

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Využití mobilního robota ve vybraném provozu společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Lukáš Kiňo

Bakalářská práce
2018

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Kiňo**
Osobní číslo: **D15017**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Využití mobilního robota ve vybraném provozu společnosti ŠKODA AUTO a.s.**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika techniky pro manipulaci s materiálem
2. Analýza techniky pro manipulaci s materiálem ve vybraném provozu společnosti ŠKODA AUTO a.s.
3. Návrh využití mobilního robota v rámci manipulace s materiálem ve vybraném provozu společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Závěr

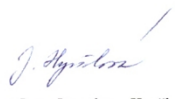
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Krejsa**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2018**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 16. dubna 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25.5.2018

Lukáš Kiňo

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Tomášovi Krejsovi za vstřícný přístup a cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janovi Petrákovi a všem pracovníkům ze společnosti ŠKODA AUTO a.s., kteří mi byli nápomocni při zpracování mé práce.

ANOTACE

Práce se zabývá automatizací, která je zaměřena konkrétně na manipulační techniku a zavedením nového systému pro přepravu dílů na měrové středisko ve vybraném provozu společnosti ŠKODA AUTO a.s. za pomoci autonomního mobilního robota, a tím ušetření podstatného času zaměstnanců.

KLÍČOVÁ SLOVA

automatizace, mobilní robot, manipulační technika, přeprava materiálu

TITLE

Usage of mobile robot in selected manufacturing process of ŠKODA AUTO a.s.

ANNOTATION

This work deals with automation of handling equipment and the introduction of a new system for transporting parts to a measuring center in a selected operation of ŠKODA AUTO a.s. with the help of an autonomous mobile robot, saving significant staff time.

KEYWORDS

automation, mobile robot, manipulation equipment, material transport

Obsah

ÚVOD.....	9
1 CHARAKTERISTIKA TECHNIKY PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM	10
1.1 Cíle podnikové logistiky.....	10
1.2 Logistický řetězec.....	10
1.3 Materiálový tok.....	11
1.4 Pasivní prvky	11
1.5 Aktivní Prvky	11
1.6 Rozdělení manipulačních prostředků a zařízení.....	12
1.6.1 Manipulační prostředky a zařízení s přetržitým pohybem	12
1.6.2 Manipulační prostředky a zařízení s plynulým pohybem.....	12
1.7 Ruční manipulace	12
1.7.1 Bezmotorové vozíky.....	13
1.8 Pohony dopravních vozíků	14
1.8.1 Motorový pohon	14
1.8.2 Plynový pohon.....	14
1.8.3 Elektrický pohon.....	14
1.8.4 Hybridní pohon.....	15
1.9 Vozíky s motorovým pohonem	15
1.9.1 Vysokozdvížené vozíky	15
1.9.2 Systémové vozíky.....	17
1.9.3 Plošinové vozíky.....	18
1.9.4 Tahače.....	18
1.10 Vedení bezobslužných dopravních vozíků	19
1.10.1 Indukční vedení vozíků	19
1.10.2 Opticky vedené vozíky	20
1.10.3 Laserově vedené vozíky	20
1.10.4 Vedení vozíků bez vodící dráhy	20
1.10.5 Dopravníky	20
1.10.6 Skluzy	21
1.11 Manipulační a přepravní jednotky	21
1.11.1 Paletové manipulační jednotky.....	22

1.11.2	Kontejnery	22
2	ANALÝZA TECHNIKY PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM VE VYBRANÉM PROVOZU SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S.....	23
2.1	Historie společnosti ŠKODA AUTO a.s.	23
2.2	Společnost ŠKODA AUTO a.s.	24
2.3	Vrchlabí logistika	25
2.4	Doprava dílů na měrové středisko	26
2.5	Materiálový tok výrobní haly Vrchlabí	27
2.6	Manipulační technika	32
2.7	Společnost CEIT	32
2.8	Automatický logistický tahač FTS CEIT 1300A	32
2.9	Plně automatický vozík Linde L10AC	34
2.10	E-rám	36
2.11	Dobíjecí místnost.....	36
3	NÁVRH VYUŽITÍ MOBILNÍHO ROBOTA V RÁMCI MANIPULACE S MATERIÁLEM VE VYBRANÉM PROVOZU SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S.	38
3.1	Společnost OMRON ELECTRONICS s.r.o.....	38
3.2	MOBILNÍ ROBOT LD 130	39
3.3	Software.....	41
3.4	Nabíjení baterie mobilního robota	41
3.5	Dotykový displej.....	41
3.6	Barevná signalizace mobilního robota	42
3.7	Vytvoření mapy prostoru.....	43
3.8	Doprava dílů na měrové středisko za pomoci mobilního robota.....	44
3.9	Testování	46
3.10	Porovnání mobilního robota s koloběžkou.....	48
	ZÁVĚR.....	50
	POUŽITÁ LITERATURA	51
	SEZNAM TABULEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM ZKRAEK.....	55

ÚVOD

V dnešní době se v každém větším průmyslovém podniku řeší otázka automatizace. Do jaké míry je automatizace vhodná, a do jaké naopak vhodná není a v jaké míře nahradit lidskou práci moderními roboty a technologiemi. Nahrazení lidského činitele ve výrobním podniku má své kladné stránky, ale i záporné, které není možné zanedbávat.

