

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy

## **Elektrické manipulační vozíky**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Dvořák František, CSc.

Autor práce: Marek Vampola

PRAHA 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vampola Marek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Elektrické manipulační vozíky**

Anglický název

**The electric industrial trucks**

### Cíle práce

Analýza současné produkce elektrických manipulačních vozíků s řidičem a technického provedení bezřidičových dopravních systémů. Porovnání a posouzení jejich technických parametrů a užitných vlastností. Posouzení změn a nových vývojových trendů.

### Metodika

Na základě shromážděných materiálů provést hodnocení z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního a posouzení předpokládaných vývojových trendů.

### Osnova práce

1. Úvod
2. Rozdělení, koncepční a konstrukční řešení manipulačních vozíků
3. Elektrické vozíky s řidičem
4. Bezřidičové dopravní systémy
5. Víze, možnosti a očekávaný vývoj
6. Závěr



**Rozsah textové části**

30 stran textu včetně obrázků, tabulek a grafů

**Klíčová slova**

elektrický manipulační vozík, bezřidičový dopravní systém, indukční vedení vozíku, optické vedení vozíku, laserem vedené vozíky

**Doporučené zdroje informací**

Hlavenka, B.: Manipulace s materiálem – systémy a prostředky manipulace s materiálem. VUT, Brno, Akadamedické nakladatelství CERM, Brno, 2008, ISBN 978-80-214-3607-7.

Novák, J. Elektromechanické systémy v dopravě a ve strojírenství. Praha: ČVUT, 2002.

Lambert, D., M., Stock, J., R., Ellram, L., M.: Logistika. Praha: Computer Press, 2000, ISBN 80 7226 221 1.

Daněk, J., Pavliska, J.: Technologie ložných a skladových operací I a II. Ostrava: VŠB, 2002, ISBN 80 248 0063 2.

Drahotský, I., Řezníček, B.: Logistika – procesy a její řízení. Brno: Computer Press, 2003, ISBN 80 7226521-0.

Jeřábek, K.: Stroje a zařízení pro manipulaci. Praha: ČVUT, 1987.

Svoboda, V., Latýn, P.: Logistika. Praha: ČVUT, 2003, ISBN 80 01 02735 X.

**Vedoucí práce**

Dvořák František, Ing., CSc.

**Termín zadání**

listopad 2012

**Termín odevzdání**

duben 2014

**doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 18.3.2013

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Elektrické manipulační vozíky* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Dvořáka, CSc. a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Praze dne 12. února 2015

---

Marek Vampola

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Dvořáku Františkovi, CSc. za jeho neocenitelné rady a konzultace, které mi během psaní bakalářské práce poskytoval. Dále mé rodině, která mě podporovala a motivovala během celého studia.

**Abstrakt:**

Cílem této bakalářské práce je analýza současné produkce elektrických manipulačních vozíků s řidičem a technického provedení bezřidičových dopravních systémů. Práce na začátku rozdělí jednotlivé manipulační vozíky do specifických celků se stručným popisem jejich konstrukčních parametrů. Další část analyzuje současnou produkci elektrických manipulačních vozíků s řidičem od různých výrobců a porovnává jejich hlavní parametry. Následující kapitola popisuje automatické dopravní systémy (Automatic Guided Vehicle) z hlediska způsobu navádění a orientace v prostoru. Součástí této kapitoly je porovnání elektrických manipulačních vozíků s řidičem a automaticky řízených vozíků. Závěrečná část práce pojednává o vizi a možném budoucím vývoji manipulačních vozíků.

**Klíčová slova:** elektrický manipulační vozík, bezřidičový dopravní systém, indukční vedení vozíku, optické vedení vozíku, laserem vedené vozíky

### **The electric industrial trucks**

**Summary:**

The main purpose of this bachelor's thesis is to analyse current production of electric industrial trucks with a driver and to investigate technical construction of the driverless industrial trucks. Initially, the study divides electric industrial trucks into a specific units and brings a concise description of their constructional parameters. The next chapter aims to illuminate contemporary production of electric industrial trucks with driver (diverse manufacturers are introduced) and compares its main parameters. Subsequent chapter describes self-acting traffic systems – „Automatic Guided Vehicles“ and focuses on the issue of navigation methods and spacial orientation. In addition, electric industrial trucks with a driver are compared to the driverless ones. The conclusion brings a vision of the future, it tries to predict next development of the industrial trucks.

**Key words:** electric industrial truck, automatic guided vehicle, induction guided truck, optic guided truck, laser guided trucks

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Rozdělení, koncepční a konstrukční řešení manipulačních vozíků .....	2
2.1	Ruční vozíky.....	2
2.1.1	Bez zdvihu.....	2
2.1.2	Se zdvihem .....	3
2.2	Motorové vozíky.....	4
2.2.1	Akumulátorové vozíky.....	4
2.2.2	Vozíky se spalovacím motorem .....	7
2.2.3	Bez zdvihu .....	8
2.2.4	Se zdvihem .....	8
2.3	Přídavná zařízení k vozíkům .....	13
3	Elektrické vozíky s řidičem.....	14
3.1	Výrobci elektrických vozíků .....	14
3.2	Hodnocení parametrů.....	19
4	Bezřidičové dopravní systémy .....	20
4.1	Navigační systémy.....	21
4.1.1	Indukční navigace.....	21
4.1.2	Optická navigace .....	22
4.1.3	Laserová navigace .....	22
4.1.4	Obrysová navigace.....	23
4.1.5	Magnetická navigace .....	23
4.2	Bezpečnostní systémy .....	24
4.3	Baterie a dobíjení.....	25
4.4	Základní produkce automatických vozíků .....	25
4.4.1	Vozíky E&K Automation .....	25

4.4.2	Vozíky BEEWATEC .....	27
4.5	Porovnání vozíků s řidičem a AGV .....	28
5	Vize, možnosti a očekávaný vývoj .....	29
6	Závěr .....	30
7	Seznam použité literatury .....	31
8	Seznam obrázků .....	33
9	Seznam tabulek .....	34
10	Přílohy .....	35



# 1 Úvod

Dnešní svět je globální systém, kde zákazník může objednat zboží z druhé poloviny zeměkoule a v relativně krátkém čase je dopraveno na jeho adresu nebo je vyzvednuto na předem smluveném místě. Pro většinu lidí je to samozřejmá záležitost, ale v dřívější historii byla tato možnost velmi omezená.

Rozvoj těchto služeb umožnil vznik společností zabývajících se přepravou zboží. Přeprava zboží na takto velké vzdálenosti nelze uskutečnit přímo. Z tohoto důvodu s tím souvisí vznik velkých překladišť, skladů a logistických center. Tam probíhají nejrůznější operace se zbožím (nakládání, vykládání, přesun, třídění), aby dorazilo ke správnému zákazníkovi. Nelze také opomenout průmyslové haly, kde neustále dochází k manipulaci s nákladem (zásobování novým materiálem, přemísťování polotovarů, expedice hotových výrobků). Snahou všech podnikatelů je zajišťovat tyto služby a operace s minimálními náklady a vysokou efektivitou. To vyžaduje použití manipulační techniky.

Manipulační technika velmi usnadňuje a zrychluje práci při manipulaci s břemeny. Protože je tato technika využívána ve velkém měřítku, pro spoustu operací je i velké množství jednotlivých typů této techniky. Při práci ve skladu, logistickém centru nebo průmyslové hale je vhodné použít elektrické manipulační vozíky, protože tento druh vozíků má tichý chod a nevypouští škodlivé výfukové plyny.

Na výrobu a prodej elektrických manipulačních vozíků se dnes specializuje velké množství výrobců z celého světa. Snahou všech je vyrábět spolehlivé, snadno ovladatelné, ergonomické a ekonomicky výhodné vozíky, dosahující velkých přepravních výkonů.

Další velké odvětví manipulační techniky se zaměřuje na automaticky vedené vozíky, které umožňují snižování nákladů.

Tato práce je z velké části zaměřena právě na elektrické manipulační vozíky a automatické dopravní systémy.

## 2 Rozdělení, koncepční a konstrukční řešení manipulačních vozíků

Manipulační vozíky jsou nejpoužívanější prostředky pro manipulaci s materiálem. Používají se jak ve skladech, tak při mezioperační, vnitroobjektové a meziobjektové dopravě. S tím souvisejí různé pracovní operace a tedy i rozdělení a konstrukční řešení jednotlivých druhů vozíků, kterému se budu věnovat v této kapitole. Základní dělení je na ruční (bezmotorové) a motorové vozíky. [1]

### 2.1 Ruční vozíky

Jedná se o vozíky bez vlastního zdroje pohybu. Pohybovou sílu vyvolává lidská obsluha při tažení nebo tlačení vozíku. Jsou vhodné pro přepravu na krátké vzdálenosti (do 50 m). Pokud je zajištěna tvrdá dopravní plocha bez stoupání, mohou přepravovat náklad s hmotností až 3000 kg. Mezi hlavní výhody patří cena, nízké provozní náklady a snadná manipulace. [5]

#### 2.1.1 Bez zdvihu

Nejrozšířenější v této kategorii jsou dvojkolové vozíky tzv. rudly (obr. 1). Mnohou být různě upraveny podle druhu přepravovaného nákladu. Například pro přepravu tlakových lahví, balíků, novin, pytlů nebo pro manipulaci na schodech. Jejich nosnost je až 500 kg. K přepravě materiálu se využívají i trojkolové a čtyřkolové ruční plošinové vozíky (obr. 2). Konstruovány jsou s nosností až 1000 kg. [5]

Obr. 1 *Dvojkolový ruční vozík [6]*



Obr. 2 *Čtyřkolový ruční vozík [6]*



### 2.1.2 Se zdvihem

Ruční nízkozdvížené vozíky (obr. 3) se používají pro horizontální manipulaci s nákladem na paletách nebo plošinách. Dosahují nosnosti až 3000 kg a zdvih vidlic je až 200 mm. Mohou být v nerezové nebo pozinkované úpravě pro práci v mokřém prostředí nebo v provozech se zvýšenými hygienickými nároky. Speciální typy mají zabudovanou váhu, která umožňuje odečet hmotnosti ihned po naložení nákladu, a volitelně lze instalovat tiskárnu pro tisk dat na místě vážení. Přesnost váhy je 0,1 kg. [7]

Ruční vysokozdvížené vozíky (obr. 4) umožňují stohování palet, zakládání do regálů nebo vyložení a naložení užitkového automobilu. Mohou také vytvořit pohyblivý pracovní stůl, protože vidlice lze zvednout do ergonomické pracovní výšky. Nosnost u těchto vozíků je až 1000 kg a zdvih mají až 3 m. [7]

