

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

## **Technologie automatického navážení v interní logistice v automotive**

**Bc. Milan KUTÁČEK**

Vedoucí práce: Ing. David Holman, Ph.D.

*Tento list vyjměte a nahrad'te zadáním diplomové práce*

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 02.1.2019

Děkuji doc. Ing. Davidu Holmanovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytování cenných rad a informačních podkladů při jejím zpracování.

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

## Obsah

Úvod.....	8
1 Podniková logistika .....	10
1.1 Vývoj podnikové logistiky .....	10
1.2 Cíle podnikové logistiky.....	11
1.3 Řízení materiálových toků.....	12
1.4 Just in Time.....	13
2 Koncept Industry 4.0 .....	14
2.1 Vznik Industry 4.0.....	14
2.2 Popis funkce Industry 4.0.....	14
3 Bezpilotní tahače.....	16
3.1 Historie AGV .....	16
3.2 Design a metodologie AGV .....	18
3.3 Typy bezpilotních souprav.....	19
3.4 Možnosti navádění .....	22
3.5 Bezpečnostní systém .....	27
3.6 Autonomní bezpilotní tahače.....	28
4 Autonomie v logistice .....	30
4.1 Autonomie pohybu .....	30
5 Popis současné situace.....	32
5.1 AGV od společnosti CEIT a.s.....	33
5.2 Typy AGV od společnosti CEIT a.s. využívaných ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.....	33
5.3 Podmínky pro spávné fungování AGV od společnosti CEIT a.s.....	35
5.4 Ostatní specifika provozu na hale M1 .....	37
6 Stanovení potřebných kritérií pro výběr nové technologie.....	39
7 Porovnání vybraných společností.....	43
8 Hodnocení vybraných společností.....	57
8.1 Doporučená technologie.....	58

8.2 Porovnání vybrané technologie se současným stavem.....	60
Závěr .....	62
Seznam literatury .....	64
Seznam obrázků .....	66

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

AGV – automaticky naváděné vozidlo

AMR – autonomní mobilní robot

JIT – just in time

RFID – radiofrekvenční identifikační systém

## 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, je zcela určitě automatizace logistických procesů, a to především v logistice interní.

Obecně je v logistice důležité, aby vše proběhlo ve správný čas, na správném místě a ve správném množství. Tuto myšlenku lze tedy lehce převést na konkrétní příklad včasného dodání správných dílů na správné místo ve správný čas, což je svým způsobem hlavním úkolem správného fungování materiálového toku v jakémkoliv výrobním provozu. V takovémto provozu však vzniká hned několik možností, jak zaručit splnění všech výše popsaných kritérií. V tomto momentě ale dochází k základnímu rozdělení, a sice na klasické manuální a relativně nové automatické možnosti. Je potřeba chápat důležitost vývoje nových technologií a zaměřit se tak více na automatické možnosti splnění základních předpokladů logistické myšlenky o včasném dodání v přesném množství a čase. Automatické navážení dílů v automobilovém průmyslu tak výrazně zlehčuje celkový proces dopravy dílů ze skladů přímo do výroby a poskytuje zajímavou možnost pro využívání moderních technologií. Díky stále většímu nárůstu popularity autonomie a automatizace, se například interní logistika stává jedním z nejdynamičtěji se vyvíjejících oblastí logistiky.

Cílem diplomové práce je doporučit novou technologii automatického navážení dílů na výrobní hale M1 ve ŠKODA AUTO a.s., která bude vybrána na základě nasbíraných předpokladů a kritérií popsaných v této práci. Tato závěrečná práce tak bude sloužit jako podpůrný materiál pro výběr nové technologie automatického navážení dílů na výrobní hale M1 ve ŠKODA AUTO a.s. Dílčím cílem je pak doporučit konkrétní počet potenciálních nových robotů, a to z důvodu porovnání časového využití současných robotů společně s náklady na provoz. Zajímavým pohledem bude, s jakým počtem nových AGV bude možné přepravovat stejné množství dílů včas a ve správném množství je tak doručit na místo určení. Závěrečná práce je rozdělena na 5 hlavních kapitol. V praktické části je popsán současný stav navážení. Dále jsou stanovena jasná kritéria potřebná pro nový



system navážení. Vytváří také řešerši alternativních řešení automatického navážení na základě aktuální situace na trhu tak, aby odpovídala předem v práci vytvořeným kritériím. Nedílnou součástí řešerše alternativních řešení je zaměření se na autonomii systému využitelného pro tyto případy a to na základě testování použití autonomního robota v praxi.

# 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.

Původ označení logistika pochází z vojenství. Zde zajišťoval tento pojem zásobování, pohyb a ubytování vojenských jednotek a jejich techniky. Nejmarkantnější rozmach logistiky pak nastal po konci druhé světové války v USA, kde docházelo k prvním případům využití logistických principů z vojenského sektoru do hospodářského, a to konkrétně u zásobování a plánování výrobních procesů.

V dnešní době význam logistiky narůstá především díky narůstající globalizaci. Firmy jsou pod neutuchajícím konkurenčním nátlakem a snaží se uspokojit potřeby zákazníků. Logistika jim přispívá snižováním celkových provozních nákladů, díky čemuž firmy dosahují vyšších zisků. Právě proto je zodpovědný a systémový přístup k logistice důležitý především při zvyšování efektivnosti celkového systému.

(Gros, 2016)

## 1.1 Vývoj podnikové logistiky

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, prapůvod vývoje logistiky začínal kolem období konce druhé světové války. Od této doby prochází logistika jako podniková činnost neustálým vývojem, který ji žene dopředu. Obecně lze vývoj podnikové logistiky rozdělit na 4 základní fáze:

- V první fázi je hlavní oblastí logistiky distribuce materiálu a zboží. Ve zjednodušeném stavu lze říct, že jde o přesun z bodu A do bodu B. Typickým prvkem této vývojové fáze je obchodní a marketingový přístup, tj. abychom byli schopni splnit přání zákazníků, musíme nejdříve správně zjistit jejich potřeby.

- V další fázi dochází k většímu zaměření logistiky na zásoby. Hlavní snahou podniků je snižování nákladů spojených s nadbytečnou zásobou. To vedlo k vývoji optimalizačních matematických, statisticko-matematických a predikčních metod. Od první fáze dochází k rozšíření v rámci hospodářské praxe především na zásobování a řízení samotné výroby. Již se nejedná o celopodnikové činnosti, snaha se projevuje i v potenciální aplikaci jednotlivé konkrétní funkce a činnosti v podniku.
- Třetí fázi vývoje lze označit jako fázi integrované logistiky (total supply chain). Neustále se zlepšující konkurenceschopnost tlačí podniky k vytváření logistických systémů a řetězců. Ty jsou propojené od dodavatele až k finálním zákazníkům. Synchronizace a následná koordinace procesů je hlavním požadavkem, kterého je úspěšně dosahováno pomocí reengineeringu.
- V poslední fázi vývoje dochází k integraci logistických systémů, které prošly optimalizačním procesem jako celek. Charakteristická je nutnost elektrické výměny dat ve spojení s dalšími moderními metodami řízení. Nutno podotknout, že vzhledem k systémovému charakteru tohoto složitého problému nelze tuto část vývoje považovat za ukončenou.