Každým dnem roste množství nových požadavků zákazníků, které se snaží každá společnost co v nejvyšší míře splňovat pro dosažení a udržení té nejlepší konkurenceschopnosti. Celková automatizace v podnicích může vést například k vytvoření lepšího produktu, ušetření času, nebo snížení nákladů na výrobu. Nahrazení člověka robotickým zařízením může přinést výhody jako vyšší přesnost, bezpečnost a výkonost, na druhou stranu za použití umělé inteligence ztrácíme vlastnosti, které může splňovat pouze lidská mysl. Vlastnosti jako jsou rozhodování podle dané situace, lidskou kreativitu nebo umění posuzovat věci vlastním úsudkem, a proto je důležité správně rozhodnout kde takové zařízení použít a kde nikoliv.

Jako téma své bakalářské práce jsem si zvolil využití autonomních vozíků ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., konkrétně ve vybraném závodě této společnosti, nacházející se ve městě Vrchlabí. V tomto závodě se za posledních pár let velice rozvíjí automatizace v podobě automatických zařízení pro přepravu materiálu a jednotlivých dílů po celém areálu. Stále se tam ale nacházejí místa, kde automatizace nebyla zavedena a stále fungují staré systémy přepravy. Zaměřil jsem se na přepravu dílů od obráběcích linek na měrové středisko, kde se dosud používá zastaralý systém pro přepravu materiálu za pomoci lidsky obsluhované koloběžky. Kvůli obsluze této koloběžky zaměstnanci ztrácejí drahocenný čas, který by mohli věnovat jiné práci.

Cílem této práce je navržení nového systému za použití plně autonomní techniky pro přepravu dílů od obráběcích linek na měrové středisko a po přeměření zajistit přepravu zpět k obráběcím linkám, kde následuje další fáze ve výrobě. Tímto návrhem bych chtěl zajistit potřebnou automatizaci ve výrobním závodě Vrchlabí a nahradit dosud používaný zastaralý systém s koloběžkou.

1 CHARAKTERISTIKA TECHNIKY PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM

Jedním ze zásadních problémů současné logistiky podle Grose (1993) je potřeba zvyšování produktivity práce v manipulaci s materiálem, jelikož tuto oblast činnosti nelze vyloučit. Stahuje se k ní veliké množství nákladů spojených s distribucí. Autor zmiňuje, že jednou z možných cest je použít kapitálové prostředky pro modernizaci manipulační techniky.

1.1 Cíle podnikové logistiky

Sixta a Mačát (2005) rozdělují podnikové cíle do dvou stran. První strana musí vycházet z podnikové strategie a napomáhat splňovat celopodnikové cíle. Druhá strana musí dbát na zabezpečení přání jednotlivých zákazníků na zboží a služby, a to se zaměřením na minimalizaci celkových nákladů. *„Obecně je možno logistiku charakterizovat jako vědu, která se zabývá celkovou koordinací a optimalizací všech činností, jejichž řetězce jsou nezbytné k pružnému a hospodárnému dosažení daného konečného efektu“* (Sixta, 2005).

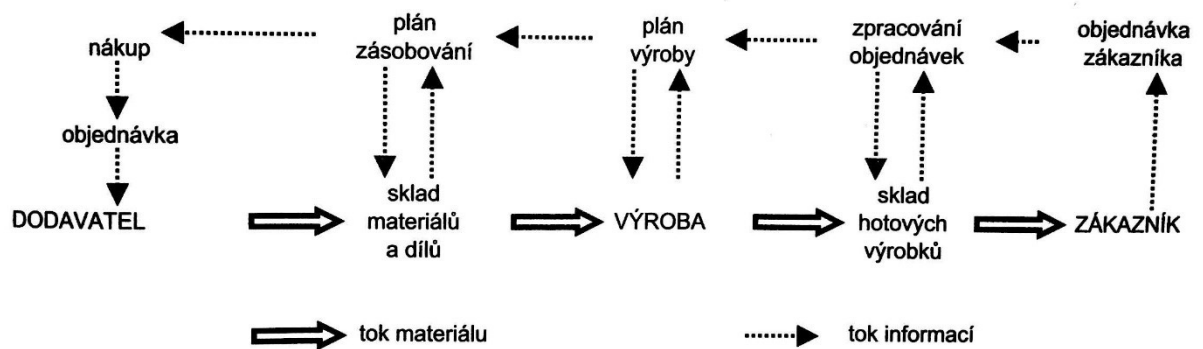
Dále autoři knihy konstatují, že v hospodářsky vyspělých zemích světa bylo dříve věnováno méně pozornosti na pohyb materiálu v rámci oběhových a výrobních procesů oproti technologickým operacím ve výrobě. Z tohoto důvodu se v dnešní době právě na tyto činnosti nahlíží jako na zdroj významných úspor, které vznikají omezením zbytečného pohybu hmot a snížení energetických a mzdových nákladů.

1.2 Logistický řetězec

Štůsek (2007) ve své knize uvádí, že prostřednictvím logistických řetězců jsou řízeny oběhové procesy v globální logistice. Stehlík a Kapoun (2008) uvádí dřívější název logistického řetězce, který se občas používá jako logistický kanál nebo logistický ropovod. Celkově logistické řetězce vytvářejí podle Štůstka (2007) takzvaně základní kámen aplikace logistiky do řízení podnikových procesů. Právě tyto řetězce jsou podle autora prostředníkem pro veškerý pohyb materiálu a hmotných produktů, kde je počátkem zisk surovin až do fáze finální spotřeby. Veškerý tento pohyb je doprovázen potřebnými informacemi k řízení celého integrovaného systému. *„Pojem logistický řetězec je nejdůležitějším pojmem logistiky. Řízení logistického řetězce představuje integraci řízení technologických a netechnologických procesů spojených s dopravou, manipulací, skladováním, balením, výrobou-zpracováním a dodávkou od konečného spotřebitele, až po prvního dodavatele (surovin, služeb apod.)“* (Štůsek, 2007).

