený v Tab. 3.1 platí jen pro samotný tahač, minimální poloměr zatáčení pro soupravu je třeba určit individuálně, v závislosti na typu vagónů v soupravě.



Obr. 3.1 Zapojení soupravy za tahačem

Zdroj: [Interní materiál fa. CEIT]

Maximální celková hmotnost vagonů i s nákladem nesmí být vyšší než maximální přípustná hmotnost přívěsu uvedená na výrobním štítku zařízení a současně nesmí být překročena maximální tažná síla zařízení.

Tab. 3.1 Základní informace o zařízení

Název zařízení:	Autonomní logistický tahač
Typ zařízení:	FTS CEIT 1300L-AR
Typ pohonu:	trakční jednotka s řízením směru
Směr jízdy:	vpřed
Rychlost s dyn. skenerem s proměnlivými zónami monitorovaného prostoru: 0 – 1,3 m/s	
Rychlost se skenerem bez proměnlivých zón monitorovaného prostoru: 0 – 1,3 m/s (opce)	
Nejmenší poloměr otáčení:	1,1 m
Otáčení na místě:	Ne
Standardní metoda vedení:	Magnetická páska
Typ magnetické pásky:	50 mm
Max. přípustné přerušení mag. pásky	500 mm
Orientace na dráze:	RFID tagy (frekvence 13,56 MHz)
Umístění RFID tagů:	100 mm od středu mag. pásky
Hmotnost:	330 kg
Max. hmotnost přívěsu s nákladem:	1300 kg
Max. celková hmotnost (tahač + vagóny + náklad):	1630 kg
Typ povrchu na jízdní trase:	Průmyslové lité podlahy
Hodnota příčného sklonu povrchu vzhledem k dráze tahače: max 0 ± 2%	
Hodnota podélného sklonu povrchu:	0 ± 2%, větší sklon po schválení výrobcem
Velikost překážky / prohlubně:	max 5 mm / max 5 mm
Provozní použití:	Ve vnitřním prostředí bez nebezpečných vlivů
Provozní teplota:	5°C — 50°C
Provozní vlhkost:	30% - 80% bez kondenzace
Počet baterií:	3 x 12 V DC
Typ baterií:	NexSys 12XFC158 (trakční gelové)
Barva zařízení:	žluto - černá

Zdroj: [Interní materiál fa. CEIT]

Použití zařízení na jiný účel je zakázáno, výrobce nenes v takovém případě odpovědnost za zařízení, stejně ani za škody, které zařízení při takovém použití může způsobit. Škoda na zařízení, která vznikne z takového zakázaného použití, nebude uznána v rámci záruční opravy. Rovněž je zakázáno se zařízením manipulovat a ovládat jej jiným způsobem, než je uveden v tomto návodu k použití.

Strojní zařízení musí obsluhovat jediné osoby starší 18 let, které byly vyškoleny podle tohoto návodu na použití a příslušných návodů k použití a jejich dodatků, včetně

zařízení a neúplného zařízení uvedených v příloze o čemž musí být vyhotoven písemný doklad ze strany provozovatele. Zařízení je obsluhováno jednou osobou. Obsluha zařízení několika osobami současně je zakázána.

V případě použití zařízení pro jiný účel, než je uveden výše, ztratí provozovatel nárok na záruku na zařízení! Výrobce zároveň za takové použití zařízení nepřebírá žádnou odpovědnost.

Zařízení není určeno pro přepravu osob. Stát v zařízení a vstupovat za chodu do zařízení je zakázáno. Stoupat a stát na rámu zařízení a jeho dalších částech je zakázáno.

Používání zařízení ve venkovním prostředí a v prostředí s nebezpečnými vlivy je zakázáno! (CEIT )

### **3.1.2 Charakteristika navrhovaného strojového zařízení**

- **Autonomní logistický systém FTS CEIT 1200F**

(dále jen stroj, zařízení, systém) je zařízení, které plní funkci tažného přepravního motorového zařízení bez řidiče pro převoz dynamických nástaveb, dynamických stolů, mobilních dopravníků nebo manipulace periferií. Řídící systém založený na programovatelném automatu (PLC - Programmable Logic Controller). PLC zajišťuje sběr a zpracování dat ze senzorů a řídí akční prvky, jako jsou motory, ventily a další. Díky tomu je možné řídit pohyb vozíků a dalších zařízení v rámci logistického systému a zabezpečit bezpečné a efektivní provoz. Zařízení jezdí po předem určené dráze (standardně definované konturami), na které se standardně řídí příkazy z nadřazeného řídicího systému apod. Zdrojem energie jsou akumulátory, které je nutno během provozu nabíjet na nabíjecí stanici. Nabíjení se provádí automaticky během zastávek mezi jednotlivými jízdami na daném okruhu nebo manuálně připojením bateriového konektoru k nabíječce. V zařízení je rovněž dodán hydraulický systém, který zajišťuje funkci zdvižné části zařízení systému.

Na systému může být umístěna nástavba na nesení nákladu nebo připojený dynamický dopravník (dynamický stůl). Hmotnost nástavby nebo dopravníku spolu s nákladem nesmí přesáhnout hmotnost uvedenou jako maximální v Tab. 3.2. Maximální šířka nákladu, včetně nástavby nebo dopravníku, nesmí přesahovat šířku zóny bezpečnostního skeneru! Zařízení je určeno pouze pro přepravu nákladu na nástavbě nebo dopravníku umístěném nad zařízením. Není dovoleno připojovat dopravníky za zařízení.

Maximální celková hmotnost vozidla i s nákladem nesmí být vyšší než maximální povolená hmotnost přívěsu uvedená na výrobním štítku zařízení a současně nesmí být překročena maximální tažná síla zařízení. (CEIT) [4]