Řízení je v obou případech uskutečňováno ojí, která je napojena na hlavní řídicí kola. Z důvodu různých pracovních podmínek se pro výrobu kol používá více druhů materiálu. V případě těžkých nákladů je vhodné použít nylon, pro tichou jízku a dobrou trakci je vhodná guma. Při práci v těžkém průmyslu je nejvhodnější ocel. Lze využít také polyuretan, který je měkčí a tišší než nylon. [7]

Zdvih je u obou typů hydraulický, řízený kyvným pohybem oje, resp. páky čerpadla. Čerpadlo dodává tlakovou tekutinu do válce, v němž se při kývání oje zvětší tlak tekutiny, a tím dojde ke svislému pohybu pístu. Spuštění nákladu nastane při otevření přepouštěcího ventilu. Moderní vozíky mohou být pro usnadnění práce opatřeny elektromotorem, který zajišťuje zdvih a spouštění. [8]

Obr. 3 *Ruční nízkozdvížený vozík [7]*



Obr. 4 *Ruční vysokozdvížený vozík [7]*



## 2.2 Motorové vozíky

Do této kategorie řadíme vozíky poháněné vlastním motorem. Pro pohon se využívají dva základní druhy motorů, a to spalovací nebo elektrické. Napájení elektrického motoru zajišťuje akumulátorová baterie. Motorové vozíky mají všestranné použití. Převážně slouží k nakládání, vykládání nákladních automobilů nebo přemísťování a stohování předmětů uvnitř i vně velkých skladů a průmyslových závodů. Většinou se pohybují po účelových komunikacích. [5]

### 2.2.1 Akumulátorové vozíky

Akumulátorové vozíky jsou poháněné elektrickým motorem. Ve vozíku jsou umístěné akumulátorové baterie, které slouží k napájení motoru. Vozíky mohou být ručně vedené, kde řidič jde během jízdy před nebo za vozíkem a ovládá ho ojí, nebo má vozík stanoviště pro stojícího, případně sedícího řidiče. Nosnost těchto vozíků bývá od 0,5 do 8,5 t. [5]

Tento typ vozíků je nejčastějším prostředkem pro překládání, vykládání a nakládání jednotlivého zboží. V průmyslových závodech se často využívá k vnitropodnikové dopravě břemen a zásobování jednotlivých pracovišť novým materiálem. [5]

Vozíky s elektrickým pohonem vyžadují vozovku se zpevněným a rovným povrchem. Nezbytností pro provozování akumulátorových vozíků je nabíjecí stanice. Nevýhodou u těchto vozíků je nutnost převážení akumulátorů, které jsou velmi těžké. Omezena je také provozní doba, protože v intenzivním provozu je nutné baterie dobít přibližně po osmi hodinách. Potom se vozík musí připojit k dobíjecí stanici. Když se akumulátor vybije a chceme dále pokračovat v práci, je nutné zdroj z vozíku vyndat (obr. 5) a nahradit jiným nabitým. Vybitý akumulátor je dopraven k nabíjecí stanici, kde se dobije. Tento cyklus se stále opakuje. Další nevýhoda je vysoká pořizovací cena dobíjecí stanice. [5]

Obr. 5 Vyjmutí baterie z vozíku [9]

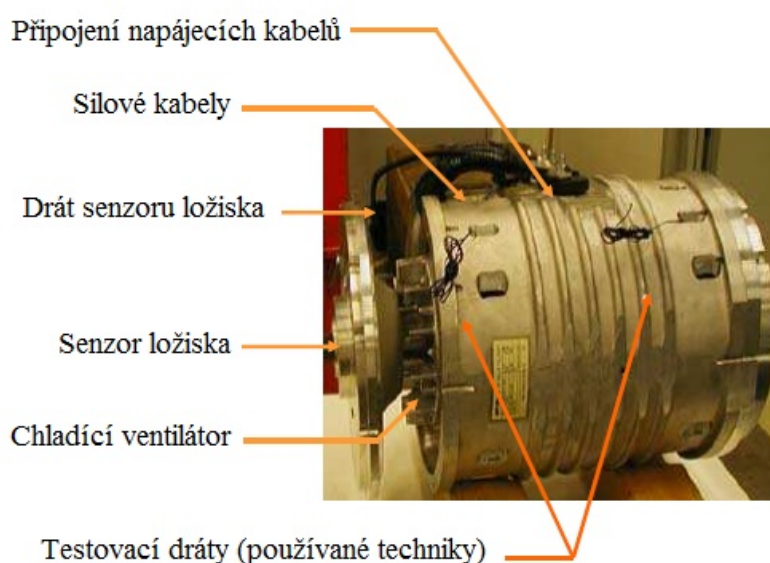


Přednosti elektrických pohonů jsou jednoduchý přenos a rozdělování energie, trvalá připravenost k použití, hospodárnost, bezpečnost, možnost jednoduché regulace a řízení, adaptabilita zatížení, možnost rozběhu pod zatížením a čistota. Při práci v uzavřeném prostoru (sklady, průmyslové haly) je čistota hlavní výhodou, protože u vozíků s elektrickým motorem nedochází k exhalaci výfukových plynů. [8]

Ve speciálních případech se používají pohony na stejnosměrný proud, ale převládají jednotky s levnějšími a jednoduššími, střídavými asynchronními elektromotory. Využívá se 380 V nebo 500 V a frekvence 50 Hz. [8]

Jednoduchost těchto motorů umožňuje provádět servisní kontroly až po 500 až 1000 hodinách provozu. Ve vozíku jsou dva elektromotory. Třífázový trakční motor (obr. 6) zajišťuje pohon vozíku. Pro motor na třífázový proud je nezbytné kódovací zařízení (kodér), které je připevněno na hřídeli motoru. Toto zařízení je napojeno na řídicí jednotku pohonu. Pomocí elektronické řídicí jednotky jdou snadno regulovat otáčky trakčního motoru (rychlost vozíku) a změna směru jízdy z jedné strany na druhou. Druhý elektromotor pohání hydraulické čerpadlo a má vlastní řídicí jednotku. Dílčí řídicí jednotky jsou připojené k hlavní řídicí jednotce. Hlavní jednotka má rozhraní pro připojení počítače (diagnostika), ovládá ostatní řídicí jednotky, kontroluje stav nabití baterie, přetížení vozíku nebo ukládá provozní hodiny trakčního pohonu a zdvihacího zařízení. [10]

Obr. 6 Trakční motor [10]



Baterie elektrického manipulačního vozíku může mít různé napětí. Pro dosažení požadované hodnoty napětí je baterie složená z jednotlivých článků, které jsou sériově řazeny. Velikost napětí a počet článků je zobrazen v tab. 1. Používají se průmyslové elektrochemické olověné akumulátory. Olověný akumulátor přeměňuje chemickou energii na energii elektrickou. Elektrolyt je složený z 27 procent kyseliny sírové a 73 procent vody. [11]

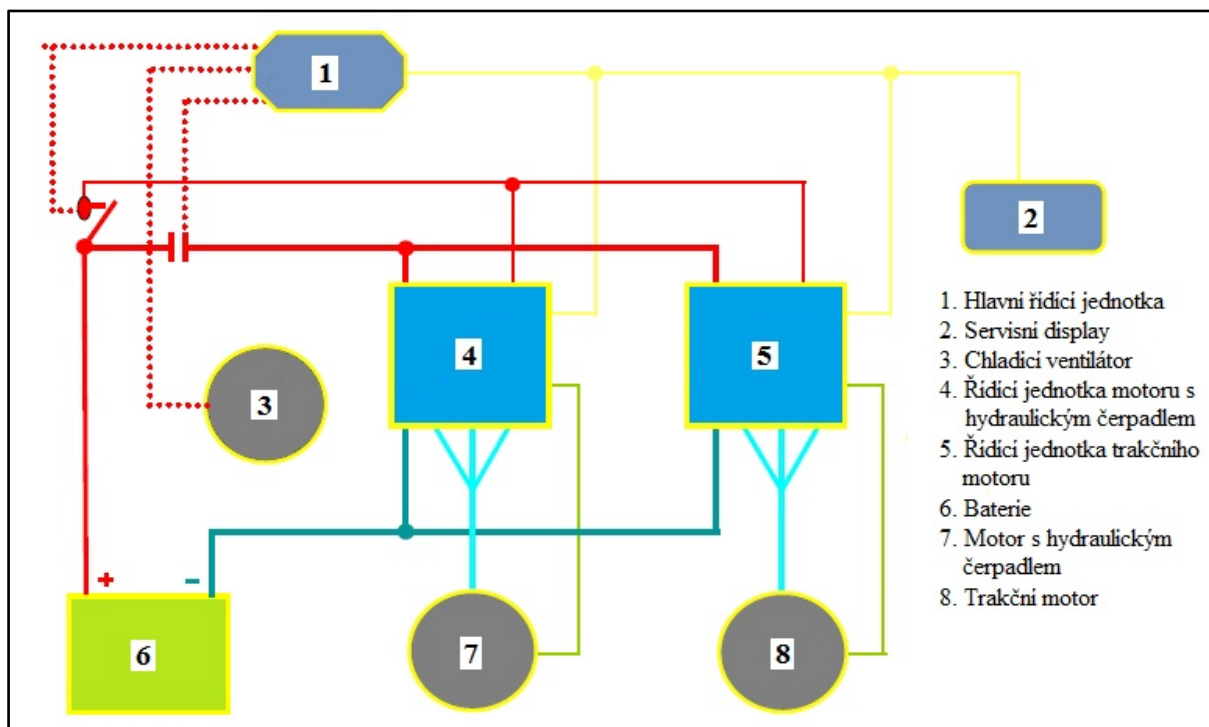
Tab. 1 Napětí a počet článků v baterii [11]

Napětí [V]	24	36	48	72	80
Počet článků baterie	12	18	24	36	40

Servis a opravy velkých olověných akumulátorů, které se používají v elektrických vysokozdvizných vozících, provádí vždy speciálně vyškolený personál. Dlouhé životnosti baterie lze dosáhnout kvalitní nabíjecí stanicí, vyrovnávacím nabíjením jednou za měsíc a udržováním elektrolytu na správné úrovni. [11]

Elektrické propojení jednotlivých komponentů (trakční motor, motor s hydraulickým čerpadlem, dílčí řídicí jednotky, hlavní řídicí jednotka, baterie, servisní interface, ...) elektrického vozíku je rozsáhlé a složité. Zjednodušené schéma je zobrazeno na obr. 7. [10]

Obr. 7 Schéma střídavého systému [10]



### 2.2.2 Vozíky se spalovacím motorem

Vozíky se spalovacím motorem vykazují při stejné hmotnosti větší stoupavost a jízdní rychlost. Při provozu se mohou pohybovat na nerovném terénu, protože nejsou tak choulostivé na otřesy. Hlavní výhodou oproti elektrickým vozíkům je doba provozu, která není omezena kapacitou napájecího akumulátoru. Nosnost u těchto vozíků je běžně do 12,5 t. Nejsou ale zvláštností vozíky, kde nosnost dosahuje 30-52 t. [5]