1.3 Materiálový tok

Jedním z největších problémů provozního řízení je podle Štústka (2007) právě zajištění efektivního materiálového toku různých surovin, polotovarů a výrobků z místa vzniku do místa spotřeby. Sixta a Mačát (2005) zdůrazňují, že do materiálového toku patří i informační tok. Na obrázku číslo 1 je znázorněno jednoduché schéma materiálového toku.



Obrázek 1 Materiálový tok (Sixta, 2005)

1.4 Pasivní prvky

Podle Sixty a Mačáta (2005) se prvky logistických systémů dělí na aktivní a pasivní. Mezi pasivní prvky řadíme materiál, přepravní prostředky, obaly, odpad a informace. Pohyb těchto prvků od místa vzniku po konečnou spotřebu tvoří značnou část logistických řetězců.

„Pasivními prvky můžeme nazývat manipulovatelné, přepravované nebo skladovatelné kusy, jednotky nebo zásilky“ (Sixta, 2005). Dále je podle autorů hlavním účelem manipulačních, přepravních, kompletačních, ložných a dalších operací překonání času a prostoru s prvky již uvedenými. Je třeba podotknout, že materiál může být jak pevný, tak i kapalný a plyný, a proto je více možností jak materiál přepravovat. Způsoby přemístování tohoto materiálu jsou v podobě volně ložného zboží, nebo v podobě přepravních jednotek.

Za veškerým pohybem a manipulací s pasivními prvky stojí prvky aktivní, mezi který se řadí veškerá manipulační technika.

1.5 Aktivní Prvky

Úkolem aktivních prvků je podle Vítka (2006) fyzicky realizovat logistické operace s prvky pasivními, mezi které se řadí: balení, tvorba a rozebírání manipulačních a přepravních jednotek, nakládka, vykládka, přeprava, kontrola a skladování.

Veškeré zmíněné operace dělí do dvou skupin. V první skupině se jedná o změnu místa nebo uchování hmotných pasivních prvků, dále také o úpravu pro manipulační či

přepravní operace. K těmto operacím řadí technické prostředky a zařízení pro manipulaci, přepravu, skladování, balení a fixaci, které fungují ve spojení s budovami a různými plochami. Druhá skupina zahrnuje sběr, přenos či uchování informací.

K využití těchto operací se používají technické prostředky a zařízení sloužící činnostem s informacemi, jako jsou například prostředky pro automatické sledování a počítače (Sixta, 2005).

1.6 Rozdělení manipulačních prostředků a zařízení

Jak už bylo řečeno, také Pernica (1996) potvrzuje, že většina manipulačních prostředků a zařízení slouží k přemístování pasivních prvků. Z pohledu logistiky je praktické třídit tyto prostředky a zařízení podle druhu operací, které provádějí a druhu přemístovacích pohybů, který daný prvek vykonává.

1.6.1 Manipulační prostředky a zařízení s přetržitým pohybem

Základní rozdělení podle Pernici (1996) vypadá takto:

- Prostředky pro zdvih, ať už se jedná o pohyb svislý nebo vodorovný. Do této kategorie spadají například zvedáky, výtahy, jeřáby a lopatové nakladače.
- Prostředky pro pojezd s vodorovným pohybem, jako jsou speciální kolejové vozy, tahače a vznášedla. Dále také prostředky s možností zdvihu, jako jsou například překladače a vozíky se zdvižnou plošinou.
- Prostředky pro stohování s vodorovným a svislým pohybem jako například regálové zakladače či vysokozdvížné vozíky.
- Vyklápěcí prostředky s pohybem rotačním nebo svislým jako například výklopníky palet a rotační výklopníky.

1.6.2 Manipulační prostředky a zařízení s plynulým pohybem

- Dopravníky postupující
- Dopravníky valivé
- Dopravníky kluzné
- Dopravníky šnekové
- Dopravníky kombinované

1.7 Ruční manipulace

„Ruční manipulací s břemenem se rozumí přepravování nebo nošení břemene jedním nebo současně více zaměstnanci včetně zvedání, pokládání, strkání, tahání, posouvání nebo

přemísťování, při kterém v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek může dojít k poškození páteře zaměstnance nebo onemocnění z jednostranné nadměrné zátěže. Za ruční manipulaci s břemenem se pokládá též zvedání a přenášení živého břemene“ (Česko, 2007).

Gros (2016) ve své knize uvádí manipulaci za použití ruční síly jako jednu z nejstarších způsobů manipulace s břemeny a i přes veškerá rizika spojená se zdravím člověka, patří i dnes k velice významným aktivitám. Pokud se pomine veškerá rizikovitost, řadí tento druh manipulace mezi velice nákladný. Dále autor zdůrazňuje růst automatizace, což má za následek omezování ruční manipulace, ale i tak se podíl pracovníků pohybuje až k 40 %. Gros (2016) zdůrazňuje rizikové faktory, kterým jsou zaměstnanci vystavováni. Řadí se mezi ně pracovní prostředí, špatné návyky, charakteristika manipulovaných objektů, ale také osobní charakteristika manipulátora.