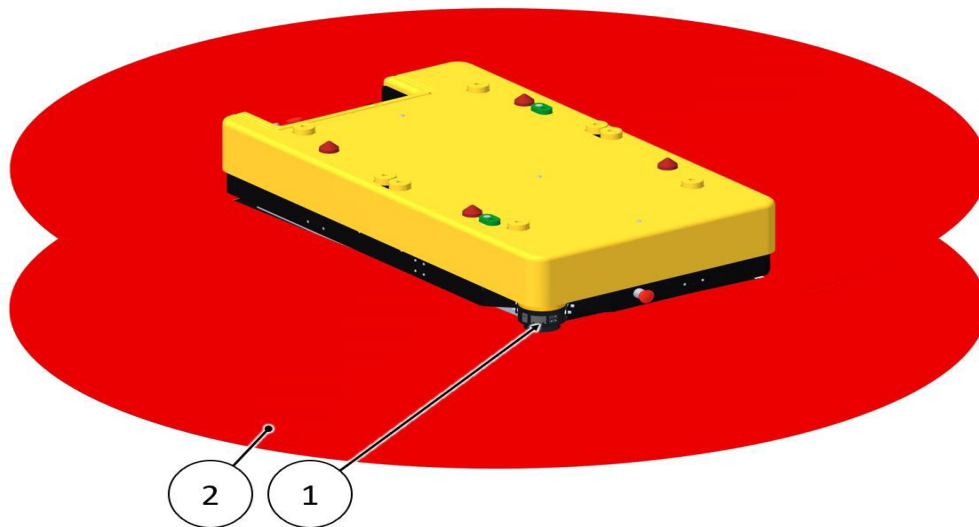
Tab. 3.2 Základní informace o zařízení

Název zařízení:	Autonomní logistický systém
Typ zařízení:	FTS CEIT 1200F
Typ pohonu:	Kuželočelní převodovka s BLDC pohonem
Směr jízdy:	Vpřed, Vzad
Rychlost při dynam. skeneru s proměnlivými zónami monitorovaného prostoru:	0–1,3 m/s
Poloměr otáčení na místě:	0,7 m
Otáčení na místě:	ano
Standardní metoda vedení:	Konturová navigace
Hmotnost:	270 kg
Max. hmotnost přívěsu s nákladem nebo neseného nákladu:	1200 kg
Max. celková hmotnost (systém + nástavba / stůl + náklad):	1470 kg
Typ povrchu na jízdní trase:	Průmyslové lité podlahy, leštěný beton
Hodnota příčného sklonu povrchu vzhledem ke dráze systému:	max $0 \pm 1$ %
Hodnota podélného sklonu povrchu:	$0 \pm 1$ %, větší sklon po schválení výrobcem
Velikost překážky / prohlubně:	max. 5 mm / max. 5 mm
Provozní použití:	Ve vnitřním prostředí
Provozní teplota:	5–40 °C
Provozní vlhkost:	30–80 % bez kondenzace
Počet baterií:	4x 12 V DC
Typ baterií:	PowerBrick LiFePO4 (lithium-iontové)
Barva zařízení:	žlutě–černá

Zdroj: [Interní materiál fa. CEIT]

V obou rozích zařízení systému je namontován skener konturové navigace, který snímá oblast před systémem, obr. 3.2. Na zařízení musí být nastavené minimální zóny skeneru. Šířka zóny skeneru musí být nastavena na maximální šířku soupravy a je nutno počítat i s bezpečnostním přídatkem k šířce soupravy. Pokud nejširší částí soupravy je systém, potom je tato zóna nastavena minimálně na šířku systému, a je také nutné počítat

i s bezpečnostním přídatkem k šifce systému.



Obr. 3.2 Bezpečnostní skener (1), Zóna snímaná bezpečnostním skenerem (2)

Zdroj: [Interní materiál fa. CEIT]

- **Mobile Industrial Robots ApS**

Dánská společnost Mobile Industrial Robots se sídlem v Odense, specializující se na spolupracující roboty, nabízí pět různých variant autonomních AGV vozíků. Jejich hlavním odvětvím je sektor zdravotnictví společně s průmyslovou logistikou. Nabídku této společnosti lze rozdělit do tří hlavních skupin. První skupinou jsou tzv. podjezdové moduly momentálně dostupné ve třech váhových kategoriích, a to s nosností 100 kg, 200 kg a nejnovější varianta s nosností 500 kg (MiR100, MiR200 a MiR500). Druhou skupinou jsou vozíky tažné (vybavené robotickým ramenem – MiRHook) s tažnou nosností 100 kg a 200 kg. V neposlední řadě společnost nabízí několik rozšíření pro své produkty jako je například nabíječka, zdvihové moduly, speciální nástavce pro zdvih a transport standardních europalet a mnoho dalších.



Obr. 3.3 MiR100-200 podjezdový

Zdroj: [<https://www.mobile-industrial-robots.com/en/products/mir200/>]

Hnací náprava je vždy u všech výše zmíněných modelů umístěna uprostřed a je vybavena pevnými pogumovanými koly s dobrými trakčními vlastnostmi. Maximální rychlost, kterou se AGV vozíky mohou pohybovat je 1,1 m/s při pohybu vpřed a 0,3 m/s při pohybu vzad. Jako řídicí systém používá pro řízení svých robotů a celého logistického procesu vlastní softwarovou platformu MiR AI. Tento systém je založen na umělé inteligenci a strojovém učení a umožňuje robotům MiR plánovat své trasy, vyhýbat se překážkám a přizpůsobovat se dynamicky měnícím se prostředím. Platforma MiR AI také umožňuje integraci s různými senzory a dalšími periferiemi, což umožňuje robotům MiR řešit různé logistické úlohy v různých prostředích. K navigaci využívá společnost MiR virtuální tagy umístěné v předem naskenované a v paměti robota umístěné mapě. Na plně nabitou baterii je čas pohybu vyčíslen na 10 hodin nebo 15 ujetých kilometrů.

Vozíky jsou vybaveny dvojicí (v případě tažného modulu s ramenem trojicí) 3D kamer, schopných detekovat překážku v rozmezí 50 mm až 500 mm od podlahy. Mimo jiné



jsou vybaveny bezpečnostními skenery SICK pro 360° vizuální ochranu v bezprostředním okolí robota. Po obvodu je umístěna světelná signalizace pro vizuální znázornění přítomnosti vozíku v prostoru.

V případě největšího nabízeného podjezdového modulu MiR500 je maximální rychlost v rozmezí 1,2 m/s až 2 m/s. Přesnost umístění robota na danou pozici je zde pouze +5 mm. Na plnou baterii je tento model kvůli větší velikosti schopen pohybu 8 hodin. Jelikož se jedná o nejnovější model představený společností Mobile Industrial Robots ApS, je tento model vybaven větším množstvím bezpečnostních systémů než v předešlých modelech od této společnosti. Nově vozík disponuje pěti bezpečnostními funkcemi podle normy ISO 13849-1. Pro případ rychlého zastavení je vybaven čtyřmi bezpečnostními tlačítky. 2 skenery SICK zajišťují zastavení v případě náhlého výskytu překážky v cestě. Stejně tak jako ostatní modely, i MiR500 je vybaven dvojicí 3D kamer, které dokáží zaznamenávat pohyb ve vzdálenosti 950 mm a to až do výšky 1700 mm. Nově oproti ostatním modelům je tento AGV vozík vybaven osmi sensory detekujícími přiblížení, a to po celém obvodu robota. Pro případ světelné vizualizace robota je vybaven čtyřmi indikátory pohybu a celkem osmi signálními světly (dvě na každém rohu). Společnost Mobile Industrial Robotics ApS má české zastoupení, a to v rámci společnosti Amtech s.r.o. (MiR, online) [7]

- **Kivnon**

Španělská společnost Kivnon má v současné době ve své nabídce dva typy vozíků AGV a to podjezdové (jednosměrné a obousměrné) a tahače. Je však důležité zmínit, že i podjezdové moduly umí fungovat zároveň jako tahač. Z kategorie podjezdových nabízí 3 varianty. AGV Kivnon K05 Twister je nejmenším z nabídky. Jedná se o podjezdový modul s nosností do 400 kg a tažnou silou do 1000 kg. Výhodou tohoto zástupce je schopnost otočit se na místě okolo své osy. Druhým modelem je AGV Kivnon K10 ONE-WAY. Jednosměrný podjezdový modul s maximální tažnou silou do 3000 kg (bez možnosti fungování jako čistě podjezdový modul). Posledním zástupcem z kategorie podjezdových je AGV Kivnon K11 TWO-WAY. Tento model stejně jako Kivnon K10 disponuje tažnou silou do 3000 kg, avšak na rozdíl od předchozího modelu je Kivnon K11 schopen obousměrného pohybu. Systém Kivnon používá pro řízení svých mobilních robotů a celého logistického procesu vlastní softwarovou platformu Kivnon OS. Tento systém je založen na technologii ROS (Robot Operating System) a umožňuje robotům Kivnon plánovat své trasy, navigovat, vyhýbat se překážkám a interagovat s ostatními roboty a zařízeními v logistickém prostoru.