## 1.2 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)

### **1.3 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)

#### **1.4 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. Hlavní myšlenkou technologie Just in Time (dále jen JIT) je uspokojování poptávky po daném materiálu ve výrobě. U hotových výrobků v distribučním řetězci jde o dodávání právě včas v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech podle potřeb odebírajícího článku. Stručně lze JIT popsat jako rozšířenou technologii Kanban, jelikož propojuje nákup, výrobu a logistiku.

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)

## **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

### **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 21 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.

### **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, a 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.

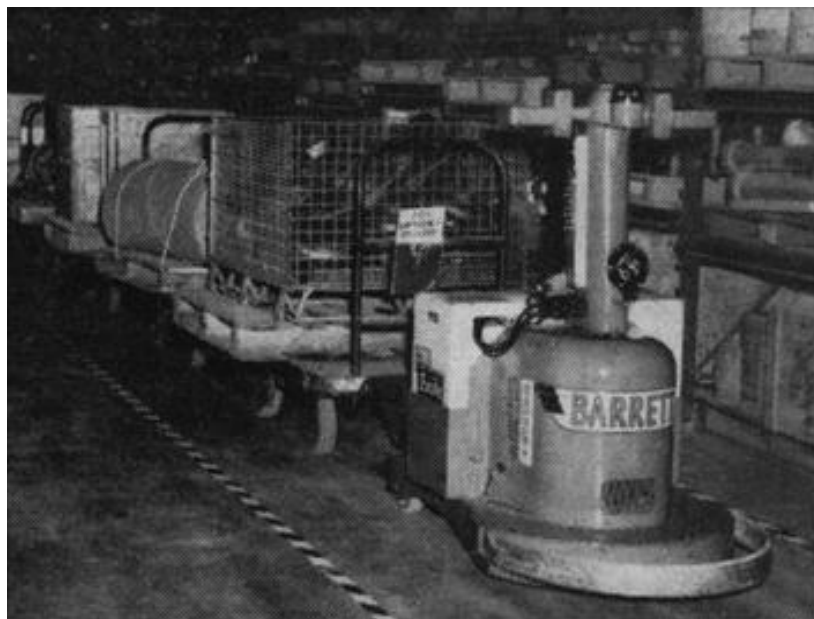
Tradiční hodnotový řetězec se tímto mění na úplně nový, zaměřený na chytrou logistiku (smart logistic), chytrou distributorskou síť (smart distribution) využívající chytré budovy (smart buildings). Nově vzniklý koncept 4.0. tak nevidí řetězec jako jednotlivé články, které pracují izolovaně, nýbrž jako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

### 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.

#### 3.1 Historie AGV

Krátce po konci druhé světové války byl výrobní průmysl znovu naplno oživen a ekonomika začala opět růst. Díky tomu také začal velmi rychle růst výzkum mikroelektroniky a senzorů což otevřelo nespočet možností pro vývoj nových bezpilotních vozíků. Historie AGV datuje svůj vznik v roce 1953 ve Spojených státech Amerických, kde společnost Barret Electronics of Northbrook představilo první prototyp (Obr. 1). Jednalo se o automatický vozík využívající pro svůj pohyb elektrický vodivý pás umístěný v podlaze. Tento konkrétní typ navádění je dnes známý jako tzv. indukční.



Zdroj: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-44814-4\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-44814-4_1)

**Obr. 1 Barret AGV**



V Evropě se na trhu objevil první zástupce v roce 1956 a jako svou navigaci používal tzv. optickou navigaci. V tomto případě byla trasa vozíku vyznačena barevným pruhem na podlaze, který byl vozíkem sledován pomocí optického senzoru. Od roku 1956 zaujala Evropa vedoucí pozici ve vývoji AGV a tu si drží dodnes. Na rozdíl od USA a Evropy, první AGV na čínském trhu bylo vyrobeno až v roce 1976. Celkový design a využitelnost AGV je velmi silně propojena s vývojem průmyslových technologií. Z toho důvodu lze historie bezpilotních vozíků rozdělit do čtyř základních období.

První éra vývoje proběhla v rozmezí let 1950 až 1970 a probíhala výhradně na území spojených států a Evropy. Díky poměrně limitovanému množství automatizované technologie se design prvních AGV vozíků vyvíjel poměrně pomalu. Hlavní v této době bylo přijít s reálným scénářem využití takovéto technologie. Z toho důvodu také v této éře neproběhlo prakticky žádné testování nové technologie v reálném provozu.

Druhá éra probíhala mezi roky 1970 až 1990 a hlavním tématem byly počítače a podpora mikro technologií. Díky vývoji jednoduchého palubního počítače a prakticky denního využívání nejrůznějších mikro technologií, došlo k rozmachu vývoje AGV technologie, a to i s praktickým využitím ve výrobních závodech, a především v automobilovém průmyslu. Nedlouho po začátku této éry došlo také k zahájení vývoje v Číně.

Třetí éra probíhající mezi roky 1990 až 2010 nastavila nové výrobní standardy, díky kterým se začalo využívat velké množství nejrůznějších sledovacích aplikací. Bepilotní vozíky AGV již plně využívaly elektronické navigace společně s bezkontaktními senzory. Jako hlavní systém pro ovládání a nastavení AGV je již využíván standardní počítač. Ve stejné éře dochází v Číně k vědeckým testům prvních prototypů nasazených ve výrobním prostředí.

Čtvrtá, a zcela jistě ne poslední éra, právě probíhá a její začátek nastal v roce 2010. Na celosvětovém trhu s AGV se objevuje stále více společností, nabízejících čím dál tím více samostatný, a především soběstačný systém ovládání. Hlavním tématem této éry vývoje je bezpochyby autonomie navádění.

### 3.2 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.

#### A) 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.

#### B) 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.

### C) Alokace zdrojů a komplexní odhad využitelnosti

Předpokládáme, že AGV značně usnadní pohyb materiálu a svým přesným pohybem sníží rizika nevčasného 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 atp. To jsou otázky, kterými se současný vývoj příliš nezabývá.

### 3.3 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.



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

**Obr. 2 AGV tahač**

### • 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 ovládání, které je jednoduše přepnutelné do plně automatického.

Velkou výhodou paletového AGV je možnost obousměrného pohybu a to, jak dopředu, tak dozadu.



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

**Obr. 3 Paletový vozík**

### • 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.



Zdroj: <https://yourstory.com/2014/12/amazon-kiva-robots/>

**Obr. 4 Podjezdový vozík**

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.

### **3.4 Možnosti navádění**

Další možností, jak je možné rozdělit do podskupin jednotlivé typy bezpilotních vozíků, je na základě využití 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.

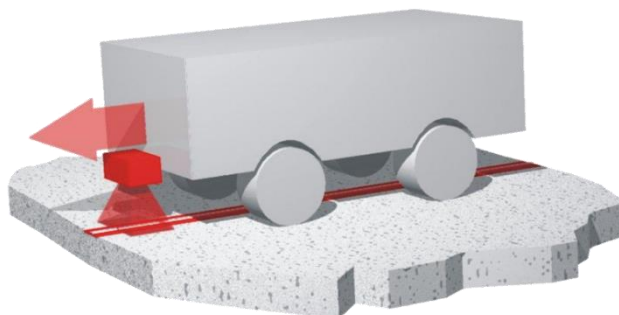
AGV vozíky se pohybují v rámci jakési pevně vytvořené souřadnicové sítě, která představuje například výrobní halu nebo sklad. Souřadnicový systém je umístěn na samotném vozíku AGV, a to nejčastěji v těžišti, popřípadě ve středu jedné z náprav. Nutno však podotknout, že tento systém popisuje pouze pohyb 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. Bezpilotní 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.