Rizika spojená s ruční manipulací lze podle Grose (2016) z velké části omezit pomocí vhodných nástrojů a zařízení. Pro vertikální přemísťování a zdvihání těžkých břemen lze použít například zdvihací plošiny, kladkostroje nebo manipulační schůdky. Jako další druh manipulace uvádí ve své publikaci horizontální dopravu používanou na větší vzdálenosti, při které mohou pomoci zařízení jako ruční vozíky, rudly a ruční paletové vozíky. Mezi velké zdroje rizik také řadí manipulaci s plochými rozměrnými předměty, jako jsou skla a plechy, v tomto případě se používají vakuové manipulátory, které pracují na principu podtlakových přísavek.

1.7.1 **Bezmotorové vozíky**

Společnost Jungheinrich (2018) řadí tyto druhy vozíků jako velmi rozšířené dopravní a manipulační prostředky. Mezi nejznámější ruční vozíky řadí dvoukolové vozíky, které slouží pro manipulaci se sudy, pytli, přepravkami a podobným zbožím kusového typu. Dalším typem společnost uvádí čtyřkolové vozíky bez oje s rukojetí pro tažení či tlačení vozíku. Nesmíme také opomenout vysoce využívané ruční paletové vozíky, které bývají základem každého skladu.

Společnost Jungheinrich (2018) popisuje na svých webových stránkách ruční paletové vozíky jako snadno ovladatelné zařízení s robustní konstrukcí, pro přepravu lehčích břemen na kratší vzdálenosti. Jejich ovladatelnost je přizpůsobená pro praváky i leváky. V dnešní době samozřejmě existují i motorové podoby těchto vozíků pro usnadnění pohybu. Na obrázku číslo 2 je znázorněn ruční paletový vozík.



Obrázek 2 Ruční paletový vozík (Jungheinrich s.r.o, 2018)

1.8 Pohony dopravních vozíků

Jedno z mnoha dělení dopravních vozíků je podle Cempírka (2007) dělení podle druhu pohonu, ať už se jedná o elektrické, naftové, plynové, nebo vozíky poháněné ekologickým palivem. Také podotýká, že v dnešní době se díky dosažitelnému výkonu a čím dál lepším emisím stále více používají vozíky plynové, které konkurují vozíkům s naftovým a akumulátorovým pohonem.

1.8.1 Motorový pohon

Podle Cempírka (2007) se u motorového pohonu používají benzínové a naftové motory, kdy v dnešní době mají tyto motory téměř dokonalé 100% spalování paliva, a tudíž vzniká pouze velmi malé množství sazí. Dále podotýká, že při použití těchto motorů jsou v halách zabudovány filtry sazí a díky tomu nejsou velkým nepřítelem životního prostředí.

1.8.2 Plynový pohon

Tento druh vozíků se dle Cempírka (2007) používá tam, kde nelze použít akumulované vozíky z důvodu slabé baterie a omezenému výkonu nebo vozíky naftové, kde je problém s emisemi. Jako jednu z výhod plynových vozíků předkládá provoz v uzavřených halách za použití plynů LPG, zemního plynu, CNG, LNG.

1.8.3 Elektrický pohon

Přenos výkonu získává elektrický pohon podle Cempírka (2007) buď z akumulátorových baterií, nebo ho může vyrábět generátor poháněný spalovacími motory.

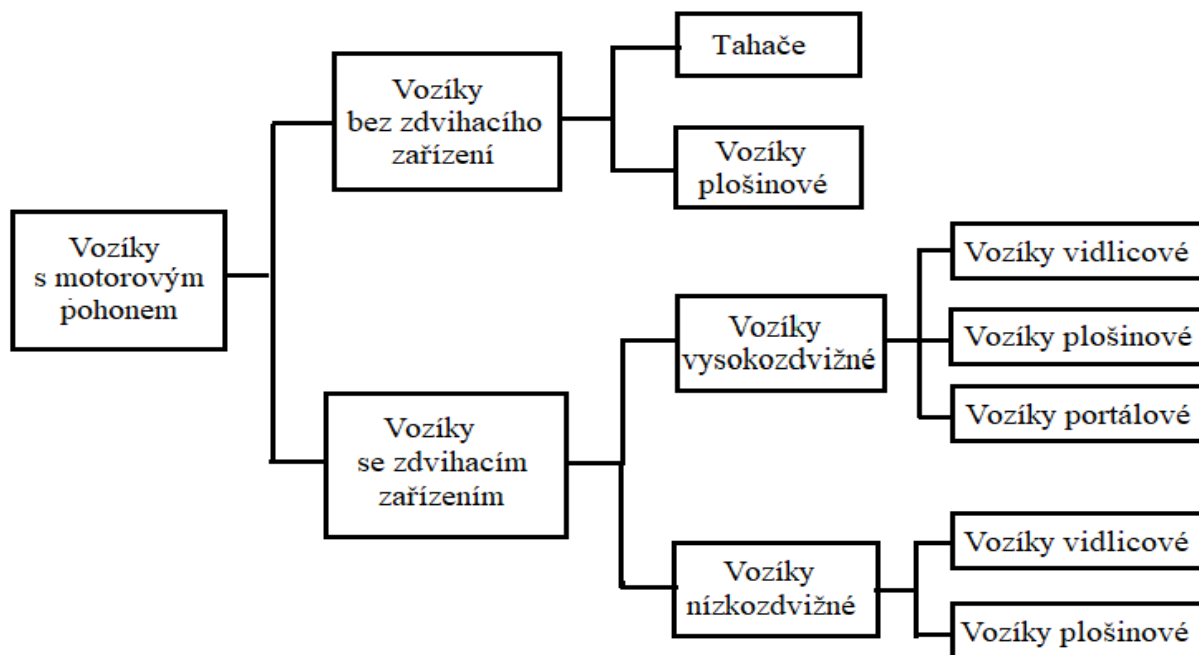
Jako výhody elektrického pohonu uvádí například uzavření motoru pro ochranu před nečistotami, levnou údržbu a malé riziko poruch.