Kivnon OS také umožňuje integraci s různými senzory a dalšími periferiemi, což umožňuje robotům Kivnon řešit různé logistické úlohy v různých prostředích. Díky tomu lze logistický proces automatizovat a zefektivnit, což přináší výhody jako rychlost, spolehlivost a snížení nákladů na pracovní sílu. Jako navigační systém využívá společnost Kivnon magnetickou pásku ve spojení s mapovací navigací. Velkou výhodou je možnost rychlé implementace a správy jednotlivých tras bez nutnosti využívání externího servisu nebo AGV specialistů. V současné době společnost nabízí chytrou aplikaci pro telefony, v rámci které je bezproblémově možné spravovat jednotlivé trasy a tagy. Díky důmyslnému systému nabíjení je možný nepřetržitý provoz. V případě nutnosti je výměna baterie jako celku velmi snadná a přístupná ze strany AGV vozíku. Druhou kategorií AGV, kterou nabízí společnost Kivnon jsou tahače (traktory). V této kategorii nabízí společnost dva zástupce, a to Kivnon K32 a Kivnon K20. Oba dva AGV traktory jsou schopny cyklicky opakovat předem zadané trasy, a přitom komunikovat s ostatními vozíky a pracovníky. Kivnon K32 má tažnou sílu do 2000 kg a Kivnon K20 má tažnou sílu až do 6000 kg. Na rozdíl od podjezdových modulů jsou tažné traktory schopny vést v soupravě více vozíků v řadě. Stejně jako společnost MiR nabízí společnosti Kivnon české zastoupení, a to u společnosti Systechgroup s.r.o. (Kivnon, online) [6]



Obr. 3.4 AGV od společnosti Kivnon

Zdroj: [<https://blog.tuttocarrellielevatori.it/13656/cls-intralogistica-italia-kivnon/>]

- **EK Automation GmbH**

Německá společnost EK Automation se sídlem v Nenndorfu nabízí nespočet variant a možností z oboru autonomního pohybu, a to od vysokozdvížných vozíků přes AGV až po manévrovací zařízení upravená přesně podle požadavků zákazníka.

Společnost používá pro řízení svých mobilních robotů a dalších zařízení vlastní řídicí a plánovací software s názvem EK/B1. Tento software je založen na technologii ROS (Robot Operating System) a umožňuje robotům plánovat trasy, vyhýbat se překážkám, detekovat a reagovat na změny v prostředí a interagovat s lidmi a dalšími roboty. EK/B1 dále umožňuje vytvářet a plánovat úlohy, sledovat stav zařízení a robotů, vytvářet a generovat zprávy a informace o stavu logistického procesu a nabízí také různé možnosti vizualizace a sledování dat. Díky tomu je možné v reálném čase sledovat a optimalizovat logistické procesy, což přináší výhody jako zvýšení produktivity, rychlosti a spolehlivosti, a to v různých průmyslových odvětvích. Toto AGV je plně přizpůsobitelné požadavkům prostoru, ve kterém se má pohybovat. Disponuje zabudovaným zvedacím mechanismem, který dokáže přepravovat náklad až do hmotnosti 500 kg. Navigační systém je plně variabilní a je možné AGV vybavit jakýmkoliv navigačním systémem jako je např. magnetická navigace nebo navigace obrysová. Všechny navigační systémy je u společnosti EK automation také možné nakombinovat přesně podle požadavků.

Díky průběžnému nabíjení je dojezd prakticky neomezený. Všechny modely jsou vybaveny velkým množstvím bezpečnostních prvků. Hlavním prvkem bezpečnosti jsou skenery SICK, které brání střetu s potenciální překážkou. Rychlost, kterou se tento typ dokáže pohybovat je až 1,7 m/s a kromě standardního pojezdu vpřed a vzad, je schopný pohybovat se i do stran. Velkou výhodou tohoto modelu je, mimo jiné nízká výška pouhých 340 mm, čímž je značně zjednodušeno umístování materiálu na tento vozík. Mladším sourozencem typu Custom move je typ Fast move. Tento AGV vozík vytváří zcela novou výkonnostní třídu v dopravní robotice. Nejmenší provedení tohoto robota je pouhých 13 cm, díky čemuž je mimořádně flexibilní. Jako jediný z výše popsaných AGV, je tento typ schopen pohybu do jakéhokoliv směru což z něj společně s nízkou výškou činí nejflexibilnějšího zástupce. Maximální nosná hmotnost je až 2000 kg. Maximální rychlost pohybu je pak až 2 m/s. Celkem společnost nabízí tři různé varianty plošin od výšky 130 mm do výšky 200 mm, čtyři konfigurace pohonu a více než

11 dodatkových zařízení, kterými jde typ Fast move dovybavit. V rámci dodatkových zařízení pro manipulaci s nákladem se jedná například o zdvihový stůl, který je schopen zdvihu až do výšky 500 mm. Mimo jiné je také možné vybavit AGV různými válečkovými dopravníky, výsuvnými hroty a řetězovými dopravníky. Podjezdový modul je vybaven několika bezpečnostními tlačítky náhlého zastavení. Jako bezpečnostní prvek slouží také barevné podsvícení, které je po celém obvodu 56 modulu Fast move. Velkou výhodou společnosti EK Automation je české zastoupení. (EK Automation, online) [5]



Obr. 3.5 AGV Custom move

Zdroj: [<https://ek-automation.com/fahrzeuge/custom-move/>]

### **3.2 Návrh na zvýšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce ve strojovém zařízení**

Na hale M1 jsou tři montážní linky, kde hlavní montážní linka je umístěna ve středu haly, zabírá větší část prostoru haly a je převážně zavážena elektrickými tahači LTX s přívěsnými vozíky, c-rámy a e-rámy, další dvě linky jsou menšího rozsahu, kde jedna linka slouží k montáži výplně dveří a druhá k montáži motorů. Tyto menší linky jsou

střídavě zaváženy, jak elektrickými tahači LTX, tak autonomními logistickými tahači, které začínají postupně převažovat.