#### • **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.



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

**Obr. 5 Optická navigace**

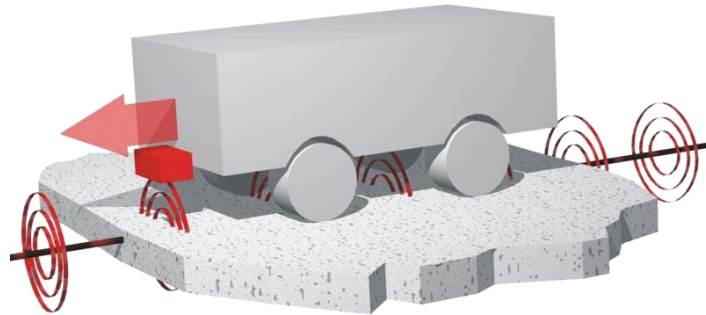
### • Pasivní indukční navigace

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.





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

### **Obr. 6 Indukční navigace**

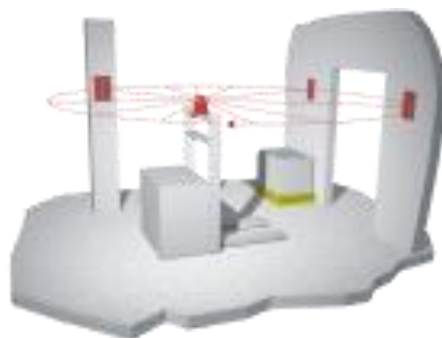
Na rozdíl od optické navigace je u aktivní indukční navigace vodící pás umístěn přímo do podlahy, čímž dochází k eliminaci vznikajícího poškození vlivem pohybu ostatní přepravní technologie. Velkou výhodou aktivní indukční navigace je také možnost přímého nabíjení vozíku AGV pomocí elektromagnetické 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 poté 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.



Zdroj:[https://www.goettingagv.com/dateien/styles/galerien\\_thumbnail/public/produktbilder/logo\\_laser.png?itok=0wAbqp\\_K](https://www.goettingagv.com/dateien/styles/galerien_thumbnail/public/produktbilder/logo_laser.png?itok=0wAbqp_K)

**Obr. 7 Laserová navigace**

## • 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.

### 3.5 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.



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

**Obr. 8** *Bezpečnostní systém AGV*

### **3.6 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 nahranou 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 nejpřímější 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 pásy 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.

## 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.

### 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 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])

## 5 Popis současné situace

V následující části bude popsána společnost ŠKODA AUTO a.s. Konkrétně pak fungování navážení sekvenčních dílů ze skladů na výrobní linku na výrobní Hale M1 v hlavním závodě v Mladé Boleslavi. Závod ŠKODA AUTO a.s sídlí uprostřed města v Mladé Boleslavi. V současné době sjíždí z linek v tomto závodě více než 8 modelů značky ŠKODA. Součástí mladoboleslavského závodu je montážní linka na hale M1, kde se v současné době vyrábí modely Fabia, Fabia combi, Rapid, Rapid Spaceback ale mimo jiné také Seat Toledo. Momentálně také probíhá příprava náběhu nového nástupce, modelu Scala.

Na výrobní hale M1 sídlí také technický servis logistiky MBII. 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 MBII je podpora autonomních vozíků a souprav, kterých je v provozu na celé hale více než 36 na 26 drahách. Tyto vozíky AGV zavážejí výrobní linku těmito díly: klimatrubky společně s lůžkem motoru, nárazníky, mimořádná výbava, víčka nádrže, baterie, zadní nápravy, převodovky, hlavy kol a lebra, alternátor, světlometry, 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.

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.

### **5.1 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 38 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.

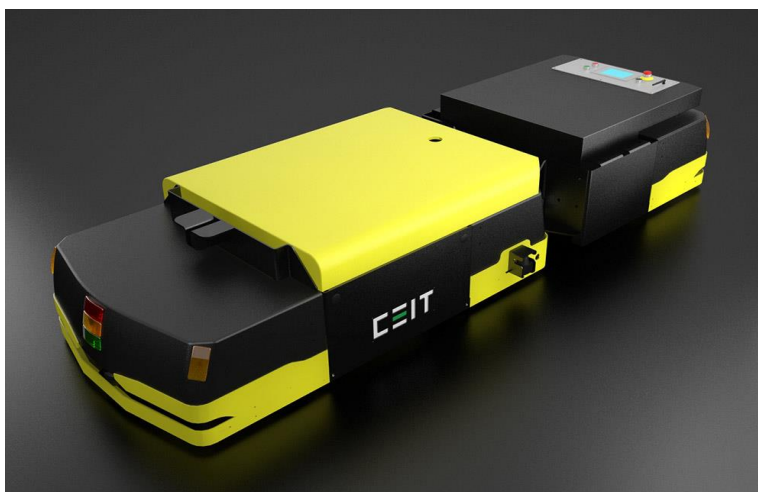
### **5.2 Typy AGV od společnosti CEIT a.s. využívaných ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.**

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 dokáží 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.



Zdroj: <https://www.5dimensions.sk/portfolio/agv-dizajn/>

**Obr. 9 AGV CEIT 1300 AF-BD**

- **AGV CEIT 1300A 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.



Zdroj: <https://www.5dimensions.sk/portfolio/agv-dizajn/>

**Obr. 10 AGV CEIT 1300A, 2000A**

V současném provozu AGV od společnosti CEIT a.s. je jedno velké omezení, které značně komplikuje provoz na výrobní hale. AGV od společnosti CEIT a.s. je schopné změnit své rozhodnutí pouze 9x v rámci jedné trasy. Celkově má robot čtyři možnosti, které lze různě kombinovat. Tyto možnosti jsou pak rozděleny na:

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

Tyto čtyři možnosti je poté schopen robot nakombinovat pouze devětkrát v rámci jedné trasy což činí jeho pohyb značně omezeným vzhledem k potřebnému množství změny směru jízdy v průběhu navážení.

### **5.3 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 usecích, 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

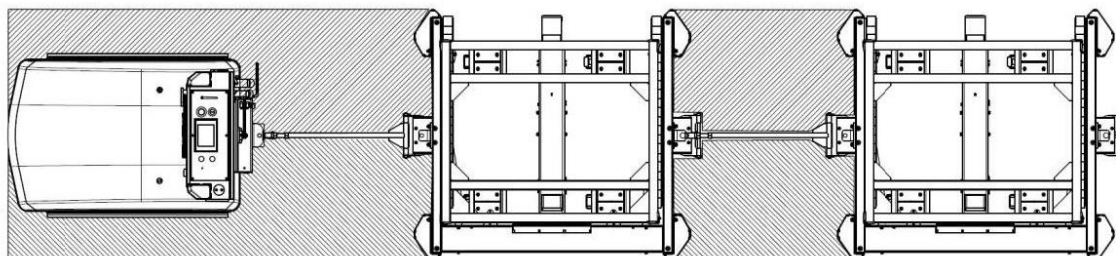
a RFID tagů, ve kterých jsou naprogramované jednotlivé příkazy, které jsou požadovány od zařízení v provozu.