Spalovací motory často bývají od jiného výrobce, než je samotný manipulační vozík. Pro potřeby manipulační techniky jsou motory konstrukčně uzpůsobeny. Bývají čtyř až osmiválcové. Hlavním dodavatelem motorů je např. firma Mitsubishi, Perkins, Kubota, GM, Toyota a další. Motory mohou být zážehové nebo vznětové. U zážehových se jako palivo využívá benzín nebo plyn (při použití plynu jsou menší emise) a vznětové pracují na naftu. Nevýhodou těchto motorů jsou zplodiny, které vznikají při spalování paliva. Proto se tyto vozíky nehodí do uzavřených nebo neodvětrávaných prostor. Částečné omezení škodlivých látek můžeme zajistit použitím katalyzačních tlumičů. [5]

Spalovací motory se vyznačují malou přetížitelností, musejí se spouštět v odlehčeném stavu a nedají se reverzovat. Proto se dnes takřka nevyužívá přímé mechanické spojení s pohonem. Spalovací motory se používají nejčastěji ve spojení s hydrodynamickým nebo hydrostatickým přenosem výkonu. [8]

Hydrodynamický přenos výkonu je založený na využití kinetické energie proudící kapaliny. Využívá se hydrodynamický měnič točivého momentu, který je složen ze čtyř částí. Z čerpadla poháněného spalovacím motorem, turbíny (výstupní prvek) hydraulicky poháněné čerpadlem, reaktoru (násobič momentu) a poslední část je spojka blokování měniče, která mechanicky spojuje čerpadlo s turbínou, ale není principiálně nutná. Tento typ pohonu je vhodný pro jízdy na dlouhé vzdálenosti. [12]

Hydrostatický přenos výkonu je naopak založený na využití tlakové energie proudu kapaliny. Hydrostatický převod je složen ze dvou základních částí. Hydrogenerátoru, který je připojen na spalovací motor, a hydromotoru připojeného na kola. Vhodné uplatnění má na krátké vzdálenosti s častou změnou směru jízdy. [12]

### 2.2.3 Bez zdvihu

V této kategorii jsou zařazeny tahače. Jde o motorové vozíky určené pro přemísťování nákladu naloženého na samostatném bezmotorovém vozíku. Jsou tedy určeny k vyvíjení tažné síly. Neslouží k přemísťování samotného materiálu. Za tahač může být připojeno více samostatných bezmotorových vozíků. Takto spojené vozy mohou být například na letištním terminálu, kde přemísťují zavazadla. U větších elektrických tahačů dosahuje jmenovitá tažná síla až 5000 N. [5]

Obr. 8 Linde P250 [13]



Obr. 9 Hyster LO5.0T [9]



### 2.2.4 Se zdvihem

Vozíky umožňující zdvih se dělí do několika skupin podle požadované činnosti. Často se využívají nízkozdvizné vozíky, zakladače, retraky, vychystávací vozíky, čelní vysokozdvizné vozíky a mnoho dalších. Jejich variabilita jde dále rozšířit použitím přídatného příslušenství. [9]

#### Nízkozdvizné vozíky

Elektrické vozíky tohoto typu jsou vhodné pro lehčí i náročnější aplikace. Mají lehkou a kompaktní konstrukci, která je ideální pro práci v přeplněných prostorách nebo návěsích nákladních automobilů. Standardně se vyrábějí v provedení s ručním vedením (obr. 10) pro přepravu na krátké vzdálenosti. Rychlost u těchto vozíků bývá 5,5 km/h. Na delší úseky jsou vhodné vozíky se stupačkou nebo kabinou pro stojící případně sedící obsluhu (obr. 11). Vozíky se sedící obsluhou dosahují rychlosti až 20 km/h. Pojezd a zdvih nejčastěji zajišťují dva elektromotory. Pojezdový motor má jmenovitý výkon do 9 kW a zdvihový do 2 kW. Kapacity baterií mohou dosahovat až 1000 Ah. Vozíky se vyrábějí s nosností do 3300 kg a zdvih bývá do 120 mm. [7]



Obr. 10 Vozík s ručním vedením [7]



Obr. 11 Vozík pro sedící obsluhu [7]



## Zakladače

Elektrické zakladače jsou uzpůsobeny pro široké spektrum operací. Jsou vhodné k zakládání, vychystávání, horizontální přepravě, včetně dvoupaletové manipulace. Stejně jako nízkozdvihné vozíky se vyrábějí ve verzi s ručním vedením, přídatnou stupačkou a kabinou pro stojící, sedící obsluhu. Některé typy mohou být vybaveny široce rozkročenými podpěrnými rameny. Ty umožňují manipulaci s paletami různých rozměrů. Vozíky mohou být vybaveny fotobuňkou, která monitoruje výšku vrchní hrany nákladu. Při odebrání nebo přidávání nákladu na vidlice obsluhou je automaticky nastavena výška pro pohodlnou manipulaci. Pojezd zajišťují elektromotory o jmenovitém výkonu do 2,6 kW a zdvih do 5 kW. Maximální kapacita baterie dosahuje 600 Ah. Rychlost pojezdu je až 9,4 km/h. Nosnost bývá do 1600 kg a zdvih do 6,3 m. [7]

Obr. 12 Zakladače, zleva: s rozkročenými podpěrnými rameny, pro sedící obsluhu [7]



## Vychystávací vozíky

Elektrické vychystávací vozíky jsou konstruovány tak, aby operátor mohl snadno učinit vychystávací proces. Požadavky jsou kladeny na ovladatelnost, nosnost a výšku vychystávání. Tyto vozíky se dělí do tří skupin na nízko, středně a vysokoúrovňové. Nízkoúrovňové jsou ideální pro práci s rychloobrátkovým zbožím a umožňují manipulaci v první a druhé úrovni. Nosnost dosahuje 2500 kg, výška zdvihu je do 2,7 m. Středně a vysokoúrovňové vozíky jsou vhodné do stísněného prostoru a umožňují práci ve vyšších úrovních. Nosnost bývá do 1200 kg a zdvih až 11 m. Všechny typy se mohou pohybovat rychlostí až 12 km/h. Vozíky mohou být vybaveny automatickou kontrolou rychlosti při zatáčení, která zajišťuje bezpečnost provozu. [7]

Obr. 13 Vychystávací vozíky, zleva: nízkoúrovňový, vysokoúrovňový [7]



## Retraky

Elektrické retraky mají využití v horizontální přepravě a zakládání uvnitř budov (slady, distribuční centra). Konstrukci mají navrženou speciálně pro místa s omezeným prostorem. Mezi jejich předností patří velmi dobrá ovladatelnost a rychlá akcelerace. To umožňuje efektivní práci v náročných provozech. Řidič ve vozíku sedí bokem ke směru jízdy a při couvání se nemusí otáčet celý. Pro zvýšení manipulačního výkonu jsou některé typy vybaveny kabinou s možností náklonu. Vozíky také dovolují řidiči přednastavit výšku zdvihu během přesunu na skladovou pozici. Některé vozíky mají ovládání plynového pedálu levou nohou, aby nedošlo k jejímu vysunutí a případné kolizi. Tím je zvýšena bezpečnost obsluhy. Nosnost u těchto vozíků je až 2700 kg a zdvih až 12,5 m. Nejvýkonnější verze retraků se mohou pohybovat rychlostí až 14 km/h. [7]

Obr. 14 Retraky, zleva: standardní, s naklápěcí kabinou [7]



### VNA vozíky

Tento druh elektrických vozíků je vhodný pro manipulaci ve velmi úzkých uličkách. Umožňuje zakládat a vychystávat z velmi vysokých pater skladových prostor. Tím lze dosáhnout optimálního využití skladu. Vozíky se vyrábějí ve dvou variantách s obsluhou dole a se zdvihem obsluhy. Vozíky s obsluhou dole jsou vhodné do provozů se střední intenzitou operací. Pro střední až vysoké intenzity operací je vhodné použít vozíky se zdvihem obsluhy. VNA vozíky mohou mít kloubovou konstrukci, která přináší stabilitu a minimalizuje prostorové nároky při přemísťování nákladu mezi uličkami. To umožňuje využít ke skladování větší plochu skladu. Někteří výrobci mají speciální systém zdvihu, který šetří energii. Jde o integrovanou kombinaci hydraulického zdvihu a zdvihu pomocí stlačeného plynu. Při spouštění kabiny s obsluhou dochází v utěsněném systému ke stlačování inertního dusíku. Akumulovaná energie pak pomáhá při následujícím zdvihu. Nosnost bývá až 1500 kg a zdvih u těchto vozíků dosahuje až 15,5 m. Takto velký zdvih zajišťuje čtyřstupňový stožár (příloha č. 1). Rychlost pojezdu je až 14 km/h. [7]

Obr. 15 VNA vozíky, zleva: standardní, s kloubovou konstrukcí a zdvihem obsluhy [7]



## Čelní elektrické vysokozdvížené vozíky

Tyto vozíky se uplatňují v široké škále aplikací (nakládka vykládka zboží, zásobování výrobních linek, zakládání, vychystávání, horizontální přeprava). Mohou pracovat ve vnitřním i venkovním prostředí. Vyrábějí se jako tří nebo čtyřkolové. Tříkolové vozíky mají jedinečné manévrovací schopnosti. Pro vyšší bezpečnost jsou některé typy vybaveny speciálními systémy. Jedním z nich je indikátor kol, který na displeji znázorňuje polohu zadního kola. Řidič tedy zná směr, jakým se vozík rozjede. Další systém umožňuje automatické nastavení vidlic do horizontální polohy. Důležitý systém je i kontrola boční stability. Ta je založena na třech komponentech (elektronická řídicí jednotka, deset senzorů, tři akční členy). Řídicí jednotka shromažďuje data ze senzorů a zjišťuje, zda se vozík nenachází v eventuální nebezpečné poloze. Podle výsledných dat pak v případě potřeby aktivuje jeden nebo více akčních členů. Když je vozík stabilní, zadní náprava se může volně naklánět, aby kopírovala nerovnosti povrchu. Pokud dojde k posunu těžiště mimo trojúhelník stability a vozík se začne převracet, aktivují se akční členy a přechodně zablokují nápravu. Tak se zachová boční stabilita vozíku. Čelní elektrické vysokozdvížené vozíky mají hydraulickou soustavu, která zajišťuje zdvih, náklon stožáru a zatáčení (příloha č. 2). Nosnost je do 8,5 t. Zdvih dosahuje až 7,5 m. Rychlost pojezdu u některých typů je až 20 km/h. [7]