Pro návrh na zlepšení spolehlivosti zásobovacího systému a úrovně bezpečnosti práce jsem si vybral montážní linku dveří, kde je potřeba mít přísun jednotlivých komponentů v pravidelných intervalech s maximální bezpečností. Vše se nachází v prostoru, který rozděluje ulice č. U1A na dvě části a který je ohraničen ulicemi s označením č. U10, U1B. Tyto ulice byly původně navrženy na zásobování pomocí tahačů s přivěsnými vozíky či c-rámy průjezdné v jednom směru, tak aby se nezdržovalo zásobování dalšího tahače s jinými komponenty. Touto formou bylo zásobování linky plánováno na cca. 1200 ks vyrobených dveří za jednu osmi hodinovou směnu, dnes se při plné odvolávce aut tj. (440 ks) vyrobí za jednu směnu cca. 1760 ks dveří.

Při dnešním systému plánování výroby je potřeba brát v úvahu několik faktorů, jako je rychlost linky nastavené na rychlosti a množství výrobních operátorů na lince, tak na rychlosti zásobování linky komponenty v potřebném množství ze skladu a vše s tím spojené, aby vše proběhlo bez jakéhokoliv zranění bezpečně. Na vybraných sekvencích se postupně během posledních pěti let autonomní logistické tahače s přivěsnými vozíky či e-rámy velice osvědčily, jak k zavážení drobných, tak i větších komponentů.

V dnešní době na hale M1 máme plně časově využité autonomní logistické tahače s přivěsnými vozíky v počtu 54 ks, které v současné době začínáme ve vytipovaných částech linky zkušebně nahrazovat či doplňovat podjezdovými autonomními systémy od firmy CEIT a.s.

Jako zkušební program se zavážení komponentů podjezdovými systémy vytipovalo příslušné oddělení firmy montážní linku dveří se sedmi sekvencemi:

- Sada klik dveří (přední, zadní)
- E.I. bočních dveří (přední, zadní)
- Sklo boční levé (přední, zadní)
- Sklo boční pravé (přední, zadní)
- Vedení skla (levá strana)
- Vedení skla (pravá strana)

Tento zkušební program (pilotní projekt) běží posledním rokem, kde jsme nasadili šest FTS CEIT 1200F a jeden FTS CEIT 600LC-F k plnohodnotnému zavážení zmíněných

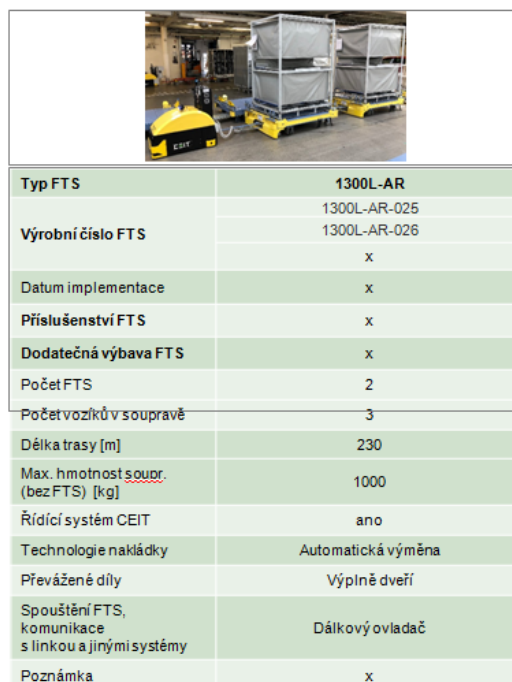
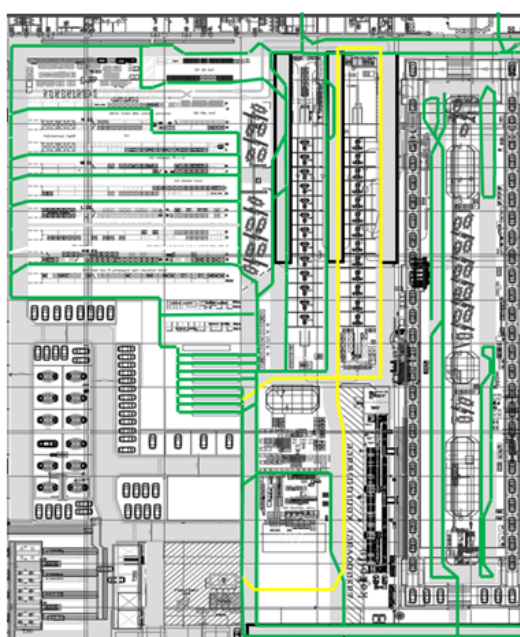
sekvencí z kompletačního skladu („marketu“). Jako příklad je na obr 3.6. layout pracoviště s vyznačenou trasou robotu. (červeně).



Obr. 3.6 Dráha č. 13 vedení skel v hale M1, autonomní podjezdový systém

Zdroj: [Interní materiál Škoda Auto a.s.]

Autonomní podjezdové systémy na zmiňovaných sekvencích plně nahradily zavážení vozíků fyzickými osobami, autonomními tahači a zvýšila se bezpečnost osob. Přesto jsou v tomto prostoru další komponenty např. (výplně dveří, stahovačky), které se dále zaváží pomocí tahačů s přídatnými vozíky, nebo pomocí autonomních logistických tahačů viz. obr. 3.7



Obr. 3.7 Dráha č. 28 (výplně dveří) v hale M1, autonomní tahač

Zdroj: [Interní materiál Škoda Auto, a.s.]

Na tomto místě je třeba ukázat na možná bezpečnostní rizika, protože přes všechna nařízení či zákazy se v prostoru pohybují zaměstnanci zejména při začátku pauzy na svačinu, oběd, toaletu a zkracují si cestu přes ojnice, kterými jsou vozíky spojeny s autonomními logistickými tahači. Bohužel mezi vozíky nejsou žádná čidla (viz. odstavec č. 2.2.3., obr. č. 2.5 nechráněná zóna), která by mohla této situaci zamezit a proto by mohlo dojít k nechtěné kolizi člověka procházejícího mezi vozíky (válečkové dopravníky) s projíždějícím tahačem, nebo samotnými válečkovými dopravníky taženými autonomním tahačem viz. obr. 3.5.



Obr. 3.8 Příklad nepovoleného vstupu do vozovky

Zdroj: vlastní zpracování.

Na základě této skutečnosti navrhuji změnit způsob zavážení těchto sekvencí a navrhuji zvýšení počtu autonomních logistických systémů FTS CEIT 1200F na sekvence výplně dveří, které výrazně zvýší bezpečnost a umožní větší volný prostor v daném prostředí. Odstraní se volné prostory mezi vlečenými vozíky. Tyto autonomní systémy mají dva senzory, které společně pokryjí kontrolu nečekaných překážek v rozmezí 360 stupňů kolem své osy, takže bezpečnost se zvýší.