1.8.4 Hybridní pohon

Cempírek (2007) označuje hybridní pohon jako pohon budoucnosti, kdy hlavními částmi jsou spalovací motor, který je poháněn generátorem, řídicí jednotka a hnací elektromotor. Přenos hnací síly uvádí za pomoci elektromagnetické síly. Za hlavní výhodu těchto pohonů pokládá velmi nízkou spotřebu.

1.9 Vozíky s motorovým pohonem

Vozíky s motorovým pohonem řadí Gros (2016) mezi nejvíce používané vozíky pro vertikální a horizontální manipulaci, přičemž nejčastěji tyto vozíky manipulují s jednotkami, jako jsou palety, krabice a kontejnery. Podle výše uvedeného autora se vozíky používají pro příjem zboží a zařazení do regálu, manipulaci s materiálem ve skladovacích prostorech, pro navážení na montážní linky a také expedici. Na obrázku číslo 3 je znázorněno základní rozdělení vozíků s motorovým pohonem.



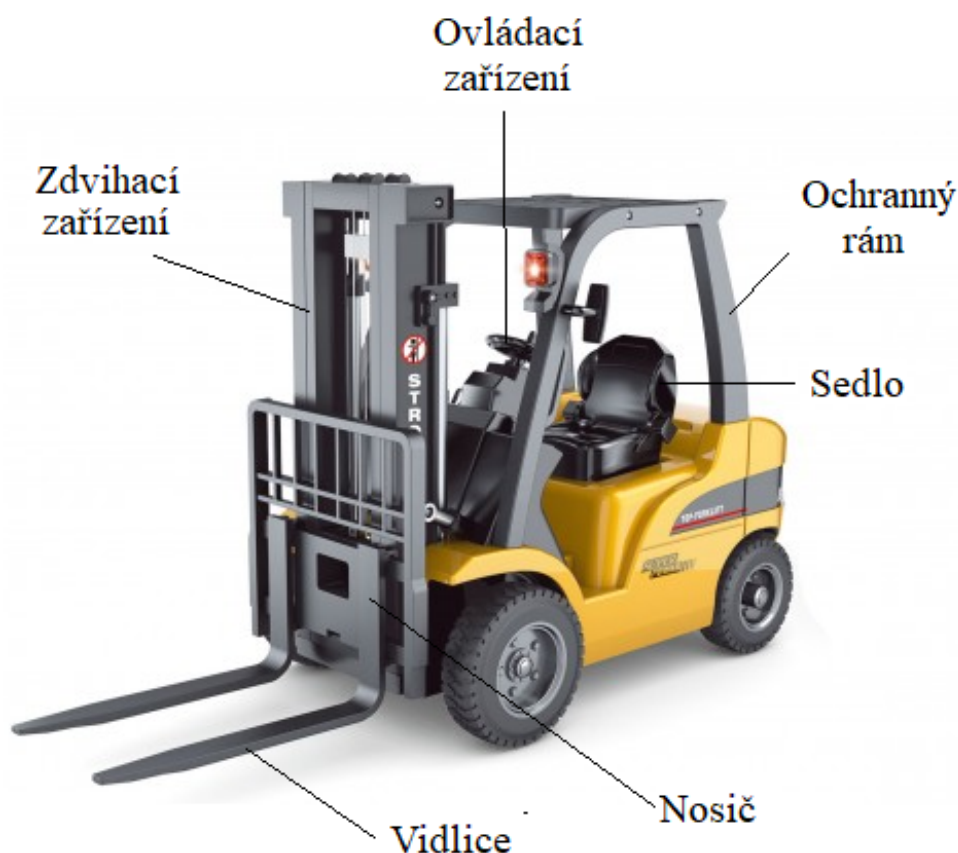
Obrázek 3 Rozdělení motorových vozíků (Gros, 2016), upraveno autorem

1.9.1 Vysokozdvížné vozíky

Dle Cempírka (2007) se jedná o druh vozíků s velkou škálou použití, mezi které patří hlavně paletizace a kontejnerizace, přičemž do těchto vysokozdvížných vozíků se ve většině

případů montují motorové pohony, ať už se jedná o elektrické, či spalovací. Dále dle autora existují také bezmotorové vozíky s hydraulickým zdvihem, které se ovšem moc nepoužívají.

V 70. letech se motorové vysokozdvížné vozíky stabilizovaly na základní typy s určitými parametry, kdy v dnešní době jsou nejpoužívanější vysokozdvížné vozíky čelní, které mají naklápěcí zvedací zařízení pro lepší stabilitu a snadnější nabrání manipulační jednotky (Cempírek, 2007). To potvrzuje i Gross (2016), který tvrdí, že tento druh vozíku je nejrozšířenější a má typické zdvihací zařízení tvořené teleskopickým stožárem s výsuvnými teleskopickými prvky, na kterých se nachází nosič s vidlicemi nebo plošinou. Jednoduchý popis vysokozdvížného vozíku je zobrazený na obrázku číslo 4.