Obr. 16 Čelní vysokozdvížené vozíky, zleva: tříkolový, čtyřkolový [7]



## Čelní vysokozdvížené vozíky se spalovacím motorem

Tento druh vozíků je vhodný do venkovního prostředí na lehkou, střední a vysoce náročnou manipulaci. Tyto vozíky se liší od čelních elektrických vysokozdvížených vozíků velice málo. Hlavní rozdíl je v pohonu, který zajišťuje spalovací motor. Zdvih je až 9 m a nosnost do 9 t. Pojezdová rychlost bývá až 24 km/h. [7]

## Těžkotonážní vozíky a kontejnerové manipulátory

Do této kategorie patří manipulační technika pro náročné operace s velmi těžkým nákladem. Obecně nazývaná „big trucks“. Těžkotonážní vozíky jsou konstruovány pro práci v provozech, kde je nutné přepravovat velmi těžký stavební materiál, velké betonové prefabrikáty, ocelové svitky, atd. Kontejnerové manipulátory pracují ve velkých kontejnerových překladištích. Mohou zakládat až osm pater kontejnerů. Verze manipulátoru nazvaná reachstacker, umožňuje pomocí spreaderu připevněného na teleskopickém ramenu zakládání do určité výšky ve třech řadách. Všechny tyto stroje mají vysoce výkonné spalovací motory. Nosnost může být až 52 t. [9]

Obr. 17 Big trucks, zleva: těžkotonážní vozík, reachstacker [9]



### 2.3 Přídavná zařízení k vozíkům

Velké množství operací při manipulaci a přepravě nákladu se provádí pomocí dvou vidlic, připevněných k vozíku. Mohou ovšem nastat situace, kdy použití běžných vidlic nevyhovuje, proto výrobci manipulační techniky nabízejí i speciální přídavná zařízení, aby využití jednotlivých strojů rozšířili. Základní přehled sortimentu je zobrazen na obr. 18.

Obr. 18 Příslušenství k vozíkům, zleva: čelisti na role, systém Push Pull, vícepaletové manipulátory, čelisti na bílou techniku, čelisti na balíky, otočné nosiče vidlic [2]



### 3 Elektrické vozíky s řidičem


Elektrických vozíků s řidičem je velké množství. Pro zjednodušení a zpřehlednění si v této části práce představíme hlavní výrobce manipulačních vozíků s jejich stručnou charakteristikou. U každého výrobce uvedu seznam základních parametrů (nosnost, zdvih, poloměr otáčení), které následně zhodnotím. Pro výčet parametrů a hodnocení jsem zvolil dva typy elektrických vozíků. První typ je čelní vysokozdvizný čtyřkolový vozík a následuje zakladač s kabinou pro stojící nebo sedící obsluhu.

#### 3.1 Výrobci elektrických vozíků

##### Hyster

V České republice je značka Hyster zastoupena společností Kromexim Material Handling ČR. Ta poskytuje služby v oblasti manipulační techniky od roku 1992. Vedení společnosti sídlí v Kroměříži. Součástí je zároveň centrální sklad vozíků, náhradních dílů a hlavní dílna. Další pobočky má firma v Praze, Olomouci a Bratislavě. Zároveň jsou na území České republiky a Slovenska rozmístěna servisní střediska. Značka Hyster dodává velké množství manipulační techniky pro skladové a průmyslové operace. Mezi největší vozíky patří kontejnerové manipulátory. [9], [25]

Tab. 2 Parametry vozíků Hyster [9]


Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvizný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-5500	1200-1500
Výška zdvihu [mm]	3300-6000	2572-6126
Poloměr otáčení [mm]	1655-2400	1560-1855

##### Toyota Material Handling CZ

Společnost působící na českém trhu s nabídkou značek Toyota a BT. Značku BT původně vlastnila švédská společnost a od roku 2001 patří do skupiny Toyota Material Handling. Mateřská společnost je Toyota Industries Corporation. Tu založil v roce 1926

Sakichi Toyoda. Firma se zpočátku zaměřovala na výrobu tkalcovských stavů. Svůj první vysokozdvizný vozík prodala v roce 1956. V roce 2014 pracovalo v divizi manipulační techniky 21 700 zaměstnanců a ve stejném roce se prodalo 199 000 strojů. Zastoupení má v mnoha zemích. Evropské výrobní závody se nacházejí v italské Bologni, francouzském Ancenis a švédském Mjölby. [7]

Tab. 3 Parametry vozíků Toyota Material Handling CZ [7]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvizný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1500-8500	1350-1600
Výška zdvihu [mm]	2965-6450	1700-6300
Poloměr otáčení [mm]	1639-3255	1785-1941

## Jungheinrich

Německá firma z Hamburku nabízí manipulační techniku na území České republiky od roku 1992 a v současné době je lídrem na tuzemském trhu. Je držitelem certifikátu na management kvality a životního prostředí. Zastoupení má ve všech regionech. Mimo klasické nabídky vozíků poskytuje i komplexní návrhy skladových prostor s individuálním přístupem k zákazníkovi. V české firmě Hranipex z Humpolce při výstavbě nové skladové haly navýšila počet skladových pozic v porovnání s předcházejícími o sto třicet procent. Společnost založil Dr. Ing. Friedrich Jungheinrich v roce 1953. Nyní má pobočky a servisní centra v evropských i mimoevropských zemích. V Německu vlastní tři výrobní závody a jeden montážní v Číně. Manipulační techniku nabízí v Austrálii, jižní Africe a Indii, kde má obchodní zástupce. [16]

Tab. 4 Parametry vozíků Jungheinrich [16]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvizný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-5000	1400-1600
Výška zdvihu [mm]	2725-7500	2800-6200
Poloměr otáčení [mm]	1859-2637	1843-1907



## Still

Německá firma, která poskytuje komplexní nabídku manipulační techniky včetně servisu. Ve svém portfoliu má vysokozdvížné vozíky, tahače a moderní skladovou techniku. Dále nabízí software pro účinný management skladu a toku materiálu. [17]

Firmu založil Hans Still roku 1920 jako opravárenský závod pro elektromotory. První elektricky poháněný vozík s nosností dvě tuny představila firma v roce 1946. Dnes má společnost tři výrobní závody v Německu a jeden v Itálii a Brazílii. [17]

Tab. 5 Parametry vozíků Still [17]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-8000	1200-2000
Výška zdvihu [mm]	2550-8670	1590-4145
Poloměr otáčení [mm]	1883-3049	1630-1930

## Clark Material Handling Company

Americká společnost produkuje manipulační techniku s elektrickým i spalovacím pohonem. Mezi hlavní výrobky patří čelní vysokozdvížné vozíky. Firma založená v roce 1903 nejdříve vyráběla vrtáky pro železniční průmysl. Elektrický vozík schopný pracovat celou směnu vyrobila roku 1942. Nyní společnost patří do divize Samsung Heavy Industries. V České republice výrobky Clark prodává firma Rogi. [18], [19]

Tab. 6 Parametry vozíků Clark Material Handling Company [18]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1300-5000	1350-2000
Výška zdvihu [mm]	3088-7000	2300-6000
Poloměr otáčení [mm]	1356-2700	1689-1934



## Heli

Čínský výrobce, který se specializuje na výrobu manipulační techniky, stavebních strojů a dílčích komponent. Jeho roční produkce vysokozdvížných vozíků je 100 000 kusů. Produkty společnosti Heli se prodávají ve sto třiceti zemích a regionech po celém světě. Na českém trhu je výhradním zástupcem firma Gekkon International, která zajišťuje kompletní služby. [20], [21]

Tab. 7 Parametry vozíků Heli [21]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1000-4500	1500-2000
Výška zdvihu [mm]	3000-6000	3000-8500
Poloměr otáčení [mm]	1930-2430	1200-1740

## Atlet

Švédská společnost, která je předním evropským výrobcem manipulační techniky. Nabízí vozíky s elektrickým i spalovacím pohonem. Poskytuje také poradenství v oblasti logistiky a řízení skladů. Firma začala působit v roce 1958, kdy ji založil Knut Jacobsson. V současné době má zastoupení ve 45 zemích. Společnost Atlet byla v roce 2007 koupena divizí Nissan Forklift, kterou v roce 2012 koupila firma UniCarriers. V České republice prodává manipulační techniku Atlet firma Starlift. [22], [23]


Tab. 8 Parametry vozíků Atlet [22]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-3000	1600-2000
Výška zdvihu [mm]	3000-7000	1670-6750
Poloměr otáčení [mm]	1910-2250	1704-1848

## Cat Lift Trucks

Americká společnost Caterpillar má mnoho divizí a jednou z nich je Cat Lift Truck. Tato divize nabízí všestranný sortiment vysokozdvížných vozíků a skladové techniky. Má rozsáhlou dealerskou síť v celé Evropě. V České republice ji zastupuje firma Kromexim Material Handling ČR, která zastupuje také značku Hyster. [24], [25]

Tab. 9 Parametry vozíků Cat Lift Truck [25]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-5500	1200-2000
Výška zdvihu [mm]	2000-7000	1500-6500
Poloměr otáčení [mm]	1810-2468	1665-1865

## Linde Material Handling

Společnost s bohatou historií sídlí v německém Aschaffenburgu. Nejdříve vyráběla chladicí techniku, později spalovací motory a nakonec se začala zabývat manipulační technikou. Její první vysokozdvížný vozík s hydrostatickou převodovkou (pojmenovaný Hubtrac) byl vyroben roku 1958. V současné době firma vyrábí také skladové a regálové sestavy. Pro práci s velkými břemeny dodává také těžkotonážní vozíky, včetně reachstackerů. [13]

Tab. 10 Parametry vozíků Linde Material Handling [13]

Logo firmy		
Typ vozíku	Čelní vysokozdvížný vozík	Zakladač
Nosnost [kg]	1600-5000	1200-1600
Výška zdvihu [mm]	2800-6000	1462-4724
Poloměr otáčení [mm]	1664-2361	1670-1695

### 3.2 Hodnocení parametrů

Nejprve porovnám parametry jednotlivých výrobců u čelních vysokozdvizných čtyřkolových vozíků a následně u zakladačů. Posoudím minimální a maximální hodnoty nosností, zdvihů a poloměru otáčení.

Minimální nosnost čelních vysokozdvizných vozíků je téměř shodná u všech výrobců. Její hodnota je ve většině případů 1600 kg. Nejmenší hodnotu 1000 kg udává čínská firma Heli. Naopak maximální hodnoty jsou výrazně jiné a pohybují se od 3000 kg do 8500 kg. Nejvyšší nosnost má vozík firmy Toyota Material Handling. Minimální zdvih je také ve většině případů podobný a bývá přibližně 3000 mm. Nejmenší má firma Cat Lift Trucks. Maximální je od 6000 mm do 8670 mm, pouze firma Still dosahuje hodnoty 8670 mm. Poloměry otáčení jsou v rozmezí od 1356 mm do 3049 mm. Záleží hlavně na velikosti vozíku a nosnosti.