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.

V blízkosti zařízení se nachází tzv. nechráněná zóna (vyznačena šrafováním na obrázku) 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.



Zdroj: Interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 11 nechráněná zóna**

## 5.4 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. Krom 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 ekonory, které přepravují v jistých případech i pět za sebou zapojených vozíků a potřebují proto poměrně hodně prostoru. Také se zde pohybují ekonory zavázející drobný materiál v KLT boxech. Materiál zavážený od místa složení putuje také do skladů. V tomto případě je dopravován pomocí vysokozdvíhových 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 navázení dílů na montážní linku.

## 6 Stanovení potřebných kritérií pro výběr nové technologie

Pro dobře provedený výběr potenciální nové technologie je potřeba správným způsobem stanovit kritéria, která musí nová technologie splňovat tak, aby byla schopna plnohodnotně nahradit současné roboty. Na základě dlouholetého používání současné techniky, společně s hloubkovou analýzou všech potřebných a chybějících funkcí, vytvořila společnost ŠKODA AUTO a.s. soupis klíčových vlastností a kritérií, které musí být co nejlépe naplněny potenciální náhradou současných robotů. Kritéria jsou rozdělena do tří základních skupin: na funkčnost, bezpečnost a dodatečnou výbavu. Veškerá kritéria se také rozdělují do dvou typů AGV: na tahače a na podjezdové moduly. V další části této kapitoly budou popsána všechna kritéria.

		FTS tahač	FTS podjezdové	
Funkčnost	Pohon	elektrický		
	Způsob navádění	prostorové / autonomní		
	Způsob řízení	Manuální / Řídicí systém (monitoring a řízení jednotlivých FTS)		
	Tažná síla	500-6000 kg	500-2000 kg	
	Nosnost			
	Pojezd	vpřed	vpřed i vzad	
	Otáčení	-	otáčení na místě	
	Rychlost	Plynulá změna rychlosti (1-2 m/s)		
	Moduly		Pro monitoring a spojení s řídicím systémem	
			Pro sledování nárazu	
			Pro komunikaci s protipožárními systémem	
			-	Funkce automatického překládání nákladu
			Funkce přesného zastavování	
Reakce a komunikace s jinými zařízeními	Reakce na zařízení (např. VZV) a komunikace s technologiemi ve Škoda (semafor, závora, pož. EPS, ...)			
Posun	Možnost horizontálního a vertikálního posunu (pro periferie /podjezd. – váleč. dopravník)			
Baterie	Bezúdržbová, Li-ion			
Nabíjení	Průběžné automatické nabíjení vč. indikace stavu nabití pomocí nabíječky (230 V / 400 V)			
Bezpečnost		Bezpečnostní skener víceúrovňový		
		Akustický modul (přehrávání hudby)		
		Stop tlačítko		
		Modré světlo statické – čelní		
Dodatečná výbava	Agregáty	hydraulický		
		pneumatický		

Zdroj: Interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Tab. 1 Tabulka kritérií**

### Funkčnost

#### • Pohon

Pohon nového AGV musí být elektrický napájený bateriemi, u kterých je možné průběžné nabíjení. Důležitou roli u pohonu hraje umístění hnané nápravy (např.

zadní část, přední část nebo uprostřed). 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 takového 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 podbodů 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.

### • 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.

## 7 Porovnání vybraných společností

V následující kapitole jsou popsáni zástupci aktuální nabídky autonomních AGV vozíků. Nejedná se o veškeré zástupce, nýbrž o předvybrané společnosti, jejichž produkt se skutečně může ucházet o angažmá ve ŠKODA AUTO a.s. Tito zástupci byli předvybráni na základě jednoduchých podmínek jako je například bezpásková navigace, specifické rozměry, konstrukce atp.

### • Otto motors

Tato Kanadská společnost se sídlem v Torontu nabízí na trhu AGV dva podjezdové moduly. Jeden s nosností do 100 kg a druhý větší s nosností až do 1500 kg. Pro případ výrobní haly M1 je přípustná nosnost do 100 kg příliš nízká a tím pádem nevyužitelná a proto bude více do podrobně popsán a zhodnocen model OTTO1500.

Toto AGV má hnanou nápravu uprostřed vybavenou velkými gumovými koly. Maximální rychlost, kterou se dokáže pohybovat jsou 2 m/s. K navigaci používá specifický systém pohybu pomocí vizuálních bodů rozmístěných v prostoru, ve kterém se pohybuje. V interní paměti robota je nahrána přesná mapa prostoru (layout) ve kterém má být využíván. Robot sám v rámci pohybu zaznamená, kde se nacházejí jednotlivé vizuální body a jejich přesnou polohu vyznačí v mapě, kterou používá. K navigaci poté není třeba vytvářet žádné virtuální průjezdové body, stačí pouze určit počáteční a konečnou pozici. Společnost deklaruje, že OTTO1500 je schopen přesného umístění v rozmezí  $\pm 25$  mm. Samozřejmostí je schopnost vyhnout se neočekávané překážce na cestě. OTTO1500 se dokáže pohybovat až 8 hodin na plně nabitou baterii.



Zdroj: <https://www.romias.nl/otto-motors-sdv>.

**Obr. 12 Otto Motors – Otto 1500**

Společnost Otto motors nabízí širokou škálu rozšíření pro své AGV jako je například zvedací modul nebo speciální válečkový dopravník. V případě, že AGV není vybaveno žádným z možných rozšíření, je možné umístit náklad přímo na vozík bez žádných speciálních nástavců. Díky vysoko pevnostnímu svařovanému rámu a pevné konstrukci těla nehrozí prakticky žádné poškození. Pevná konstrukce je velkou výhodou i v případě střetu AGV vozíku s okolní technikou.

Robot je vybaven dvojicí bezpečnostních skenerů, a to vpředu a vzadu. Horní hrana je tvořena led osvětlením, které dokáže rozsvítit celý obvod robota. Mimo jiné jsou na vozíku celkem čtyři bezpečnostní tlačítka zastavení a to tak, aby na každé straně bylo jedno. (Otto motors, [online])

## • Mobile Industrial Robots ApS

Dánská společnost Mobile Industrial Robots se sídlem v Odense, specializující se na kolaborativní koroboty, nabízí pět různých variant autonomních AGV vozíků. Jejich hlavním odvětvím je sektor zdravotnictví společně s průmyslovou logistikou. Nabídka 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 standartních europalet a mnoho dalších.



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

### **Obr. 13 MiR100-200 podjezdový**

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 dokáží pohybovat je 1,1 m/s při pohybu vpřed a 0,3 m/s při pohybu vzad. K navigaci využívá společnost MiR virtuální tagy umístěné v předem naskenované a v paměti robota umístěné mapě. V případě potřeby přesného umístění robota v prostoru je deklarováno rozmezí  $\pm 50$  mm v rámci pozice samotného robota, a  $\pm 10$  mm v případě umístění přepravovaného nákladu. 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.