Pokud by byl do provozu autonomní logistický systém vybrán jako náhrada současné technologie u sekvencí výplně dveří čistě podjezdový modul je potřeba počítat s vyšším celkovým počtem AGV než v případě takzvaných AGV traktorů. To je zapříčiněno tím, že podjezdový modul dokáže přepravit pouze jednu paletu najednou. V takovém případě je do provozu na montážní linku k sekvenci výplně dveří potřeba počítat s minimálním počtem 6 podjezdových modulů pro hladký chod navážení materiálu. Toto číslo bylo stanoveno podle počtu vagonů přepravovaných současnou AGV technikou.

Zde se také nabízí jednoduché řešení finančně zanedbatelné pro stávající zavážení a to, že na střed jednotlivých ojníc se připevní tyčka s vlaječkou či přepažení (paravanem) v podobě harmoniky, aby jednotlivý zaměstnanci byli upozorněni na zákaz projítí a částečně se jim znemožnilo překážku překonat.

V následující části je vypracované bodové ohodnocení jednotlivých zástupců trhu s AGV autonomními systémy.

Po konzultaci s pracovníky firmy bylo vybráno 10 kritérií viz. tabulka č. 3.5.

V tabulce jsou pro jednotlivá kritéria zvoleny hodnotící škály individuálně od 0 do pěti bodů. Zároveň po konzultaci s pracovníky podniku byla určena jejich významnost. V souladu se stanovením jejich pořadí. Např. pro kritérium nejvýznamnější byla dosazena hodnota 10 pro nejméně významné hodnota 1. Kritéria ekonomická nebyla uvedena, protože firma nemá zájem o jejich zveřejnění.

Hodnocení bylo prováděno pomocí rozhodovací tabulky, ve které jsou ve sloupcích jednotlivé varianty, v našem případě hodnocení dodavatelů a v řádcích vybraná kritéria. (Gros 2016, str. 220) [1]

Ve sloupcích jsou vybraní dodavatelé podjezdových robotů:

A - fa. Asseco CEIT, a.s.

B - fa. Mobile Industrial Robots ApS

C - fa. Kivnon Czech Republic s.r.o.

D - fa. EK Automation GmbH

V jednotlivých řádcích jsou vypsána kritéria, která jsou seřazena podle pořadí důležitosti  $p_i$  a k nim jsou přiřazené body ukazatele významnosti  $b_v$ .



Kritéria jsou hodnocena bodovou hodnotící škálou v různém rozsahu pro jednotlivá kritéria, v tabulce je příklad pětistupňové od 1 do 5 bodů (tab. 3.3.). Mezi kritérii jsou i případy, kdy autor použil jen dvoustupňovou škálu se specifickou stupnicí.

Tab. 3.3 Hodnotící škála

	nevyhovuje	vyhovuje málo	vyhovuje dostatečně	vyhovuje nadprůměrně	vyhovuje plně
$b_i$	1	2	3	4	5

Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 3.4 Individuální hodnotící škála bodů k jednotlivým kritériím

Řídicí systém	pohyb jedním směrem	1
	pohyb dvěma směry	2
	pohyb všemi směry, centrální řízení, vzájemné propojení	3
	umělá inteligence	4
	umělá inteligence, vzájemné propojení	5
Způsob navádění	magnetickou páskou, optická navigace	1
	indukční navigace	2
	magnetickou páskou plus tagy	3
	virtuální mapou, tagy a konturových pásek	4
	plně autonomní systém	5
Bezpečnost	standardní	4
	vysoká	5
Nosnost/Tažná síla	do 200kg	3
	200-500kg	4
	500 a více kg	5
Pojezd	kola 4 x otočné kolo	4
	kola 2 x otočné kolo	5
Otáčení	pol. otáčení >0,7 m	2
	poloměr otáčení 0,7 m	4
	pol. otáčení < 0,7 m	5
Rychlost	do 1m/sec	3
	do 1,5m/sec	4
	do 2m/sec	5
Nabíjení	do 6 hod	3
	do 10 hod.	4
	průběžné dobíjení	5
České zastoupení	ano	5
	ne	3
Dodatečné moduly	žádné	0
	kolečkové vozíky	3
	e-rámy	5

Zdroje: vlastní zpracování.

Tab. 3.5 Hodnocení podjezdových robotů od jednotlivých firem

Kritérium	p <sub>i</sub>	b <sub>v</sub>	typy robotů				typy robotů			
			A	B	C	D	A	B	C	D
			b <sub>i</sub>				b <sub>i</sub> b <sub>v</sub>			
Řídicí systém	1.	10	3	5	5	5	30	50	50	50
Bezpečnost	2.	9	4	4	5	4	36	36	45	36
Způsob navádění	3.	8	4	5	5	5	32	40	40	40
Rychlost	4.	7	4	5	4	5	28	35	28	35
Nabíjení	5.	6	5	5	5	4	30	30	30	24
Nosnost/Tažná síla	6.	5	5	4	4	4	25	20	20	20
Pojezd	7.	4	5	5	4	4	20	20	16	16
Otáčení	8.	3	4	4	5	4	12	12	15	12
České zastoupení	9.	2	5	5	3	3	10	10	6	6
Dodatečné moduly	10.	1	5	5	5	3	5	5	5	3
celkem							228	258	255	242

Zdroj: vlastní zpracování.

Porovnání se současným stavem zavážení komponentů nabízí jak společnost EK Automation, tak i společnost Kivnon mnohostranně využitelnější AGV než společnost CEIT a.s. Díky potenciálu nové technologie podjezdového modulu od EK Automation je očekávána mnohem plynulejší a efektivnější přeprava materiálu. Jelikož AGV není vázáno jen na trasu vyznačenou pomocí tagů s virtuální mapou, systém sám určí nejvýhodnější a nekratší trasu, a to i s ohledem na okolní prostředí. 360stupňový pohyb značí potenciál v rychlejším a přesnějším umístění přepravovaného materiálu přímo u výrobní linky. Vzhledem k maximální možné obratnosti doporučené technologie se očekává, že AGV od této společnosti bude schopné se celkově lépe pohybovat ve veškerých úzkých místech, která jsou pro současný stav a současnou technologii velmi problematická.

Při porovnání těchto čtyř společností je hned patrné, že v prvním a třetím kritériu je znatelný rozdíl mezi stávající společností CEIT a ostatními společnostmi jak v řídicím systému, tak ve způsobu zavážení. V ostatních kritériích nejsou tyto rozdíly, tak velké. Z pohledu mého subjektivního hodnocení dle vytipovaných kritérií viz. Tab. 3.5. nejvyšší počet bodů získala společnost EK Automation GmbH s 258 body, na druhém

místě Kivnon Czech Republic s.r.o. s 255 body, na třetím místě Mobile Industrial Robots ApS s 242 body a na čtvrtém místě firma Asseco CEIT, a.s. s 228 body.