Minimální hodnota nosnosti u zakladačů bývá 1200 kg. Výrazně rozdílnou má výrobce Atlet, který udává 1600 kg. Maximální hodnoty jsou ve většině případů 1600 kg nebo 2000 kg. Jediný výrobce Hyster má nejvyšší nosnost 1500 kg. Minimální výška zdvihu bývá 1500 mm nebo 2500 mm. Firma Heli ji má jako jediná 3000 mm. Maximální hodnoty bývají od 4145 mm do 8500 mm. Velmi záleží na použitém stožáru, který tento parametr ovlivňuje. Nejvyšší zdvih nabízí firma Heli. Minimální hodnoty poloměru otáčení jsou od 1200 mm u vozíků firmy Heli do 1843 mm u vozíků firmy Jungheinrich. Maximální hodnoty jsou u všech výrobců přibližně 1900 mm.

Grafické znázornění jednotlivých parametrů čelních vysokozdvizných čtyřkolových vozíků je v příloze č. 3 a parametry zakladačů jsou v příloze č. 4.

## 4 Bezřidičové dopravní systémy

Automaticky řízené vozíky AGV (Automatic Guided Vehicle) jsou dnes již samozřejmou součástí velkého množství výrobních, montážních nebo skladových hal. Systémy automatické manipulace mají praktické a ekonomické přednosti, které s dalším technickým vývojem umožňují jejich široké uplatnění. V roce 1950 společnost Barrett Electronics představila první komerčně dostupný automatický vozík. Během posledních let byla zařízení AGV upravena tak, aby vyhovovala požadavkům zákazníka v různých oblastech automobilového, strojírenského, potravinářského, oděvního průmyslu a mnoha dalších odvětví. [3], [26]

AGV umožňuje automatickou přepravu nákladu pomocí vozíků bez řidiče. Systémy určené pro vozíky lze jednoduše rozšířit a nevznikají při tom žádné problémy s jejich používáním, údržbou nebo novým nastavením. [4]

Automatické vozíky se pohybují po předem naplánovaných a následně navržených trasách. Vytyčení těchto tras probíhá komplexně v každém skladu nebo průmyslovém závodě. Při modernizaci nebo rozšíření skladových, výrobních prostor, lze snadno trasy přepracovat a optimalizovat, aby byla zachována efektivnost celého systému. [4]

Návrh celého systému má tři hlavní části. Nejdříve se podle charakteru aplikace a typu břemena určeného k přepravě zvolí vhodný typ vozíku. Následně se zhodnotí dostupný prostor, který musí být plně využíván bez ztráty účinnosti a kapacity. Závěrečná část je simulace. Dovede zvážit všechny výrobní postupy, bere přitom v úvahu doby potřebné k provedení jednotlivých úkolů. Vzhledem ke složitosti celého systému je simulace primárním nástrojem pro analýzu při navrhování a plánování. [4], [27]

Systémy a procesy se ve výrobním prostředí mění, aby společnosti držely krok s novými technologiemi. Simulační nástroje tedy musí být snadno ovladatelné, aby umožnily rychle reagovat na změny systému. [27]

Automaticky naváděné vozíky mohou pracovat ve vnitřním i venkovním prostoru. Uvnitř nejčastěji spolupracují s úložnými systémy (regál s předním odběrem, regál typu drive-in, konzolový regál, automatické sklady). Venku mohou přepravovat materiál mezi jednotlivými halami nebo nakládat nákladní automobily a kontejnery. Automatické vozíky jsou schopné manipulovat s břemeny na principu „just in time“. [4]

Mezi hlavní výhody AGV patří přesnost, bezpečnost provozu, předvídatelnost a možnost pracovat nepřetržitě bez lidského zásahu. Počet vozíků se může zvyšovat podle nárůstu výrobní nebo skladové kapacity. Některé vozíky umožňují manuální zařazení do jakékoli části systému. Mají nízké náklady na provoz a údržbu a jsou kompatibilní s jakýmkoli typem automatizace. [4]

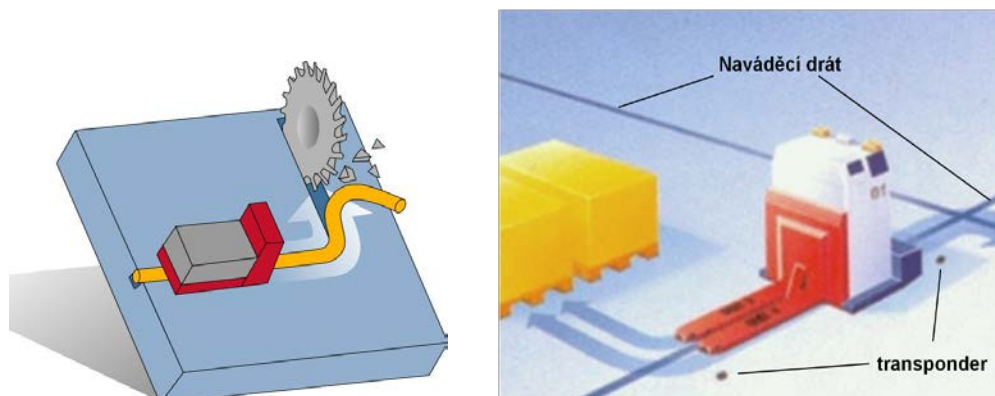
## 4.1 Navigační systémy

Řízení automatických vozíků může být realizováno několika způsoby (indukční, optická, laserová, obrysová, magnetická navigace). Každá varianta má své výhody a nevýhody. Výběr navigačního systému závisí především na pracovním prostředí a výši investovaných prostředků. Jestliže vozíky pracují ve specifickém provozu, kde úplně nevyhovuje ani jeden typ navigace, mohou firmy dodat kombinovaný systém. Ten eliminuje nevýhody jednotlivých systémů a umožňuje velkou flexibilitu. [28]

### 4.1.1 Indukční navigace

Indukční metoda vedení vozíku je založena na vzniku magnetického pole kolem vodiče, kterým prochází elektrický proud. Magnetické pole je silné u vodiče a slábne s narůstající vzdáleností. Vodič je uložen v podlaze. Uvnitř vozíku je umístěn snímač, který magnetické pole detekuje a upravuje směr pohybu. Identifikace polohy je určena prostřednictvím transpondéru a řídicí jednotky. Výhodou indukčního systému je přesnost polohování a vysoká rychlost. Nicméně realizace je náročná, protože potřebuje stavební zásah, aby vodič mohl být uložen do podlahy. Komplikovaná je také případná budoucí změna trasy, vyžadující další stavební zásah. [28], [29]

Obr. 19 Indukční navigace, zleva: uložení vodiče, umístění transpondérů [28]



### 4.1.2 Optická navigace

Automatický vozík s tímto druhem navigace má optický snímač, který monitoruje vyznačený pruh. Ten má neměnnou kontrastní barvu a je namalován na podlaze. Po takto vyznačené linii vede vozík integrovaná řídicí jednotka. Pro určení polohy a případné změny směru jízdy na výhybce slouží transpondéry uložené v podlaze. Výhodou optického řízení jsou nízké náklady na výstavbu jízdní trasy a dobré držení v jízdní linii bez vlnění soupravy. Nevýhoda systému je postupné opotřebování vyznačených pruhů vlivem pohybu osob a jiné techniky. [28], [3]

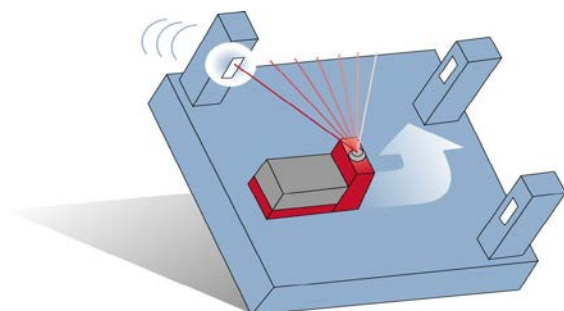
Obr. 20 Optická navigace, zleva: vyznačená jízdní trasa, opotřebování pruhu [3]



### 4.1.3 Laserová navigace

Laserová navigace je moderním způsobem řízení AGV. Laserový paprsek je vyslán z hlavice do volného prostoru, kde jsou umístěné referenční body (odrazové štítky s identifikačním kódem) od kterých se paprsek odrazí zpět, a tím je určena vzdálenost a úhel od každého referenčního bodu. Získané souřadnice zpracuje řídicí jednotka, která určí polohu a směr další cesty. Laserová hlavice se stále otáčí rychlostí 3 ot/sec. Tato metoda navádění nevyžaduje instalaci vodičů do podlahy ani malování jízdních pruhů. [29], [1]

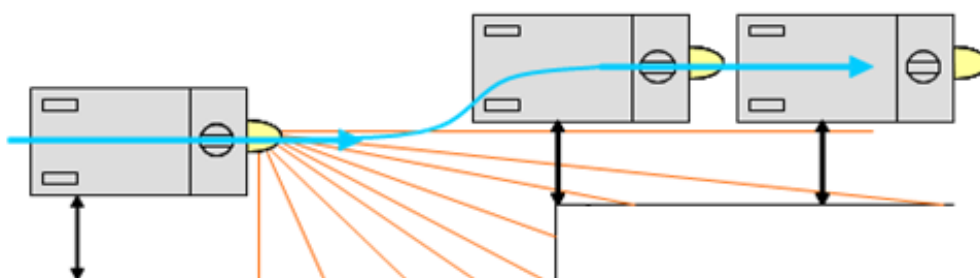
Obr. 21 Detekce referenčního bodu při laserové navigaci [28]



#### 4.1.4 Obrysová navigace

Obrysová navigace pro řízení automatických vozíků využívá zdi nebo jiné plochy. Vozík skenováním těchto ploch udržuje směr v daném prostoru. Na podlaze jsou umístěné transpondéry, které udávají polohu vozíku. Tato metoda se využívá převážně pro automatizaci dopravy podél koridorů a pro nakládání kamionů. Vozíky se mohou pohybovat rychlostí až 1,1 m/s a přesnost polohování dosahuje 5 cm. [4], [28]

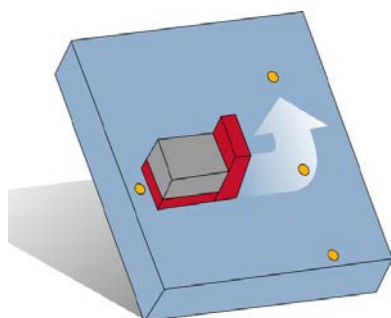
Obr. 22 Skenování zdi obrysovou navigací [28]