Zdroj: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/products/mirhook200/>

**Obr. 14 MiRHook 100-200 tažný**

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  $\pm 5$  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 detekující 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])

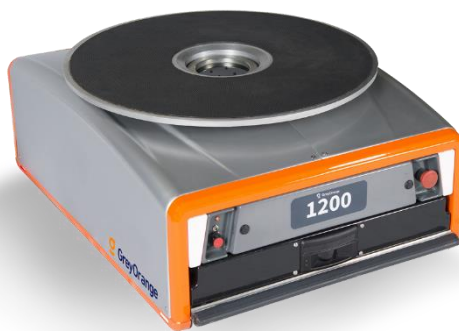


Zdroj: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/products/mir500/>

**Obr. 15 MiR500 podjezdový**

### • Grey Orange

Relativně mladá společnost GreyOrange Pte. Ltd. se sídlem v Singapuru a s pobočkami po celém světě (Německo, Indie, USA) nabízí dva modely podjezdových modulů AGV, a to model Butler M s nosností 600 kg a Butler XL s nosností až 1400 kg. Oba vozíky mají hnanou prostřední nápravu s gumovými koly. Maximální rychlost, kterou se dokáží pohybovat je 1,2 m/s. Navigační systém využívaný touto společností je síť po sobě jdoucích RFID tagů v rámci kterých se roboti pohybují jako na šachovnici. Díky tomuto systému navigace jsou vozíky schopny umístit vezený náklad s přesností na  $\pm 25$  mm u slabšího modelu Butler M, a  $\pm 20$  mm u silnější verze Butler XL.



Zdroj: <https://www.greyorange.com/>

**Obr. 16 Grey Orange – Butler M**

Na Plně nabitou baterii je verze Butler M schopna plně pracovat v rozmezí 8 až 12 hodin (na základě hmotnosti přepravovaného nákladu). Butler XL je pak schopen pracovat v rozmezí 6 až 8 hodin. Oba modely disponují obousměrným detekčním systémem překážek s infrared senzory. Dokáží reagovat na objekty od velikosti 70 mm v průměru. Minimální vzdálenost, na kterou dokáže robot reagovat na překážku je 450 mm. Bohužel kvůli šachovnicovému rozmístění RFID tagů nejsou tyto vozíky schopny vyhybat se neočekávaným překážkám. Samozřejmostí jsou dvě bezpečnostní tlačítka zastavení. Výrobce také uvádí, že AGV vozíky jsou schopny automaticky reagovat na případný požár nebo zemětřesení a v případě takovéto situace vyklidit cestu záchraným složkám. Nutno podotknout, že AGV vozíky od této společnosti jsou vhodné spíše pro pohyb ve skladech než pro zavážení montážních linek. (Grey Orange, [online])



Zdroj: <https://www.greorange.com/>

**Obr. 17 Grey Orange – Butler XL**



## • 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 narušil od předchozího modelu je Kivnon K11 schopen obousměrného pohybu. 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. Stejně jako předchozí společnosti, i Kivnon využívá senzory pro předcházení případných kolizí s překážkami. Díky důmyslnému systému nabíjení je možný nepřetržitý provoz. V případě nutnosti je výměna baterie jako celku velmi snadná a přístupná ze strany AGV vozíku.



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

**Obr. 18 AGV od společnosti Kivnon**

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. Narozdíl 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 Systechgtoup s.r.o. (Kivnon, [online])

### • Milvus Robotics

Společnost Milvus Robotics se sídlem v turecké Ankaře v současné době nabízí dva podjezdové moduly AGV s označením SEIT. Menší ze dvou nabízených je model SEIT100 s maximální nosností do 100 kg a větším je SEIT500 s nosností do 500 kg. Oba tyto modely mají hnací nápravu uprostřed a jsou vybaveny dostatečně velkými pogumovanými koly. Maximální rychlost, kterou se mohou pohybovat je 1,5 m/s. Jako navigační systém využívá společnost Milvus podobný princip jako společnost Mobile Industrial Robots tj. naskenovaná mapa skrze webový interface v rámci které jsou určeny virtuální tagy a přesné pozice. Díky této navigaci jsou oba AGV vozíky schopny umístit náklad s přesností na +-25 mm. Díky svému navigačnímu systému jsou AGV schopny vyhýbat se případným překážkám a reagovat tak na dynamické změny ve svém okolí.



Zdroj: <http://www.venn-idc.com/en/works/seit-series>

**Obr. 19 AGV SEIT100 a SEIT500**

V rámci bezpečnostního vybavení disponují oba zástupci laserovým skenerem SICK umístěných na přední a zadní straně. Stejně jako ostatní podjezdové moduly od jiných společností i AGV SEIT v obou provedeních mají čtyři bezpečnostní tlačítka zastavení. Standardní výbavou je také modul pro světelnou komunikaci s okolím. Společnost mimo jiné nabízí intuitivní operační systém na řízení více jednotek v rámci jednoho sdíleného prostoru. Tento systém také sbírá data o veškerých aktivitách robotů. Oba zástupce je také možné dovybavit například o pásový dopravník nebo o zdvihový modul.

#### • **Grenzebach Maschinenbau GmbH**

Německá společnost Grenzebach Maschinenbau GmbH má ve svém portfoliu jak podjezdové moduly AGV, tahače, tak i vysokozdvizné vozíky. V rámci podjezdových modulů tato společnost nabízí tři varianty, lišící se maximální nosností a typem přepravovaných jednotek. Nejslabším zástupcem je AGV L600 s nosností 600 kg. Tento typ se dokáže pohybovat rychlostí v rozmezí 1 m/s a 1,5 m/s s ohledem na náklad. Díky hnané nápravě umístěné uprostřed je tento vozík schopen otočit se na místě do jakéhokoliv směru. Využívá prostorovou navigaci, v rámci které se pohybuje mezi jednotlivými tagy.



Zdroj: Interní materiály Grenzebach Maschinenbau GmbH

**Obr. 20 AGV Grenzebach L600**

Větší z nabízených podjezdových modulů s označením L1200S má nosnost až do 1200 kg. Dokáže se pohybovat rychlostí 1 m/s a to bez rozdílu veze-li břemeno nebo nikoli. Stejně jako menší předchůdce, i tento model se díky centrálně umístěné

hnací nápravě dokáže otočit na místě, avšak z důvodu větších rozměrů je výrobcem doporučeno počítat s prostorem okolo 1 metru pro bezproblémové otáčení. K navigaci tento model využívá konturový navigační systém.

Třetím podjezdovým modulem od firmy Grenzebach je vozík s označením FL1200S, který je specificky upravený na transport standardních europalet. Maximální nosnost je 1200 kg, avšak nutnou podmínkou je umístění nákladu na europaletu a na speciální nákladní stůl. Maximální rychlost je 1 m/s. Radius pro otočení je stejný jako u předchozího modulu L1200S, tedy otočení na místě, maximálně v rámci 1 metru. K navigaci je využit konturový systém navádění, který na základě bezpečnostních skenerů porovnává přítomnost potenciálních překážek s interně nahanou mapou prostoru, kde se robot AGV nachází.

Všichni zástupci podjezdových modulů od společnosti Grenzebach dokáží pracovat bez přestání, a to díky možnosti indukčního nabíjení v průběhu běžného provozu. V rámci dodatečné spolupráce firma nabízí možnost dovybavit nejmenšího z výše popsaných (model L600) o kolaborativního korobota s nosností do 10 kg.