### **3.3 Bezpečnost práce a ochrana zdraví všeobecně**

Za svou osobní bezpečnost při obsluze stroje je zodpovědná obsluhující osoba. Výrobce stroje nenese odpovědnost za zranění osob nebo poškození stroje způsobené tím, že stroj není používán a obsluhován v souladu s návodem k použití stroje, jeho dodatky, pozměnění a příslušných návodů uvedených v příloze tohoto návodu k použití. Uživatel stroje je odpovědný za to, že obsluhu, údržbu a servis stroje provádějí pouze kvalifikované osoby.

Strojní zařízení je konstrukčně řešeno v souladu s harmonizovanými normami a předpisy platnými pro konstrukci a výrobu strojních zařízení. Všechny ochranné kryty musí být před uvedením zařízení do provozu pevně přichyceny na svém místě a uzavřeny. Během provozu zařízení je zakázáno tyto ochranné kryty demontovat nebo otevírat. Zabudované bezpečnostní (ochranné) zařízení je zakázáno vyřazovat z činnosti. Strojní zařízení je vybaveno bezpečnostní ochranou, která zabraňuje přístupu do nebezpečných prostor stroje.

Výrobce nenese žádnou odpovědnost za jakékoliv použití či manipulaci se strojem či jeho částmi způsobem, který neodpovídá jeho účelu, obecné konstrukci či konkrétnímu provedení a pravidlům popsaným v tomto návodu. Jakýkoliv postup, který není popsán v tomto návodu k použití je prováděn výhradně na vlastní riziko takto jednajících osob. Výrobce nenese žádnou odpovědnost za případné škody, které takovým neoprávněným postupem vzniknou. Obsluhovat strojní zařízení smí pouze osoba zaškolená do používání takového zařízení, s příslušnou praxí s obsluhou strojních zařízení.

Používat lze díly, nástroje a přídavná zařízení, které byly schváleny výrobcem strojního zařízení nebo jeho prodejcem. Za používání neschválených produktů od cizích firem nebo za neschválené změny na strojním zařízení a jeho příslušenství výrobce nenese žádnou odpovědnost a záruku.

Elektrické zařízení stroje je navrženo v souladu s harmonizovanými normami a předpisy. Všechny prostory s elektrickými přístroji a motory jsou vyhotoveny v předepsaném krytí - ochrana proti vniknutí mechanických a kapalných nečistot. Na otevření elektro skříně je potřebný klíč, který může používat pouze osoba s příslušným

elektrotechnickým vzděláním. Jednotlivé části elektrického zařízení stroje jsou zajištěny proti zkratu a přetížení (silové, řídicí, pomocné obvody). Po vypnutí stroje hlavním vypínačem jsou některé části stroje trvale pod napětím. Proto je třeba věnovat zvýšenou pozornost těmto částem při provádění údržby na elektrické části strojního zařízení.

### **3.3.1 Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce**

§ 3 (2) Působnost orgánů a organizací státního odborného dozoru se nevztahuje

- a) na činnost, pracoviště a technická zařízení, podléhající podle zvláštních předpisů dozoru orgánů státní báňské správy,
- b) na technická zařízení, podléhající podle zvláštních předpisů dozoru orgánů na úseku národní obrany, dopravy a spojů, a na vybrané objekty ministerstva vnitra. [12]

## **3.4 Požadavky bezpečnosti a hygiena práce**

### **3.4.1 Požadavky na pracoviště**

Zařízení, v případě, že je nutná jeho obsluha (např. při provádění servisních úkonů, čištění apod.), má být umístěno tak, aby pracovník nebyl v práci rušen provozem a nebyl zádý k hlavní manipulační cestě, pokud tato vede v bezprostřední blízkosti pracoviště.

Provoz (pracoviště) musí vyhovovat i platným hygienickým předpisům. Kromě toho musí být zajištěn i prostor potřebný pro uskladnění pomocných zařízení a také prostor potřebný pro manipulaci s těmito předměty. Provozovatel je zodpovědný za dodržování minimálních šířek manipulačních cest a uliček i potřebného min. pracovního prostoru v místě obsluhy, podle platných předpisů a norem. [13]

Podlaha základního stanoviska obsluhy musí být izolována proti vlhku, chladu a vibracím od jednotlivých strojních zařízení.

### **3.4.2 Bezpečnostní požadavky**

Dle § 2 ZBOZ Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí.

Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby pracoviště byla prostorově a konkurenčně uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro zaměstnance z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci odpovídaly bezpečnostním a hygienickým požadavkům na pracovní prostředí a pracoviště, aby

- a) prostory určené pro práci, chodby, schodiště a jiné komunikace měly stanovené rozměry a povrch a byly vybaveny pro činnosti zde vykonávané,
- b) pracoviště byla osvětlena, pokud možno denním světlem a jiné komunikace měly stanovené mikroklimatické podmínky, zejména pokud jde o objem vzduchu, větrání, vlhkost, teplotu a zásobování vodou,
- c) prostory pro osobní hygienu, převlékání, odkládání osobních věcí, odpočinek a stravování zaměstnanců měly stanovené rozměry, provedení a vybavení,
- d) únikové cesty, východy a dopravní komunikace k nim včetně přístupových cest byly stále volné,
- e) v prostorách uvedených v písmenech a) až d) byla zajištěna pravidelná údržba, úklid a čištění,
- f) pracoviště byla vybavena v rozsahu dohodnutém s příslušným poskytovatelem pracovnělékařských služeb prostředky pro poskytnutí první pomoci a vybavena prostředky pro poskytnutí první pomoci a vybavena prostředky pro přivolání poskytovatele zdravotnické záchranné služby. (Dittrichová, 2019) [9]

### **3.4.3 Udržování pořádku na pracovišti**

Pracoviště se musí udržovat v čistotě a pořádku. Odpadový materiál je třeba z pracoviště včas a pravidelně odstraňovat. Kladení nástrojů, měřidel nebo jakýchkoliv jiných předmětů na strojní zařízení není dovoleno vzhledem k možnému nebezpečí úrazu nebo poškození strojního zařízení.

### **3.4.4 Environmentální aspekty a jejich vliv na životní prostředí**

Uživatel stroje je odpovědný za bezpečné používání a odstraňování (likvidaci) všech rizikových materiálů použitých na strojním zařízení. Strojní zařízení obsahuje olejové náplně, plastové, hliníkové, ocelové součásti, a také elektroniku. Akumulátory obsahují olovo a elektrolyt, převodovka obsahuje převodový olej (SAE 80W90 GL3). Při

likvidaci je nutné dodržet platné právní předpisy z oblasti životního prostředí. (CEIT)  
[4]

### **3.4.5 Požadavky z hlediska protipožární ochrany**

Na strojním zařízení je použit převodový olej (SAE 80W90 GL3), je to hořlavá kapalina, která je požárně nebezpečná v případě zahřátí nad teplotu vzplanutí. Na hašení je třeba použít CO2 hasicí přístroj. Také na hašení elektronických součástí se smí používat výlučně CO2 hasicí přístroj.