#### 4.1.5 Magnetická navigace

Vozíky s magnetickou navigací využívají k orientaci v prostoru permanentní magnety, které se umístí do podlahy. Tento druh naváděcího systému má vhodné využití ve venkovním prostředí, kde působí nepříznivé povětrnostní vlivy. Někteří výrobci nabízejí systém, který kombinuje magnetickou a laserovou navigaci. [4], [28]

Obr. 23 Magnetická navigace, zleva: standardní, kombinovaná s laserovou [4], [28]



## 4.2 Bezpečnostní systémy

Automaticky řízené vozíky se pohybují ve skladovém nebo výrobním prostoru samostatně, proto je nutné vybavit tyto vozíky bezpečnostními prvky. Tím se zabrání případné kolizi s dalším vozíkem, člověkem nebo jiným vybavením. Firmy navrhují tyto systémy v souladu s evropskými předpisy. Zajištění bezpečnosti se nejčastěji provádí pomocí pasivních nárazníků nebo aktivního laserového zařízení. [4], [28]

### Pasivní nárazník

Jednoduchý způsob jak spolehlivě definovat bezpečný prostor kolem vozíku je připevnění plastového nebo pěnového nárazníku k vnější konstrukci. Tento způsob ochrany je vhodný při pohybu v blízkosti stěn a jiného stacionárního vybavení. Velkou výhodou jsou nízké pořizovací náklady. [28]

Obr. 24 Bezpečnostní nárazník, zleva: plastový, pěnový [28]



### Laserový scanner

Velmi moderní bezpečnostní opatření pro zajištění ochrany osob a majetku. Jestliže do laserem sledované oblasti vstoupí překážka, systém automaticky sníží rychlost, nebo vozík úplně zastaví. S přídatným modulem může scanner sledovat prostor do vzdálenosti až 4,5 m. Systém není vhodný v oblastech s vysokým znečištěním a silným přirozeným světlem. Venkovní použití je tedy omezené. [28]

Obr. 25 Laserový scanner [28]





### **4.3 Baterie a dobíjení**

Pro napájení automatických vozíků se používají různé typy baterií, které mají odlišné vlastnosti. Akumulátor se volí podle požadavku zákazníka a specifikace celého systému. Nejčastěji se využívá olověný (Pb) nebo nikel-kadmiový (NiCd) akumulátor. Olověná baterie má dlouhou životnost a umožňuje velký počet nabíjecích cyklů. Výhodou nikel-kadmiového akumulátoru je rychlé dobíjení. Baterie lze dobíjet různým způsobem. [4], [28]

Dobíjet baterie lze po ukončení pracovního dne (maximálně dvě směny), kdy se vozík uloží do nabíjecí stanice a tam doplní kapacitu baterie na maximální hodnotu. Další variantou je výměna vybitého akumulátoru za již dobý. Tuto manuální operaci musí provést obsluha a trvá přibližně čtyři minuty. Vozíky mohou využívat také mezidobíjení. Když je vozík neaktivní, samostatně dojede k nabíjecí stanici a připojí se k nabíjecímu systému. Některé nabíjecí stanice poskytují automatickou výměnu baterie. Vozík zajede ke stanici, ta vyjme vybitý akumulátor, který uloží do nabíjecí přihrádky a vloží nabitý do vozíku. Pro nepřetržitý provoz může být baterie dobíjena bezkontaktně. Na rovné části tratě probíhá dobíjení pomocí indukčního přenosu energie. [28]

### **4.4 Základní produkce automatických vozíků**

Automaticky řízené vozíky se vyrábějí v různém provedení, aby splňovaly odlišné požadavky zákazníků. Pro představení některých typů jsem vybral výrobky od dvou firem. První společnost je E&K Automation a druhá BEEWATEC.

#### **4.4.1 Vozíky E&K Automation**

##### **Eco**

Základní vozík s jednoduchou konstrukcí. Uvedení do provozu pobíhá snadno a rychle. Hlavní výhodou je nízká nákladová zátěž, která je důležitá. Využití nachází především ve snadné a cyklicky se opakující aplikaci, jako je podélné zásobování výrobní nebo montážní linky. Nejčastěji se uplatňuje jako tahač zobrazený na obr. 26. Lze zatížit až 1000 kg. Podle požadavku zákazníka může být vybaven různými typy navigačního systému. [28]

Obr. 26 Vozík Eco [28]



### Compact

Konstrukční provedení vozíku Compact dovoluje různé úpravy, aby umožňoval více pracovních operací. Lze dodat ve štíhlém provedení, které má zabudovaný zdvih, nebo s integrovaným dopravníkem (válečkový, lamelový). Vhodný je pro manipulaci se středně velkým nákladem. Nosnost dosahuje až 3000 kg. [28]

Obr. 27 Vozík Compact, zleva: štíhlé provedení, s válečkovým dopravníkem [28]



### Vario

Vozík Vario je konstruován pro speciální použití. Jeho základní část umožňuje instalaci atypického automatického zařízení, které je navrženo firmou E&K Automation podle přání zákazníka. Vozík může pracovat v prostředí s vysokou teplotou nebo v místech kde jsou vyžadovány vysoké hygienické standardy. Nosnost dosahuje až 50 t. [28]

Obr. 28 Vozík Vario pro ukládání sýrů [28]



#### 4.4.2 Vozíky BEEWATEC

##### Heavymeise

Heavymeise je mnohostranný víceúčelový vozík využívající optickou navigaci. Koncipovaný pro přepravu gitterboxů a nákladu umístěného na Euro paletách. Pracuje plně automaticky, nebo lze přepnout do ručního režimu. Ten umožňuje ovládání pomocí oje a po dokončení práce obsluha umístí vozík zpět na jízdní stopu. Ochranu osob zajišťuje laserový scanner. Baterie se dobíjejí automaticky přes dobíjecí kontakty. Nosnost vozíku je až 1600 kg. Výška zdvihu může být až 4000 mm. [3]

Obr. 29 Vozík Heavymeise [3]



##### Spurcarrier

Spurcarrier je všestranně využitelná transportní plošina, která má kompaktní konstrukci se stabilním základním rámem a velkou, rovnou ložnou plochou. Prostřednictvím individuálních nástaveb lze realizovat četná aplikační řešení (automatické zásobení regálů, dopravních pásů, přesun montovaného výrobku mezi pracovními stanicemi). Maximální nosnost je 2500 kg. [3]

Obr. 30 Vozík Spurcarrier s nástavbou [3]



## 4.5 Porovnání vozíků s řidičem a AGV

Porovnání automatických vozíků a vozíků s řidičem je složité, protože jich existuje velké množství a každý typ má své výhody a nevýhody. Nejprve je tedy nutné rozhodnout, kde a jaká břemena bude zvedat, v jakém prostředí a jak často. Neméně důležitý údaj při volbě vozíku je pořizovací cena.

Klasické elektrické manipulační vozíky jsou vyráběné s konstrukcí, která je přizpůsobitelná velkému množství činností (vychystávání, zakládání, přeprava materiálu). Sortiment výrobců má rozsah od vozíků nízkozdvížných po vysokozdvížné, které mají zdvih až 15,5 m. Nejsou nijak omezeny jízdní trasou a podle potřeby může obsluha vozíku kdykoli upravit směr jízdy. Řidič tak flexibilně reaguje na neočekávané změny, které mohou během přepravy nastat. Pracovat s těmito vozíky lze ve vnitřním i venkovním prostředí, protože jsou odolné vůči nečistotám a povětrnostním vlivům. Cena jednotlivých vozíků je od desítek tisíc (nízkozdvížné ručně vedené) po statisíce (čelní vysokozdvížné, retraky).

Automaticky řízené vozíky umožňují provádět standardní operace s břemeny stejně jako klasické vozíky. Hlavní výhodou těchto vozíků je automatický pohyb na pracovišti, který zajišťuje navigace. U vozíku tedy nemusí být přítomen řidič, což přináší značné finanční úspory a zvyšuje konkurenceschopnost, která je v dnešní době velice důležitá. Automatické systémy v provozu do značné míry limituje přesně definovaná jízdní trasa. Tím se zmenšuje variabilita oproti klasickým vozíkům. Vhodné aplikace jsou ve velkých skladech, výrobních halách a provozech s opakující se činností (sériová výroba). Mohou také pracovat ve vnitřním i venkovním prostředí, ale venku mají některé typy navigačních systémů omezené použití. To ovlivňují především povětrnostní vlivy. Na pořizovací náklady automatických vozíků má vliv zejména rozsah celého systému.

Klasické i automatické elektrické vozíky mají baterii jako zdroj energie. Provoz všech elektrických vozíků je tedy limitován velikostí kapacity instalované baterie. Ta se po vybití musí delší dobu nabíjet. Tím se zvyšují provozní náklady, protože firma potřebuje náhradní baterie, aby mohla povést výměnu vybité za nabitou, nebo disponuje záložním vozíkem, který použije, zatímco je ten vybitý připojen k dobíjecí stanici.

## 5 Vize, možnosti a očekávaný vývoj

Směr budoucího vývoje manipulačních vozíků udávají především zákazníci, kteří kladou stále větší nároky na jejich efektivnost. Výrobci této techniky musejí dělat vše, aby jim vyhověli, protože konkurence v tomto odvětví je velká. To dokazuje seznam firem, které v něm působí a narůstající množství nových elektrických vozíků, které se objevují na trhu.

Jako příklad budoucí vize by se dala uvést novinka od firmy Toyota Material Handling. Jde o elektrický retrak z kategorie B-série. Vozík je vybaven polohovatelnou výškou podlahy (obr. 31), ovládacích prvků i sedadla. Díky tomu řidič není omezen svým vzrůstem. Pro zvýšení ergonomie jsou ovládací prvky upraveny, aby k řízení zdvihu, spouštění a naklánění stačily pouze konečky prstů. Ovládací panel je zobrazen na obr. 32. Vybavení vozíku zahrnuje startování pomocí PIN kódu, takže s vozíkem nemůže manipulovat neoprávněná osoba. [7]

Obr. 31 Polohovatelná výška podlahy [7]



Obr. 32 Ovládací panel [7]



Oblast automaticky řízených vozíků je do budoucna velice perspektivní a rychle se rozvíjející obor, protože umožňuje snižovat náklady a zvyšovat zisky jednotlivých firem. Přesto uplatnění budou nacházet především ve velkovýrobě a skladech. Cílem všech sériových výrobců a logistických center bude plně automatizovaný provoz s pouhým dohledem z řídicího střediska.