Zdroj: Interní materiály Grezbebach Maschinenbau GmbH

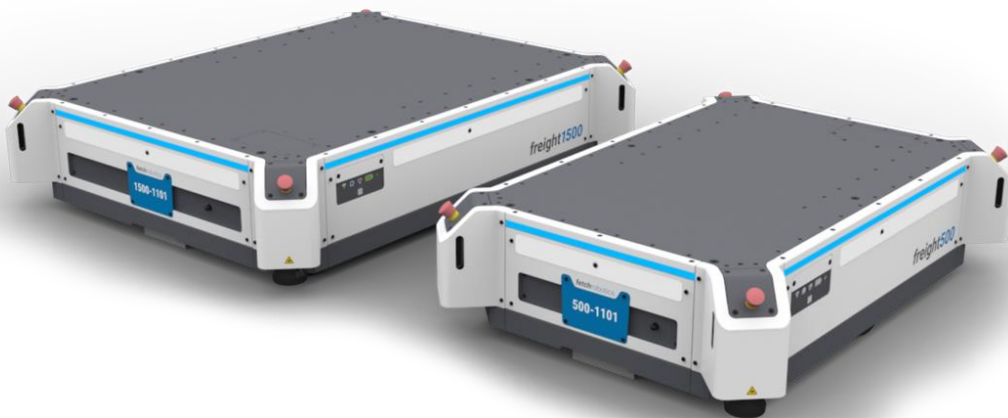
#### **Obr. 21 AGV Grenzebach Tugger**

Kromě podjezdových modulů má společnost v nabídce i tři varianty AGV tahačů v rozmezí tažné síly 1000 kg, 2000 kg a 3000 kg. Všechny varianty jsou schopny pohybovat se rychlostí v rozmezí 1 m/s až 1,2 m/s a to pouze při pohybu vpřed. Pohyb vzad u tažných AGV vozíků není možný. Tahače jsou schopny zastavit na předem definované místo na  $\pm 13$  mm. K navigaci využívají optickou navigaci, ale v nabídce jsou také varianty s indukční navigací a s laserovou navigací. Tahače

jsou schopny provést automatické odpřažení vozíků, nikoliv však opětovné připojení bez přičinění pracovníka obsluhy. Díky průběžnému indukčnímu nabíjení nebo snadné výměně baterie jsou tahače schopny stejně jako podjezdové moduly neustálého provozu. (Grenzebach, [online])

- **Fetch Robotics Inc.**

Americká společnost Fetch Robotics, se sídlem v San Jose ve Spojených státech, má ve své nabídce tři druhy podjezdových AGV modulů. Prvním z trojice nabízených je malý regálový AGV robot, s nosností do 70 kg. Další dva zástupci jsou poté velké podjezdové moduly Freight500 a Freight1500. Tyto dva modely disponují maximální nosností v rozmezí od 500 kg v případě menšího ze dvou modelů až do 1500 kg v případě modelu Fetch1500. Jako navigační systém využívá společnost Fetch Robotics kombinaci 2D laseru a 3D kamery, což umožňuje nejlépe kontrolovat okolí AGV. Díky modulům předvídatelnosti, detekci okluze a dynamickému vyhýbaní se překážkám, se dovedou všichni tři zástupci této firmy vyhnout neočekávané překážce a následně se učit a pamatovat si místa, ve kterých nejčastěji na předem stanovené trase dochází k potenciálním kolizím. Maximální rychlost, kterou se AGV od Fetch Robotics dokáží pohybovat byla výrobcem omezena na 1,5 m/s. Na plné nabití je dojezd uváděn okolo 32 km nebo až 9 hodin plně vytíženého fungování.



Zdroj: <https://fetchrobotics.com/products-technology/virtualconveyor/freight-robots/>

**Obr. 22 AGV Freight500 a Freight1500**

Z hlediska bezpečnosti jsou všechny modely vybaveny SICK skenery pohybu, které jsou umístěny tak, aby byly pokryty všechny strany robota. Standardní bezpečnostní výbavou jsou u robotů podobné velikosti čtyři bezpečnostní tlačítka zastavení. Díky systému integrované mapy v řídicím systému samotného robota, slouží k navigaci především virtuální tagy. Tento systém na správu a konfiguraci map je velmi podobný jako např. u společnosti MiR.

#### • **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. V rámci autonomních AGV má tato společnost v nabídce dva zajímavé zástupce. První z nich je označen jako Custom move. 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.



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

**Obr. 23 AGV Custom move**



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.



Zdroj: <https://ek-automation.com/fahrzeuge/fast-move/>

**Obr. 24 AGV Fast move**

Mladším sourozencem typu Custom move je v letošním roce představená zbrusu nový 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 jediné 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 zvihu 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

modulu Fast move. Velkou výhodou společnosti EK Automation je české zastoupení. (EK Automation, [online])



## 8 Hodnocení vybraných společností

V následující části je vypracované bodové ohodnocení jednotlivých zástupců trhu s AGV roboty. Hodnotící škála je od jednoho do tří bodů podle naplnění daného kritéria, kdy v případě, že společnost zcela splňuje danou podmínku, obdrží tři body a v opačném případě, pouze bod jeden. Nutno podotknout, že v rámci vyhodnocení nejsou hodnocena veškerá výše popsaná kritéria, nýbrž jen ta, která jsou brána jako naprosto klíčová. Z celkového hodnocení vycházejí nejlépe tři kandidáti, ze kterých bude v následující části vybrán ten, jehož kritéria nejvíce naplňují očekávání a potřeby prostorů a provozu ve ŠKODA AUTO a.s.

	Otto Motors	MiR ApS	Grey Orange	Kivnon	Milvus Robotics	Grenzebach GmbH	Fetch robotics	EK Automation
Způsob navádění	3	2	1	2	2	2	2	3
Řídicí systém	2	3	2	3	2	2	2	3
Nosnost / tažná síla	2	2	1	3	1	2	2	3
Pojezd	3	2	1	3	2	2	3	3
Otáčení	3	2	1	2	3	2	3	3
Rychlost	2	2	2	2	2	2	2	3
Nabíjení	2	2	2	2	2	2	2	2
Bezpečnost	2	2	2	2	2	2	2	2
Dodatečné moduly	2	3	1	3	1	1	1	3
České zastoupení	1	3	1	3	1	1	1	3
	22	23	14	25	18	18	20	28

Zdroj: Vlastní zpracování

**Tab. 2** Tabulka výsledného hodnocení

V tabulce 2 jsou ohodnoceny a barevně vyznačeny výsledky jednotlivých firem. Nejslabší ohodnocení pouhým jedním bodem je podbarveno oranžovou barvou. Hodnocení dvou body je pak podbarveno barvou žlutou. Nejlepší výsledek tedy tři body je vyznačen zelenou barvou. Díky tomuto barevnému rozvržení tabulky s hodnocením je tak na první pohled pochopitelné, jaká společnost nabízí nejvíce odpovídající produkt. Ve spodní části tabulky je pak vyznačen součet celkových bodů, podle kterého s celkovým počtem 28 bodů vyšla nejlépe společnost EK Automation. Na druhém místě pak s 25 body vyšla společnost Kivnon, která je stejně jako EK Automation doporučována jako vyhovující.