**Upozornění!!!** Při hoření může vzniknout složitá směs ve vzduchu rozptýlených pevných a kapalných částic a plynů, včetně oxidu uhelnatého, oxidů síry a dalších neidentifikovaných organických a anorganických sloučenin.

Provozovatel je povinen pravidelně udržovat a kontrolovat protipožární zařízení (hasicí přístroje) a únikové cesty ve smyslu platných protipožárních předpisů.

## **3.5 Správný způsob používání a zakázané používání strojového zařízení**

Je zakázáno používat strojní zařízení na jiný účel, než je ten, na který bylo navrženo.

V případě použití zařízení pro jiný účel, než je uveden výše, ztratí provozovatel zařízení nárok na záruku na zařízení! Výrobce zároveň za takové použití zařízení nepřebírá žádnou odpovědnost.

**Při nesprávném, případně neodborném způsobu použití strojního zařízení hrozí:**

- nebezpečí úrazu (až smrtelný úraz),
- nebezpečí pro strojní zařízení,
- nebezpečí vzniku dalších materiálních škod.

## **3.6 Bezpečnostní pokyny**

- Strojní zařízení může být používáno pouze zaškolenou a autorizovanou obsluhou.
- Poměry při obsluze stroje musí být jasně stanoveny a dodrženy, aby nenastaly z hlediska bezpečnosti nejasné kompetence.

- Při všech pracích, které se dotýkají stavby (instalace), provozu, přemístění, přizpůsobení, čištění, údržby a opravy třeba dbát na procedury odstavení popsané v tomto návodu k použití, jeho dodatcích a změnách a v návodech, které jsou uvedeny v příloze a provozním předpisu provozovatele.
- Je třeba upustit od každého pracovního postupu, který by narušil bezpečnost na strojním zařízení.
- Provozovatel odpovídá za to, aby na strojním zařízení nepracoval žádný neautorizovaný a nekvalifikovaný personál.
- Obsluha je povinna okamžitě hlásit všechny změny na strojním zařízení, které ovlivňují bezpečnost.
- Strojní zařízení lze provozovat pouze v bezvadném stavu s funkční bezpečnostní ochranou.
- Respektováním příslušných právních předpisů a pravidelnými kontrolami musí provozovatel zajistit bezpečnost pracovního prostředku včetně čistoty a přehledu na pracovišti.
- Strojní zařízení může obsluhovat pouze personál, který je na tuto práci příslušně kvalifikovaný a zaškolený.
- Kompetence týkající se obsluhy, údržby, oprav strojního zařízení musí být definovány jasně a musí být dodržovány.
- Před začátkem jakýchkoliv prací, zejména před demontáží a montáží ochranných zařízení a jednotlivých částí strojního zařízení, před začátkem elektrotechnických oprav, zkušebních činností apod. Před začátkem čistících prací, opravárenských a údržbářských činností je třeba odstavit stroj od všech přívodů energií a zajistit bezpečné odvedení hromadila energie v strojním zařízení.
- Seřizovací / nastavovací činnosti může provádět pouze zkušený a zaškolený personál.
- Po skončení montážních, čistících prací, činnosti oprav nebo seřadovacích nebo nastavovacích úkonů je nezbytné před opětovným spuštěním strojního zařízení zkontrolovat, zda jsou opět namontovány a funkční všechny bezpečnostní ochrany stroje.



## 4 Zhodnocení návrhů

Zatímco autonomní tahače AGV od společnosti CEIT a.s. slepě následují virtuální magnetickou mapu za pomoci tagů a jejich provoz je omezen pouze v rámci předem definovaných a špatně upravitelných drah, obě doporučené společnosti mají velmi versatilní systém navigace umožňující mnohem obratnější pohyb. Velkou výhodou je mimo jiné i oboustranně možný pohyb. Díky této možnosti se stávají oba zástupci doporučených technologií mnohonásobně více použitelnými, než jaký je současný stav. Co do maximální nosnosti obou AGV zástupců, oba úspěšně převyšují tuto hodnotu díky čemuž je možné je mnohem lépe využít. Díky jednoduchému a intuitivnímu systému řízení budou zaměstnanci obsluhující AGV roboty schopni sami soběstačně upravovat jednotlivé trasy přesně podle požadavků vzniklých z ostrého provozu. To ušetří potenciální náklady na změny tras a umožní to tak velmi flexibilně reagovat na vzniklé podněty. Díky těmto výše popsaným výhodám se oproti současnému stavu opravdu jedná o efektivnější, jednoduše použitelný a co do provozních nákladů také levnější variantu, která v případě správného uvažování o prostoru výrobní haly jako o celku, bude mít za následek správně a logisticky efektivně fungující prostor schopný operativně a rychle reagovat na změny.

## Závěr

Trh s AGV (Automated Guided Vehicles) zažívá v posledních letech obrovský růst. AGV jsou autonomní vozidla, která se používají k přepravě materiálu a zboží v různých průmyslových aplikacích, jako jsou například automobilový průmysl, potravinářský průmysl, logistika a další.

Důvody pro rostoucí poptávku po AGV jsou několik. Jedním z hlavních důvodů je potřeba zlepšit efektivitu a produktivitu průmyslových procesů a snížit náklady na práci. AGV umožňují automatizaci přepravy a manipulace s materiálem, což vede ke zlepšení výkonu, zvýšení rychlosti a eliminaci lidských chyb. Tím se zvyšuje produktivita a snižují náklady na práci. Dalším důvodem pro rostoucí poptávku po AGV je technologický pokrok, který umožňuje výrobu a nasazení sofistikovanějších a výkonnějších autonomních vozidel. Tyto nové technologie umožňují AGV lépe navigovat v prostoru, rozpoznávat překážky a plánovat svou trasu a způsob přepravy.

Samostatný trh AGV má před sebou obrovský potenciál růstu, jak se průmysl stále více orientuje na automatizaci a digitalizaci svých procesů. Očekává se, že budoucí AGV budou mít ještě vyšší kapacitu, větší rychlost a schopnost manipulovat s více druhy materiálu, což přinese další přínosy pro průmysl.

Východiskem pro splnění cíle práce, kterým bylo doporučit systém automatického navážení dílů na výrobní hale M1 ve ŠKODA AUTO a.s., tak aby se zmenšily příčiny poruch v zásobování linek a zamezilo se možnému ohrožení bezpečnosti práce byla analýza současného systému navážení, v rámci které byly identifikovány požadavky, které by nový systém měl splňovat tak, aby byl zabezpečen co nejbezpečněji a nejspolehlivěji provoz nové technologie. Pro hodnocení variant autor zvolil 10 kritérií. Vzhledem k jejich různorodosti byla použita metoda bodového hodnocení. Mají různý rozsah a zvolenou bodovou stupnici v maximálním rozsahu od 1 do 5.

Do hodnocení vybral autor čtyři společnosti nabízející systémy AVG, kteří by potenciálně mohli nahradit současnou technologii. Jednalo se tak o nejrozumnější varianty podjezdových modulů společně s variantami tažných modulů.