## 6 Závěr

Úkolem této práce byla analýza současné produkce elektrických manipulačních vozíků s řidičem a technického provedení navigačních systémů u automaticky řízených vozíků. Problematiku jsem se snažil osvětlit nashromážděním informací z různých literárních a internetových zdrojů. Získaná data jsem uspořádal do jednotlivých celků, které blíže charakterizují konkrétní typy i výrobce vozíků. V práci je zahrnuto porovnání vozíků s řidičem od výrobců z celého světa a srovnání s automatickými systémy. Teze se částečně věnovala také budoucím oborovým vizím, které jsem nastínil v předcházející kapitole.

Kompletní nabídka elektrických vozíků všech výrobců zahrnuje velký počet typů a variant včetně příslušenství. Aby zákazník mohl zvolit nejvhodnější variantu pro svou aplikaci, musí uvážit velké množství kritérií. Mezi ně se řadí například pořizovací cena, provozní náklady, služby poskytované výrobcem, užité parametry nebo možný budoucí rozvoj. Výběr vhodné manipulační techniky ovlivní budoucí konkurenceschopnost podniku, která má hlavní vliv na jeho další rozvoj. Pokud by firma zvolila nevhodný vozík, může přicházet o velké finanční prostředky. Někteří výrobci manipulační techniky dokonce nabízejí poradenské služby, aby zákazníkům usnadnili nalezení optimálního řešení.

Při vypracování této práce jsem si názorně uvědomil, jak velký význam mají elektrické vozíky a automatické dopravní systémy v oblasti manipulace s materiály a zbožím uvnitř i vně výrobních závodů a skladů. Myslím si, že bez použití zkoumané techniky by firmy nebyly schopné s břemeny manipulovat v současném měřítku. Navíc by byly méně efektivní a vykazovaly by menší zisk.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] **Hlavenka, B.** Manipulace s materiálem. Brno: VUT FSI, 2008. ISBN 978-80-214-3607-7
- [2] **Čemat trading, spol. s.r.o.** [online]. [cit. 2015-10-03]. Dostupné z: <http://www.cemat.cz/>
- [3] **Beewatec s.r.o.** [online]. [cit. 2015-10-03]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/>
- [4] **Intralogistics** [online]. [cit. 2015-10-03]. Dostupné z: <http://www.intralogistics.cz/files/pdf-katalogy/katalog-agv-cz-gb.pdf>
- [5] **Daněk, J., Pavliška, J.** Technologie ložných a skladových operací I. Ostrava: VŠB, 2002. ISBN 80-248-0063-2
- [6] **Vybavení kanceláře, vybavení provozu, vybavení skladu - KAISER+KRAFT** [online]. [cit. 2015-17-03]. Dostupné z: <http://www.kaiserkraft.cz/>
- [7] **Manipulační a skladová technika - Toyota Material Handling** [online]. [cit. 2015-17-03]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/cs/pages/default.aspx>
- [8] **Jeřábek, K.** Stroje a zařízení pro manipulaci. Praha: ČVUT, 1986.
- [9] **Hyster – manipulační technika** [online]. [cit. 2015-21-03]. Dostupné z: <http://hyster.cz/>
- [10] **Výukové prezentace firmy Hyster ČR, 2015**
- [11] **Industrial battery. United Kingdom: Hyster technical publications, 2008**
- [12] **Vozidlové mechanizmy. Bezstupňové převody** [cvičení online]. ČZU v Praze: Technická fakulta, [cit. 2015-10-03]. Dostupné z: <http://oppa-smad.tf.czu.cz/?q=vm>
- [13] **Vysokozdvíhací a nízkozdvíhací vozíky, manipulační technika – Linde Material Handling** [online]. [cit. 2015-23-03]. Dostupné z: <http://www.linde-mh.cz/>
- [14] **Mast descriptions. United Kingdom: Hyster technical publications, 2006**
- [15] **Hydraulic system. United Kingdom: Hyster technical publications, 2006**
- [16] **Manipulační technika - Jungheinrich** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/>

- [17] **Vysokozdvížné vozíky Still – Still Česká republika** [online]. [cit. 2015-25-03].  
Dostupné z: <http://www.still.cz/>
- [18] **Clark Material Handling Company** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z:  
<http://www.clarkmhc.com/>
- [19] **Nové vysokozdvížné vozíky Clark od firmy Rogi k.s.** [online]. [cit. 2015-25-03].  
Dostupné z: <http://clark.vysokozdvizne-voziky.cz/>
- [20] **Heli Forklift** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z:  
<http://www.helichina.com/english/index.aspx>
- [21] **Vysokozdvížné vozíky Heli** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z:  
<http://www.vysokozdvizny-vozik.cz/>
- [22] **Forklifts, used forklift trucks, trucks for hire, service and training - Atlet** [online].  
[cit. 2015-25-03]. Dostupné z: <http://www.atlet.com/>
- [23] **Starlift s.r.o.** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z: <http://www.starlift.cz/>
- [24] **Cat Lift Trucks - Materials Handling Equipment** [online]. [cit. 2015-25-03].  
Dostupné z: <http://www.catlifttruck.com/>
- [25] **Kromexim** [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z: <http://www.kromexim.cz/index.php>
- [26] **Spyros G. Tzafestas.** 15 - Mobile Robots at Work, In Introduction to Mobile Robot Control, Elsevier, Oxford, 2014. ISBN 978-0-12-417049-0
- [27] **Russell E. King, Kyung Sup Kim.** AgvTalk: An object-oriented simulator for AGV systems, Computers & Industrial Engineering, Volume 28, Issue 3, 1995. ISSN 0360-8352
- [28] **Kraus, J.** Zásobování výrobní linky s využitím automatických vozíků. Přerov: Vysoká škola logistiky o.p.s., 2012.
- [29] **Sok-Yong Lee, Hai-Won Yang.** Navigation of automated guided vehicles using magnet spot guidance method, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 28, Issue 3, 2012. ISSN 0736-5845



## 8 Seznam obrázků

Obr. 1 Dvojkolový ruční vozík

Obr. 2 Čtyřkolový ruční vozík

Obr. 3 Ruční nízkozdvíhací vozík

Obr. 4 Ruční vysokozdvíhací vozík

Obr. 5 Vyjmutí baterie z vozíku

Obr. 6 Trakční motor

Obr. 7 Schéma střídavého systému

Obr. 8 Linde P250

Obr. 9 Hyster LO5.0T

Obr. 10 Vozík s ručním vedením

Obr. 11 Vozík pro sedící obsluhu

Obr. 12 Zakladače

Obr. 13 Vychystávací vozíky

Obr. 14 Retraky

Obr. 15 VNA vozíky

Obr. 16 Čelní vysokozdvíhací vozíky

Obr. 17 Big trucks

Obr. 18 Příslušenství k vozíkům

Obr. 19 Indukční navigace

Obr. 20 Optická navigace

Obr. 21 Detekce referenčního bodu při laserové navigaci

Obr. 22 Skenování zdi obrysovou navigací

Obr. 23 Magnetická navigace

Obr. 24 Bezpečnostní nárazník

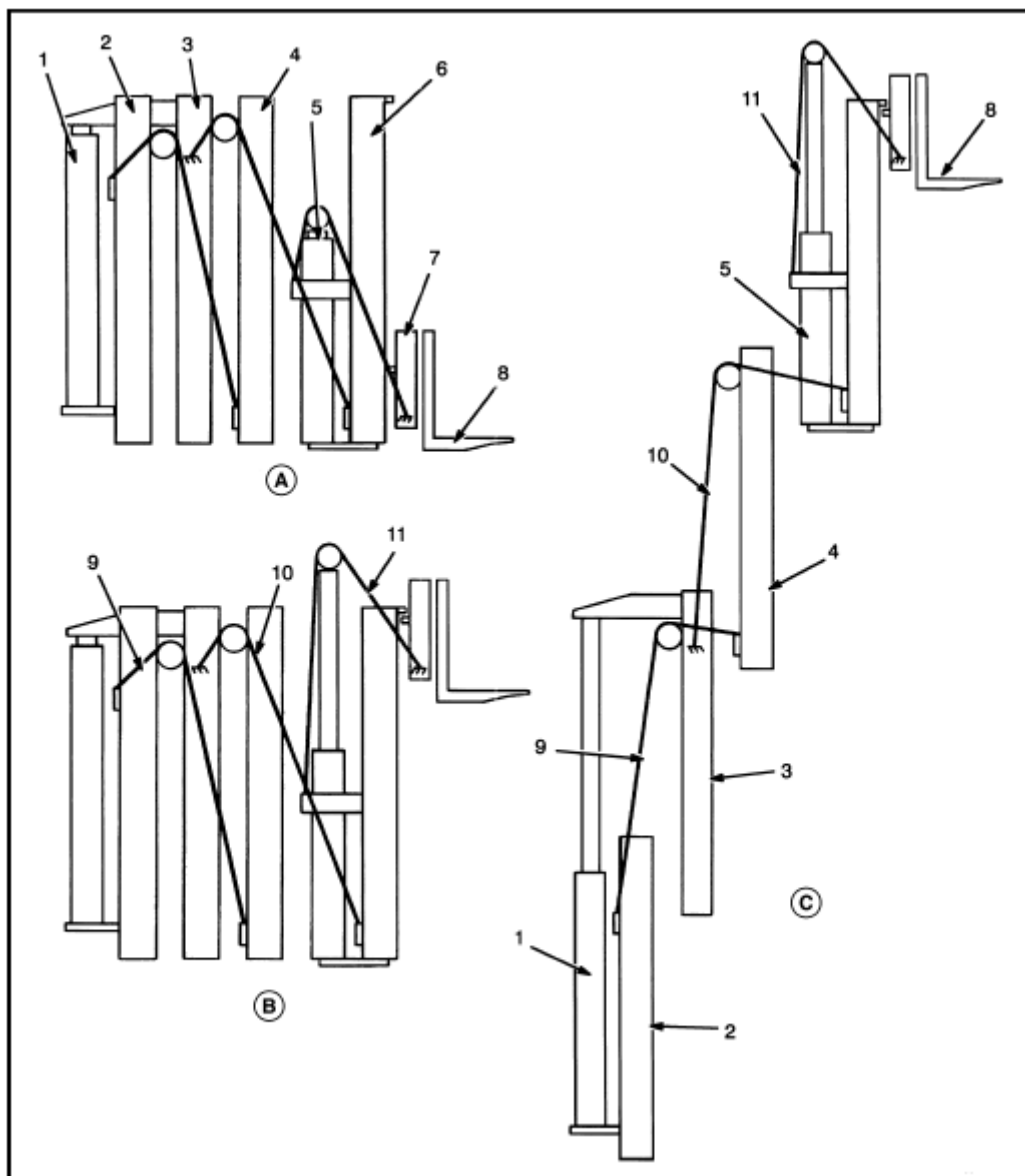
- Obr. 25 Laserový scanner
- Obr. 26 Vozík Eco
- Obr. 27 Vozík Compact
- Obr. 28 Vozík Vario pro ukládání sýrů
- Obr. 29 Vozík Heavymeise
- Obr. 30 Vozík Spurcarrier s nástavbou
- Obr. 31 Polohovatelná výška podlahy
- Obr. 32 Ovládací panel