Obrázek 4 Vysokozdvížný vozík (Žák, 2018), upraveno autorem

Gros (2016) uvádí rozměry vidlic pohybující se v rozmezí délky 800 až 1800 mm a šířky 80 až 150 mm, celková nosnost může dosahovat až 9 tun. Dle autora jsou moderní vozíky vybaveny polohovačem vidlic, který umožňuje nastavení vidlic přímo z kabiny, ať už se jedná o nastavení rozteče, nebo otáčení po vodorovné ose. Tyto vidlice jsou určeny hlavně pro manipulaci s břemeny na paletách, nebo deskách. Pro materiály oválného tvaru jako jsou sudy, namotané cívky jsou zapotřebí podle Grose (2016) takzvaná chapadla, která jsou

umístěna místo klasických vidlic, nebo je možné namontovat různé lopaty pro manipulaci se sypkým materiálem. Výrobce Jungheinrich (2018) na svých webových stránkách uvádí rozdělení také podle počtu kol, které se odvíjí od maximální možné zátěže, jedná se o tři a čtyř kolové vozy.

1.9.2 Systémové vozíky

Systémové vozíky, neboli vozíky VNA (Very Narrow Aisle), v překladu velmi úzká ulička, se dělí podle Neckáře (2015) do tří základních skupin. První skupina nazývaná jako man-up, je podle autora vhodná jak pro manipulaci s celými paletami, tak i k vychystávání položek z jednotlivých palet. Jako druhou skupinu uvádí vozíky man-down s třístranným zakládáním, které jsou otočné s vidlicemi a mají bočně umístěné zvedací zařízení, a poslední skupinou jsou vozíky vychystávací. Jak už sám název napovídá, tyto systémové vozíky podle Neckáře (2015) dokáží pracovat v obzvláště úzkých uličkách. Jako další velkou výhodou spatřuje zakládání do velkých výšek, což umožňuje ušetření skladovacího prostoru. Zmíněné vozíky mají velikou škálu uplatnění takřka ve všech oborech a ve spojení se skladovou navigací nabízejí velmi efektivní a přesný nástroj skladování.

Autor webu Neckář (2015) také uvádí možnosti vedení vozíku na základě mechanického a indukčního zařízení, přičemž pro každý sklad se volí jiné optimální řešení, a proto se musí rozhodnout, jaké výhody a nevýhody druh vedení vozíku přinese. Mezi hlavní výhody mechanizačního vedení řadí například menší potřebnou šířku pracovní uličky a vyšší možnou rychlost vozíku. Na druhou stranu autor zdůrazňuje také značné nevýhody, jako jsou například nemožnost použití v oblasti zařízení ručně vedený vozík k vychystání palet nebo průběžně vznikající mechanické opotřebení. U indukčního vedení tyto nevýhody odpadají a je zde možnost vjezdu jiných zařízení, jako jsou například mycí stroje na podlahu. Z toho vyplývá, že se nedá určit, jaký druh vedení je ten lepší. Na obrázku číslo 5 je systémový vozík v provozu.



Obrázek 5 Systémový vozík (Schrotterová, 2017)

1.9.3 Plošinové vozíky

Plošinové vozíky jsou v dnešní době podle Grose (2016) zejména využívány k vnitropodnikové dopravě, přičemž jejich nosnost dosahuje 5 tun a využívají se převážně na přepravu delších vzdáleností jako například mezi skladem a výrobní halou. Dále uvádí, že pro vnitřní použití bývají v těchto vozících zabudované elektromotory pracující na akumulátorové baterie a u venkovních vozíků se občas používají i vznětové motory. Pro přepravu materiálu jako jsou sypké věci lze tyto vozíky podle Grose (2016) doplnit patřičnou korbou.

1.9.4 Tahače

Gros (2016) popisuje motorové tahače, jako zařízení využívané pro horizontální dopravu většího přepravního množství. Dále podotýká, že pro tento druh dopravy je možné využívat více druhů vozíků, jako jsou například vysokozdvizné vozíky, ale ve srovnání s motorovými tahači je jejich pořizovací cena mnohem vyšší a nemohou za sebou vléci několik přívěsných vozíků. Tyto přívěsné vozíky mohou mít otáčivá všechna čtyři kola, to zabezpečuje potřebnou manipulaci a snižuje poloměr otáčení. Při dodávce zboží na výrobní linky se používají i bezobslužné tahače vedené například vodiči instalovanými v podlaze, přičemž jejich provoz vede k vysokým úsporám (Gros, 2016).

1.10 Vedení bezobslužných dopravních vozíků

V dnešní době postupuje výroba podle Cempírka (2007) čím dál více dopředu a používají se strategie plánování, kde mohou být použity k realizaci výroby just-in-time automaticky vedené vozíky. Mezi tyto vozíky řadí Cempírek (2007) zařízení známé jako FTS a AGV neboli dopravní systémy bez řidiče představují vozíky s externím řízením, které jsou vedeny po určité trase s daným konečným cílem. První vozíky tohoto druhu byly vyvíjeny v USA a to se snahou ušetřit náklady spojené s financováním zaměstnanců. Jako první přišlo na řadu mechanické vedení za pomoci kolejnic, které se nepovažovalo za velmi úspěšné, neboť znemožňovalo pohyb jiných vozíků a vzniklé nečistoty způsobovaly vykolejení. Jako druhou možnost autor uvádí optické vedení za pomoci snímací hlavy a bílého pruhu na podlaze. S tímto vedením vozíků nebyly o nic menší problémy než s vedením mechanickým, neboť bílé čáry se špinily a byly nečitelné, a odraz denního světla vyváděl vozíky z jejich dráhy.

Autor dále rozděluje vedení vozíků na indukční, optické, bez vodící dráhy a laserové. Toto dělení uvádějí i autoři článku KBT (2005) a jednotlivá rozdělení popisují.