## 8.1 Doporučená technologie

Nejen na základě bodového hodnocení, ale také díky nejširší nabídce potenciálních rozšíření je v rámci závěrečné práce doporučena společnost EK Automation jako ideální náhrada za současnou technologii od společnosti CEIT a.s. Tato společnost s českým zastoupením v dojezdové vzdálenosti od závodu v Mladé Boleslavi (Čestlice u Prahy) nejlépe naplňuje očekávaná kritéria a vlastnosti požadované provozem na výrobní hale M1. V rámci doporučení konkrétního modelu se jedná o typ Fast move. Tento typ AGV je jedním z nejnovějších z vybraných společností a díky tomu také nejmodernější. Vlastnosti kterými disponuje jsou prakticky neporovnatelné s konkurencí, a to především díky absolutně versatilním pohybovým vlastnostem v kombinaci s maximální přípustnou hmotností 2000 kg. Dalším z důvodů, proč je doporučen tento model, je velmi široké spektrum rozšíření např. o zvihové moduly nebo nejrůznější dopravníky. V nabídce rozšíření je také možnost dovybavit AGV o korobotickou paži.

V případě, že by do provozu byl vybrán jako náhrada současné technologie 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 hale M1 potřeba počítat s minimálním počtem 50 podjezdových modulů pro hladký chod navážení materiálu. Toto číslo bylo stanoveno podle počtu vagonů přepravovaných současnou AGV technikou.

Pro případ, kdy by čistě podjezdový modul nebyl ideálním řešením pro současný provoz ve ŠKODA AUTO a.s., je dále doporučena společnost Kivnon, která se v rámci hodnocení umístila na druhé příčce. Ta má ve své nabídce AGV moduly, které dokáží sloužit jako podjezdové moduly, ale stejně tak i jako tažná zařízení schopná přepravit více vagonů. Celkový počet potřebných AGV by tak mohl být o něco nižší, otázkou však zůstává, zdali je opravdu potřeba snižovat technické nároky na požadované zařízení.

Jako jedna z doplňujících možností, jak co nejlépe využít doporučovanou novou technologii a maximalizovat tak její potenciál a potenciál skrývající se za možnostmi využití, je vytvoření plně automatického skladového prostoru. Takovou možností, jak významně zefektivnit proces vychystávání a následné dopravy materiálu ze skladových ploch přímo na výrobní linku, je celková přeměna klasického skladu na

tzv. automatický sklad. I přes to, že se tento návrh může jevit jako naprostá utopie, v dnešní době tomu tak již není. V ideálním případě v takovémto skladu bude pouze pár centrálně umístěných pracovníků, kteří budou materiál pouze vychystávat podle potřeby a do konkrétní podoby toho, jak si to bude přát montážní linka. V takovémto případě proces v automatickém skladu začíná složením materiálu od přepravce, který by stále probíhal tak, jako je tomu doposud. Složený materiál by byl však naložen na připravené AGV vozíky, které by tento materiál automaticky přepravily do skladu. Ve skladu by AGV vozík konkrétní materiál přivezl na konkrétní místo, kde má být využit pro následné vychystání. Poté, co pracovník skladu připraví materiál, dojde k opětovnému umístění na AGV vozík, který následně dopraví materiál, buď na místo odkud bude materiál přesunut obsluhou na dané místo spotřeby anebo poveze AGV vychystané díly přímo na linku. V takovémto případě by bylo možné přesunout veškerý pohyb AGV robotů do prostoru skladů, kde by měl více prostoru a svobody pohybu, čímž by se zvýšila celková efektivita jeho provozu.

Další z variant by pak byla taková možnost, v rámci které by AGV vozíky vůbec nevyjížděly z prostoru skladů a materiál by pouze přibližovaly k hranici skladu a výrobní linky. Odtud by byl materiál přeložen operátorovi logistiky, který by už sám díly doručil na správné místo potřeby. V tomto případě by každá pohyblivá entita v jinak sdíleném prostoru měla přesně určené místo a nedocházelo by tak k neustálým střetům, které mají na svědomí vzájemné zdržování a zbytečné komplikování práce. V případě automatického skladu jde však jít ještě dále. Materiál může být zaskladňován autonomními vysokozdviznými vozíky, posléze může být stejným vozíkem přeložen na AGV soupravu a automaticky odeslán na místo potřeby. Nad celým takto fungujícím prostorem se může pohybovat další z autonomních entit, a to sice drony, které se dnes již také stávají běžnou součástí logistických procesů. Takový dron může sloužit pro kontrolu správnosti vykonávané přepravy materiálu stejně tak jako pomocný nástroj při inventuře.

Nejvíce celistvá by byla přeměna skladovacích prostor na jedno velké "parkoviště" podjezdových modulů AGV, které by všechny měly svou vlastní konkrétní nastavbu s konkrétním typem materiálu. V takovém případě by mohl celkový proces funkce skladů být nahrazen autonomním pohybem podjezdových modulů, čímž by došlo k výrazné úspoře místa, stejně tak jako ke snížení skladových zásob. Samozřejmostí v takovém případě bude mnohonásobně vyšší využití ploch skladů. Takováto

změna je však velmi logisticky a stejně tak i finančně náročná. Nutno však podotknout, že dříve nebo později bude muset podobná změna nastat, a to především v důsledku vyčerpání možností technologického podržování se existujícímu prostoru. Současná logistika se tak dostává na přelom doby, kdy již nebude možné podřívovat techniku prostoru, ale naopak bude nutné začít podržovat prostor technice, a to především za účelem maximalizace efektivity veškerých logistických procesů.

## 8.2 Porovnání vybrané technologie se současným stavem

V porovnání se současným stavem 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 na trasu vyznačenou magnetickou páskou, systém sám určí nejvýhodnější a nejkratší 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.

	MiR ApS	Kivnon	EK Automation	CEIT a.s
Způsob navádění	2	2	3	1
Řídicí systém	3	3	3	1
Nosnost / tažná síla	2	3	3	2
Pojezd	2	3	3	1
Otáčení	2	2	3	1
Rychlost	2	2	3	2
Nabíjení	2	2	2	2
Bezpečnost	2	2	2	1
Dodatečné moduly	3	3	3	1
České zastoupení	3	3	3	3
	23	25	28	15

Zdroj: Vlastní zpracování

**Tab. 3** Tabulka porovnání doporučené technologie se současným stavem

Zatímco roboti AGV od společnosti CEIT a.s. slepě následují magnetickou páskou a jejich provoz je omezen pouze v rámci předem definovaných a špatně upravitelných drah, obě doporučené společnosti mají velmi versatlní 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

Současný svět logistiky se čím dál tím rychleji vyvíjí. Díky technologii dostupné v dnešní době se celý svět výrobního průmyslu každým dnem mění a otevírají se mu nové a nové možnosti. V průběhu roku 2018 byl představen první plně autonomní nákladní vůz, testují se speciální drony, které mají pomoci s investicemi, běžnou praxí již jsou plně autonomní sklady v rámci kterých, se již nepohybují lidé nýbrž pouze stovky drobných podjezdových robotů. V takovémto skladu je pak armáda autonomních AGV robotů schopna vychystat sebesložitější objednávky ve zlomku času, který by to zabralo běžným pracovníkům. Tento vývoj je opravdu bleskově rychlý a celkový koncept logistických procesů má před sebou zajímavou a velmi dynamickou dobu.

Samotný trh s AGV zažívá obrovský růst. Firem specializujících se na automatický přesun materiálu v nejrůznějších podobách je čím dál tím více a možnosti, které tyto společnosti nabízejí, usnadní samotné procesy pohybu materiálu takovým způsobem, že výrobním společnostem využívajících tyto technologie umožní využít nenahraditelný lidský kapitál pro více důležité a komplexní úkoly.