## **9 Seznam tabulek**

- Tab. 1 Napětí a počet článků v baterii
- Tab. 2 Parametry vozíků firmy Hyster
- Tab. 3 Parametry vozíků Toyota Material Handling CZ
- Tab. 4 Parametry vozíků Jungheinrich
- Tab. 5 Parametry vozíků Still
- Tab. 6 Parametry vozíků Clark Material Handling Company
- Tab. 7 Parametry vozíků Heli
- Tab. 8 Parametry vozíků Atlet
- Tab. 9 Parametry vozíků Cat Lift Truck
- Tab. 10 Parametry vozíků Linde Material Handling

## 10 Přílohy

Příloha č. 1 Čtyřstupňový stožár [14]



Zdvih: A – snížený, B – volný, C – úplný

1 – hlavní zdvihový válec

7 – nosič vidlic

2 – vnější stožár

8 – vidlice

3 – vnitřní druhý stožár

9 – první hlavní zdvihový řetěz

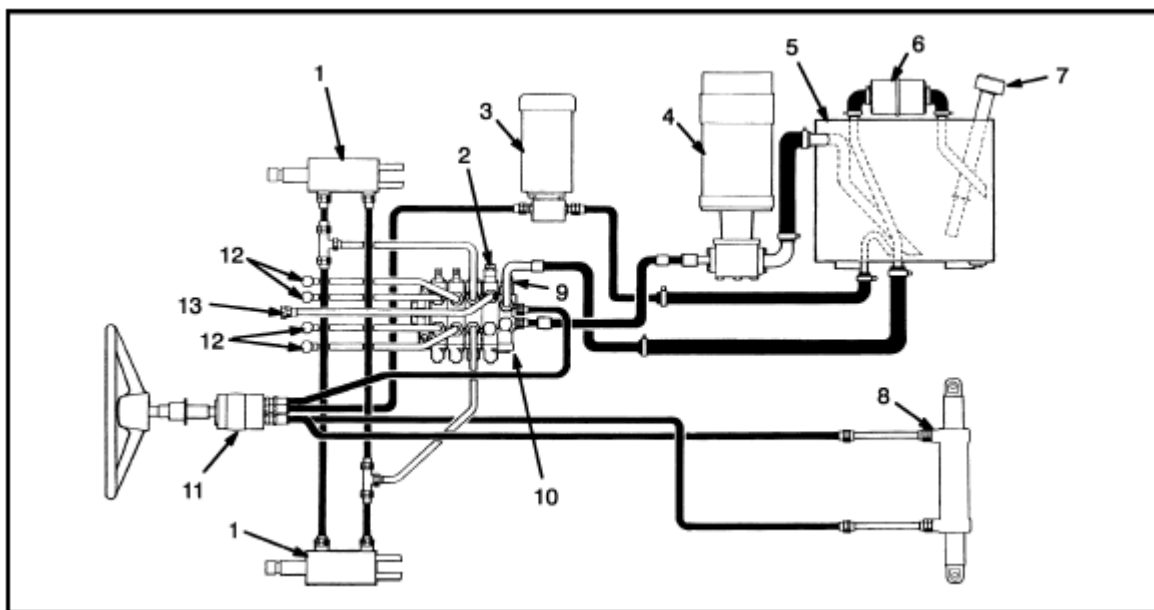
4 – vnitřní třetí stožár

10 – druhý hlavní zdvihový řetěz

5 – volný zdvihový válec

11 – volný zdvihový řetěz

6 – vnitřní stožár



1 – válec pro náklon stožáru

2 – primární přetlakový ventil

3 – elektromotor s čerpadlem pro řízení

4 – hydraulický elektromotor s čerpadlem

5 – hydraulická nádrž

6 – filtr

7 – odvětrání, plnění, měrka

8 – válce řízení

9 – sekundární přetlakový ventil

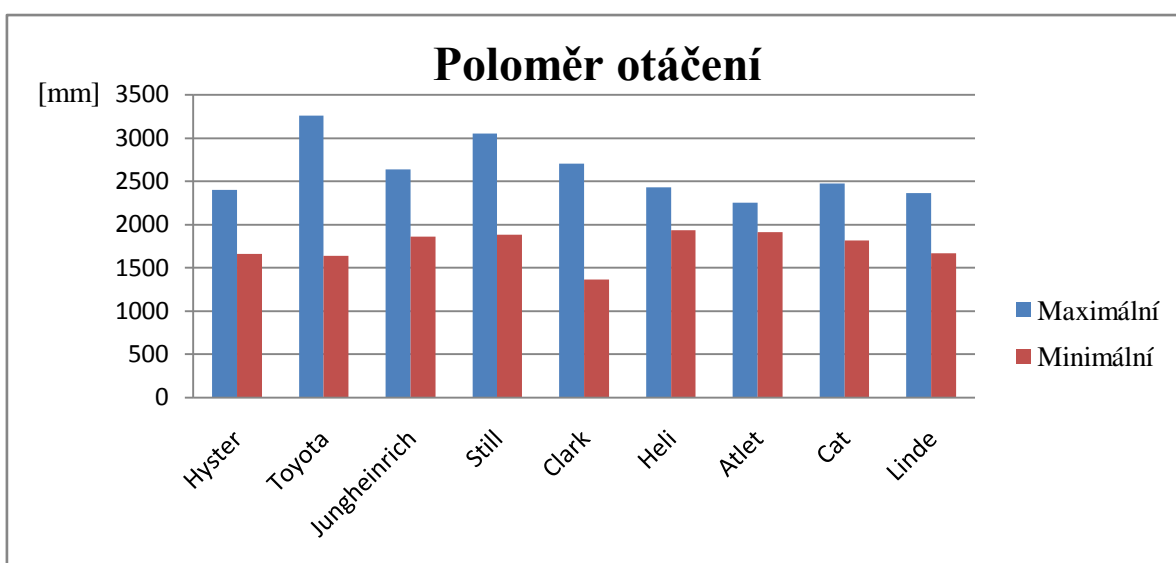
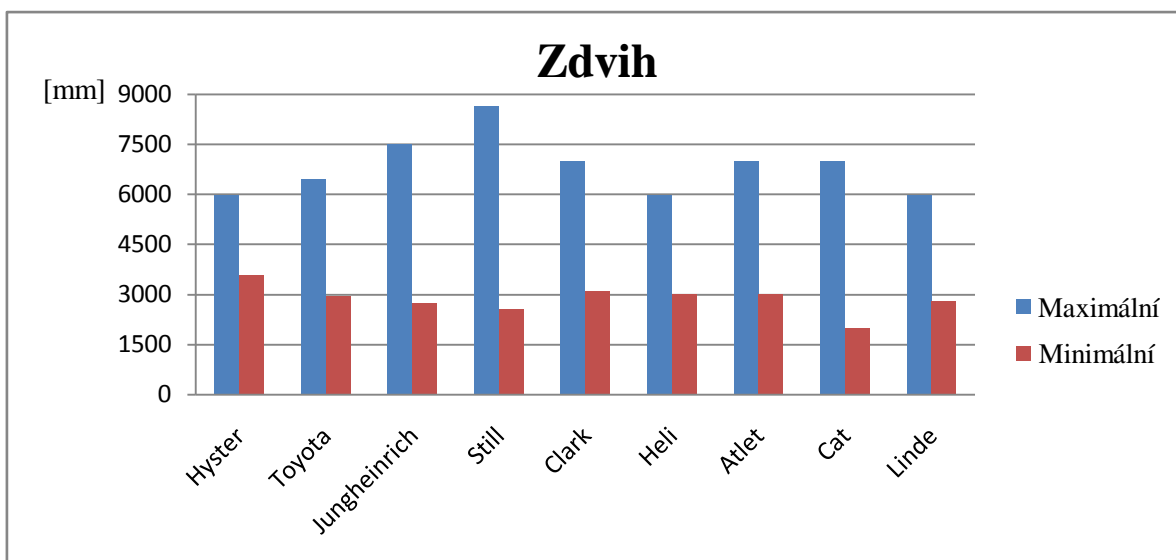
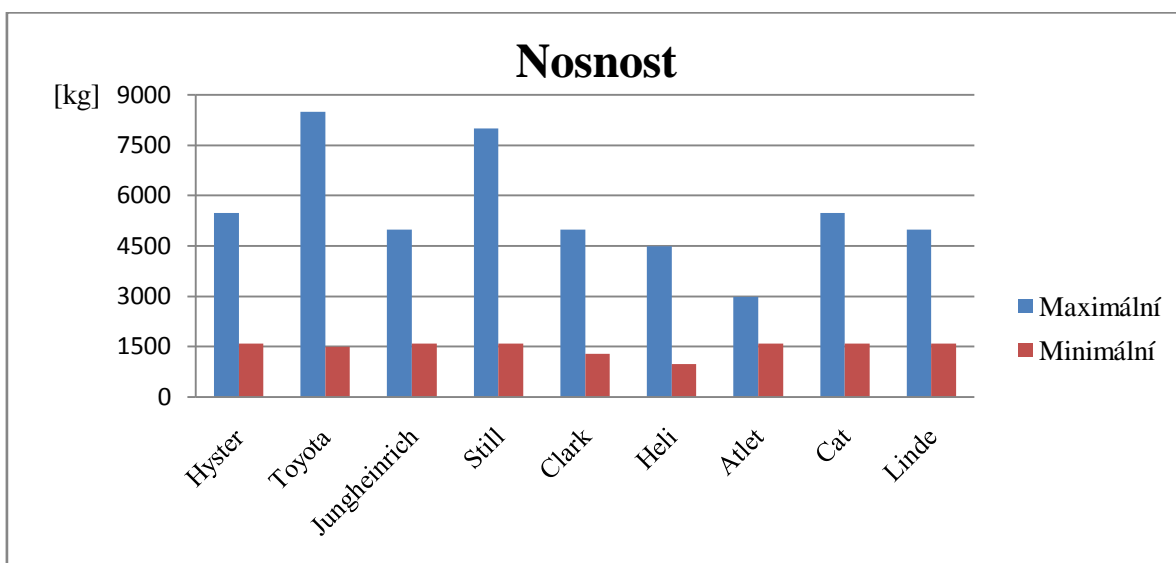
10 – hlavní regulační ventil

11 – řídicí jednotka řízení

12 – pro pomocné hydraulické funkce

13 – pro zvedací válce

Příloha č. 3 Grafické znázornění parametrů u čelních vysokozdvizných čtyřkolových vozíků



Příloha č. 4 Grafické znázornění parametrů u zakladačů