1.10.1 Indukční vedení vozíků

Autoři článku KBT (2005) představují indukční systémy, které pracují pomocí indukční smyčky, jež se skládá z vodícího kabelu zabudovaného přímo v podlaze. Tento vodič vytváří elektrické pole, které zaznamenává snímač umístěný na spodku vozíku. Indukční vozíky se dělí na pasivní a aktivní systémy, které Cempírek (2007) popisuje následovně.

Pasivní systémy zajišťují vedení vozíku. Kolem dané dráhy jsou zabudované značky, za pomoci nich vozík rozpozná, v jaké části dráhy se zrovna nachází. Systémy mohou používat více frekvencí, přičemž daný vozík přijímá jednu hlavní, pomocí které je veden po trase, ať už v oblasti křižovatek, nebo různých odboček. Dodatečným příjmem jiné frekvence lze vozíkům přikázat například zastavení nebo změnu rychlosti.

Aktivní systémy slouží k regulaci dopravy a předávání přepravních úkolů vozíkům. Komunikace mezi počítačem a vozíkem je zajištěna také indukčně, a to zabudováním informační smyčky v podlaze, která umožňuje výměnu údajů, nebo se do indukčního vodiče instaluje obousměrný přenos dat, což zajistí nepřetržitou výměnu údajů. Vozíky tak dávají samy údaje o své poloze a lze tak regulovat přednosti v jízdě.

1.10.2 Opticky vedené vozíky

Základem tohoto vedení podle autorů webového článku KBT (2005) jsou optické značky, které se nachází na podlaze. Dále popisují zařízení k vedení vozíku takto. Na vozíku musí být zabudovaná kamera, pomocí které dochází ke snímání jízdního pruhu, který může být nalakovaný nebo nalepený. K určení místa na trase se používají opticky snímatelné značky a komunikace mezi počítačem a vozíkem je zajištěna pomocí infračervených relé nebo rádiovou technikou. Podle autorů článku je výhodou tohoto systému, že nemusí docházet k frézování podlahy, ale dá se použít pouze v místech, kde se podlaha neodírá, a pruhy zůstanou čitelné.

1.10.3 Laserově vedené vozíky

KBT (2005) vysvětlují, že laserově naváděné vozíky nepotřebují jako u předchozích vedení žádný vodící kabel, ani jízdní pruh, podle kterého by se orientovaly. Jízdní trasy jsou uloženy přímo v počítači vozíku. Celý tento systém je založený na takzvané laserové triangulaci, při které se používá laserový senzor připevněný na vozíku a reflektorové odrazky umístěné v prostoru. Laserový paprsek vychyluje rotující zrcátko a paprsky se odrážejí v odrazkách zpět k senzoru na vozíku. Při této metodě (triangulace) musí být během jedné otočky zrcátka rozpoznány nejméně čtyři odrazky, čímž se přesně určí místo, kde se daný vozík nachází. Dále je vozík vybaven dalším snímačem pro určování rychlosti jízdy.

1.10.4 Vedení vozíků bez vodící dráhy

Těmito vozíky jsou dle Cempírka (2007) chápány takzvané autonomní vozíky, které mají ve svém počítači uložený přesný plán trasy a pomocí senzorů se při nebezpečí srážky včas zastaví. Již zmíněný autor je toho názoru, že základem je řídicí systém AUTOPAL, který se skládá z sensoriky k poznávání okolí, řízení a programového systému k automatickému generování řídicího systému. Obsluha pouze určí, pro co má vozík dojet, nebo co má kam přepravit, a vozík sám prozkoumá okolí a vybere vhodnou cestu pro vykonání příkazu. Hlavní výhodou tohoto systému vedení je podle Cempírka (2007) velká pružnost při utváření tras, zapojení nových stanic a potřebné změny a dále je zde značná úspora nákladu, neboť se nemusí zabudovávat žádné další zařízení, jako jsou vodící dráhy a odrazky

1.10.5 Dopravníky

Miroslav Vítek (2006) ve svém článku uvádí jako nejvíce používané zařízení tohoto druhu dopravníky pásové, které se spíše používají pro manipulaci s kusovým zbožím, případně také sypkým. Vzdálenosti dopravy těchto dopravníků dosahují až 5 km. S tím

souhlasí i Václav Cempírek (2007) a dále popisuje, že hlavní část tvoří bezkoncový pás napnutý mezi dvěma bubny, z nichž jeden je hnací a druhý hnaný, přičemž celá délka pásu je podpírána kluzným vedením, nebo podpěrnými válečky. Na zařízení bývá také připevněno čistící zařízení pro odstraňování nechtěných zbytků materiálů na páse. Tvar pásu je určen podle druhu přepravovaného materiálu, přičemž nejčastěji se používá plochý a korýtkový.

Autor Ivan Gros (2016) jako další velmi využívané dopravníky uvádí dopravníky válečkové. Tento druh dopravníků se podle něho používá například pro dopravu ke kompletačním linkám, nebo dopravu do výdeje. Pohyb manipulační jednotky bývá z větší části podle autora zajištěn gravitací, a u manipulačních jednotek s nízkou hmotností jsou válečky nahrazeny plastovými kladkami. Dále Gros (2016) zmiňuje, že u dopravníků založených na gravitační síle je třeba použít brzdné zařízení.