Cílem této diplomové práce bylo doporučit novou technologii využitelnou pro navážení materiálu ze skladů na montážní linku, a to konkrétně ve výrobní hale M1 v mladoboleslavské ŠKODA AUTO a.s. V rámci procesu doporučení byla provedena analýza současného procesu navážení, v rámci které byly identifikovány požadavky potřebné pro nejefektivnější provoz nové technologie. Na základě těchto kritérií byla vytvořena také jednoduchá hodnotící bodová škála, ve které byla jednotlivá kritéria ohodnocena od jednoho bodu do tří, a to podle toho, do jaké míry jednotlivě vybraní zástupci splňovali předem stanovená kritéria.

Celkem bylo vybráno a popsáno osm společností nabízející nejpoužitelnější zástupce AGV robotů, kteří by potenciálně mohli nahradit současnou technologii. V rámci těchto společností byli popsáni zástupci ze všech dostupných možností na současném trhu. Jednalo se tak o nejrůznější varianty podjezdových modulů společně s velkým množstvím a variantami tažných modulů.

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

Díličím cílem této práce pak bylo doporučit i potenciální počet nových robotů potřebných pro úspěšné a efektivní nahrazení současné technologie. Výsledný

počet použitých AGV by musel být drobně navýšen, než je tomu v současné době, a to konkrétně z 38 na zhruba 50 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 jako negativně. 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.

Jak již bylo zmíněno, hlavním cílem této práce bylo doporučit novou technologii, která bude splňovat předem stanovená pravidla pro provoz, což se podařilo a došlo tak k naplnění cílů této práce. Kromě samotného naplnění předem stanovených cílů, byla doporučena i změna smýšlení o prostoru výrobní haly M1 jako celku, což v budoucnu může sloužit jako pomocný nástroj pro jakékoliv změny.

## Seznam literatury

DOUGLAS, Lambert a kol., *Logistika*. 2. vydání, Praha, Computer press, 2000, ISBN 80-7226-221-1, Str. 111.

EK Automation GmbH [online]. [cit. 12. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://ek-automation.com/fahrzeuge/>.

Fetch Robotics Inc. [online]. [cit. 9. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://fetchrobotics.com/products-technology/virtualconveyor/freight-robots/>.

Grenzebach Maschinenbau GmbH [online]. [cit. 10. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://www.grenzebach.com/products-markets/intralogistics/#>.

Grey Orange [online]. [cit. 2. 12. 2018]. Dostupné z URL: [https://www.greyorange.com/storage/images/Butler\\_Datasheet.pdf](https://www.greyorange.com/storage/images/Butler_Datasheet.pdf).

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2016, 158-159 s. ISBN 978-80-7080-952-5

Interní dokumenty CEIT SK. s.r.o.

Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

Kivnon [online]. [cit. 3. 12. 2018]. Dostupné z URL: <http://www.kivnon.com/en/products.html>.

KOREDŮVÁ, Gabirela. *Současné možnosti uplatnění koncepce Industry 4.0*. Mladá Boleslav, 2016. Diplomová práce (Ing.). ŠKODA AUTO Vysoká škola, katedra logistiky a řízení kvality

MAYNARD, Harold Bright a Kjell B ZANDIN. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York. ISBN 00-704-1102-6.

Milvus Robotics [online]. [cit. 4. 12. 2018]. Dostupné z URL: <http://milvusrobotics.com/products/seit>.

Mobile Industrial Robots ApS [online]. [cit. 2. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/>.

Otto Motors [online]. [cit. 1. 12. 2018]. Dostupné z URL: <https://ottomotors.com/otto1500>.

SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994, 301 s. ISBN 8085605872, str. 21.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd.1. Brno: CP Books, a.s., 2005. Str. 49. ISBN 80-251-0573-3



System online [online]. 1-2/2015. [cit. 25. 9. 2018]. Dostupné z URL: <<https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/autonomni-vozidla-jsou-budoucnosti-logistiky.htm>>.

Wired [online]. [cit. 16. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/>.

## Seznam obrázků

Obr. 1	Barret AGV.....	16
Obr. 2	AGV tahač.....	20
Obr. 3	Paletový vozík.....	21
Obr. 4	Podjezdový vozík .....	22
Obr. 5	Optická navigace .....	24
Obr. 6	Indukční navigace .....	25
Obr. 7	Laserová navigace .....	26
Obr. 8	Bezpečností systém AGV .....	27
Obr. 9	AGV CEIT 1300 AF-BD.....	34
Obr. 10	AGV CEIT 1300A, 2000A .....	35
Obr. 11	nechráněná zóna.....	37
Obr. 12	Otto Motors – Otto 1500.....	44
Obr. 13	MiR100-200 podjezdový .....	45
Obr. 14	MiRHook 100-200 tažný.....	46
Obr. 15	MiR500 podjezdový .....	47
Obr. 16	Grey Orange – Butler M.....	47
Obr. 17	Grey Orange – Butler XL.....	48
Obr. 18	AGV od společnosti Kivnon.....	49
Obr. 19	AGV SEIT100 a SEIT500 .....	50
Obr. 20	AGV Grenzebach L600 .....	51
Obr. 21	AGV Grenzebach Tugger .....	52
Obr. 22	AGV Freight500 a Freight1500.....	53
Obr. 23	AGV Custom move.....	54
Obr. 24	AGV Fast move .....	55

## Seznam tabulek

Tab. 1	Tabulka kritérií .....	39
Tab. 2	Tabulka výsledného hodnocení .....	57
Tab. 3	Tabulka porovnání doporučené technologie se současným stavem....	60

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Milan Kutáček		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Technologie automatického navážení v interní logistice v automotive		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>KATEDRA</b>	KLAT – Katedra logistiky, kvality a automobilové techniky	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2019
<b>POČET STRAN</b>	66		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	24		
<b>POČET TABULEK</b>	3		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	0		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tématem diplomové práce je technologie navážení v interní logistice v automotive. Teoretická část práce je zaměřená na popis fungování a jednotlivých typů AGV. Také popisuje fungování Industry 4.0 společně s autonomií pohybu v logistice. V rámci teoretické části se práce zaměřuje na popis specifik provozu a potřebných kritérií pro správné fungování nové technologie. V této části jsou popsány jednotlivé společnosti nabízející AGV. V závěrečné části jsou všichni zástupci zhodnoceni a je vybrána a doporučena nová technologie.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Industry 4.0, AGV, autonomie, navážení materiálu		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Milan Kutáček		
<b>FIELD</b>	<b>6208T088 Production Management and Global Business</b>		
<b>THESIS TITLE</b>	Technology of delivery in internal logistics in automotive		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	<b>KLAT Department of Logistics, Quality and Automotive Technology</b>	<b>YEAR</b>	<b>2019</b>
<b>NUMBER OF PAGES</b>	66		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	24		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	3		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	0		
<b>SUMMARY</b>	<p>The theme of this diploma thesis is the technology of delivery in internal logistics in automotive. The theoretical part of the thesis is focused on description of the functioning and individual types of AGV. It also describes the operation of Industry 4.0 together with autonomy in logistics. In the theoretical part, the thesis focuses on description of the specifics of operation and the necessary criteria for the correct functioning of the new technology. This section describes individual companies offering AGV. In the final part, all representatives are evaluated and new technology is selected and recommended.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Industry 4.0, autonomy, delivery of material		