V rámci závěrečného doporučení byli vybráni dva potenciální kandidáti, kteří by byli schopni plně nahradit současnou technologii využívanou pro navážení dílů.

Dílním cílem této práce pak bylo doporučit i potenciální počet nových robotů potřebných pro úspěšné a efektivní nahrazení současného systému navážení. Výsledný počet použitých AGV by musel být navýšen, než je tomu v současné době, a to

konkrétně z 2 na zhruba 6 jednotek. Tento nárůst je dán především typem výsledného AGV. V případě, že bude využíván kandidát fungující jako tažné zařízení, je možné přiblížit se více původnímu počtu využívaných AGV. To ovšem nelze splnit v případě, kdy jako nová technologie bude vybrán podjezdový modul. V takovém případě musí být počítáno s tím, že zhruba tolik kolik je potřeba přepravit vagonů s díly, tolik bude potřeba podjezdových modulů. Výsledný vyšší počet potřebných AGV však nesmí být chápán negativně. Hlavní by byla zvýšená bezpečnost práce, naopak díky lehce vyššímu celkovému počtu se mnohonásobně zvýší celková efektivita procesu navážení a samotný proces manipulace s materiálem bude mnohem flexibilnější a přizpůsobivější potenciálním změnám. Stejně tak je potřeba dívat se do budoucna a počítat tak s nárůstem produkce, což bude mít za hlavní důsledek větší pohyb materiálu, na což s větším počtem AGV v první řadě bude společnost ŠKODA AUTO a.s. mnohem lépe připravena.

Pozornost byla věnována problematice bezpečnosti práce. Hlavním zdrojem problémů je provozování dvou různých systémů zavážení montážních linek. Autor věnoval této problematice mimořádnou pozornost. Práce obsahuje vedle shrnutí základních předpisů platných v této oblasti i jejich implementaci v analyzovaném prostředí. Navrhuje jednoduchá opatření, jak odstranit příčiny případných nehod. Zásadním způsobem se zlepší situace po zavedení jednotného systému zavážení montážních linek.

Cíle práce považuje autor za splněné. Při hodnocení nových systémů zavážení linek absentují ekonomická kritéria. Vzhledem k tomu, že podnik v současné době hledá nejvýhodnějšího dodavatele, není možné tato citlivá data prezentovat.

## Seznam zdrojů

- [1] GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2016, 158-159 s. ISBN 978-80-7080-952-5
- [2] KOREDOVÁ, Gabriela. *Současné možnosti uplatnění koncepce Industry 4.0*. Mladá Boleslav, 2016. Diplomová práce (Ing.). ŠKODA AUTO Vysoká škola, katedra logistiky a řízení kvality
- [3] Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.
- [4] Interní materiály CEIT SK s.r.o.
- [5] EK Automation GmbH [online]. [cit. 12. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://ek-automation.com/fahrzeuge/>.
- [6] Kivnon [online]. [cit. 3. 12. 2018]. Dostupné z URL: <http://www.kivnon.com/en/products.html>.
- [7] Mobile Industrial Robots ApS [online]. [cit. 2. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/>.
- [8] Wired [online]. [cit. 16. 10. 2018]. Dostupné z URL: <https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/>
- [9] Dittrichová Milada a Jurová Marie. *Bezpečnost práce*. Vysoké učení v Brně 2019, Fakulta podnikatelská: Akademické nakladatelství CERM®, s.r.o. 98 s. ISBN 978-80-7622-019-4
- [10] CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals: <https://cscmp.org/>
- [11] KUTÁČEK, Milan. *Technologie automatického navážení v interní logistice v automotive* Mladá Boleslav, 2019. Diplomová práce (Ing.). ŠKODA AUTO Vysoká škola, Podniková ekonomika a management provozu, 18-28 s.
- [12] ČESKO, Zákon č. 396/1992 Sb. o státním odborném dozoru nad bezpečností práce. Dostupné také z URL: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-396>
- [13] ČESKO, Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dostupné z URL: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>

## Seznam grafických objektů

Obr. 2.1 Celkový přehled drah haly M1, autonomní tahače.....	29
Obr. 3.1 Elektrický tahač LTX 70 .....	41
Obr. 3.2 Bezpečnostní skener (1), Zóna snímaná bezpečnostním skenerem (2) .....	46
Obr. 3.3 MiR100-200 podjezdový.....	47
Obr. 3.4 AGV od společnosti Kivnon.....	49
Obr. 3.5 AGV Custom move .....	51
Obr. 3.6 Dráha č. 13 vedení skel v hale M1, autonomní podjezdový systém .....	53
Obr. 3.7 Dráha č. 28 (výplně dveří) v hale M1, autonomní tahač .....	53
Obr. 3.8 Příklad nepovoleného vstupu do vozovky.....	54

## Seznam zkratek

Zkratka	objasnění zkratky
č.	číslo
kg	kilogram
Sb.	sbírka
o.p.s.	obecně prospěšná společnost
§	paragraf
tzv.	takzvaný
viz.	jak je možno shledat
atd.	a tak dále
např.	například
bezp.	bezpečnost
VZV	vysokozdvihný vozík
EPS	elektrická požární signalizace
AVG	Automatic Guided Vehicle - automaticky řízené vozidlo
JIT	Just in Time - právě včas
ROS	Robot operating systém - operační systém robotů
ROI	Return on investment - návratnost investic
AMR	Autonomouses mobile robot - autonomní mobilní robot
GPS	Global Positioning Systém - globální poziční systém
EN	Evropská norma
URL	Uniform Resource Locator - jednotný lokátor zdroje
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency - Agentura amerického ministerstva obrany pro pokročilé výzkumné projekty do roku 1992

<b>Autor/ka DP</b>	Bc. Eduard Kolář
<b>Název DP</b>	Spolehlivost a bezpečnost systémů zásobování výrobních linek
<b>Studijní program</b>	Logistika
<b>Rok obhajoby DP</b>	2023
<b>Počet stran</b>	57
<b>Počet příloh</b>	0
<b>Vedoucí DP</b>	prof. Ing. Ivan Gros, CSc
<b>Anotace</b>	Práce je zaměřena na vybrané problémy zásobování výrobní linky na montáž automobilů. Systém v současné době využívá vedle sebe zavážení linky pomocí manuálně vedených tahačů a autonomních robotů. Kombinace obou systémů vede k problémům zabezpečení bezpečnosti práce a možným porušením plynulosti zásobování linek. Autor věnuje proto pozornost vlivu funkce obou systémů na plnění jejich hlavních cílů a zejména možných zdrojů ohrožení bezpečnosti práce. Dílčím cílem byla první analýza převodu systému plně na autonomní provoz. Jako předmět analýzy a formulace opatření byla vybrána linka na montáž dveří.
<b>Klíčová slova</b>	výrobní linka, zásobování výrobních linek, spolehlivost, bezpečnost práce
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	<i>ponechejte prázdnou buňku pro potřeby ITC pro archivaci DP</i>