1.10.6 Skluzy

Podle Grose (2016) jsou skluzy zařízení, která jsou založená na využití hmotnosti manipulační jednotky. Nejčastěji jsou podle něho vyrobeny z kovu, dřeva, plastů a jejich provedení bývá různě zakřivené podle daných potřeb podniku. Pomocí rozdílných výšek výchozího a konečného bodu se manipulační jednotka sklouzne bez jakékoli jiné pomoci. Manipulačními jednotkami nejčastěji podle Grose (2016) bývají krabice, pytle a přepravky. Také konstatuje, že velmi často se tento systém využívá například u třídících linek. Daný skluz musí být správně navržený po stránce sklonu skluzu, neboť působí na rychlost přepravované manipulační jednotky. Při nízké rychlosti hrozí zaseknutí a ucpání skluzu a při velmi vysoké rychlosti případné rozbití manipulační jednotky. Dalším důležitým faktorem, který zmiňuje, je také tření ovlivňující rychlost manipulační jednotky, které se odvíjí od použitého materiálu na daný skluz.

1.11 Manipulační a přepravní jednotky

Manipulační jednotka dle definice Sixty a Mačáta (2005) je jakékoliv množství materiálu, které tvoří jednotku schopnou manipulace, aniž by bylo nutné ji upravovat. S manipulační jednotkou se manipuluje jako s jediným kusem. Přepravní jednotka je množství materiálu, které lze přepravovat bez dalších úprav. Jako další pojem autoři uvádí přepravní prostředky, kterými mohou být například již známé palety či kontejnery sloužící pro vytvoření už zmíněných manipulačních a přepravních jednotek, čímž je s nimi ulehčena manipulace a přeprava. Rozměry popisují jako unifikované vycházející ze standardů ISO. Balení a tvorba manipulačních a přepravních jednotek je uskutečněna podle celosvětových

zásad. Díky tomu je zajištěna rozměrová návaznost přepravních jednotek a ložných prostorů, což vede k značnému snížení logistických nákladů (Sixta a Mačát, 2005).

1.11.1 Paletové manipulační jednotky

Velký význam u palet tvoří standardizace s označením EUR, která podle Grose (2016) určuje tvar a rozměry. Tyto palety jsou uzpůsobeny pro manipulaci s vidlicovými vozíky a zakladači. Gros (2016) definuje klasickou EURO paletu jako 1200 mm dlouhou, 800mm širokou a na výšku měřící 144 mm, přičemž nejčastěji jsou vyrobeny ze dřeva, kovu a recyklovatelného odpadu. Od použití materiálu se odvíjí nosnost palety, která se pohybuje kolem 1000 kg. V praxi je dle autora možné setkávat se i s jinými druhy palet než jsou EURO palety, jako například ISO palety, či jinak rozměrově provedené. Díky lyžinám umístěným na spodní straně palety se mohou pohybovat na válečkových tratích (Gros, 2016).

1.11.2 Kontejnery

Gros (2016) popisuje kontejnery jako ocelové skříně ve tvaru hranolu s normalizovanými rozměry řadící se mezi jedny z nejpoužívanějších manipulačních jednotek používaných v kombinované dopravě. Přístupnost do těchto kontejnerů bývá čelními nebo bočními vraty. Nejvíce používané jsou podle Grose (2016) ISO kontejnery, které mají stanovené rozměry podle daných skupin pro plné využití ložné plochy. Pro dopravu sypkých hmot se podle autora používají kontejnery otevřené, jednoduché ploštinové kontejnery se mohou použít například pro přepravu strojů, řeziva a trubek.

2 ANALÝZA TECHNIKY PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM VE VYBRANÉM PROVOZU SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S.

Ve druhé kapitole této práce představím společnost ŠKODA AUTO a.s. konkrétně výrobní závod ve Vrchlabí, který se zabývá výrobou automatických převodovek. Nejprve bude zmíněna historie společnosti a její popis, následně představím materiálový tok v tomto závodě. Následovat bude popis manipulační techniky, která se v těchto prostorech využívá a doprava dílů na měrové středisko v současném stavu společnosti ŠKODA AUTO a.s.

2.1 Historie společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Počátek společnosti se podle webových stránek společnosti ŠKODA AUTO a.s. (2018) datuje od roku 1985, kdy vznikl malý podnik, kde vyráběl mechanik Václav Laurin a knihkupec Václav Klement jízdní kola v garáži. Jakmile se obchod s koly začal rozvíjet, pojmenovaly jízdní kola jménem Slavia. Dále společnost popisuje oba přátele jako velmi vynalézavé, kteří hned poté začali vyrábět motocykly, které se řadily mezi první na světě. Tyto stroje byly jedny z nejlepších a tak vyhrávaly závody a sbíraly rychlostní rekordy. Následně přidali další dvě kola a vznikl jejich první automobil s názvem Voiturette A, který se stal automobilovou klasikou doma i v zahraničí, a s ním přišla i rodová linie automobilů, která řadí značku ŠKODA mezi nejstarší automobilku na světě. Rok 1925 společnost ŠKODA AUTO a.s. (2018) označuje za důležitý rok, kdy vznikla fúze s podnikem ŠKODA Plzeň, a přišel obrovský úspěch s modelem ŠKODA Popular. Společnost Škoda vždy vyráběla vozy špičkové kvality, a to i ve dvacátém století, kdy si prošla dvěma světovými válkami. V roce 1991 přešla společnost do vlastnictví skupiny Volkswagen, což mělo za následek posílení do budoucnosti.

Logo společnosti se podle webových stránek ŠKODA AUTO a.s. (2018) postupně vyvíjelo a měnilo s jednotlivými vozy, ať už se jednalo o barvu nebo tvar, zkrátka od jednoduchosti k eleganci, šíp preciznosti na křídlech pokroku, obepnutý svým prstencem, který se opírá o tradici jedné z nejstarších automobilových společností na světě. Na obrázku číslo 6 je znázorněn postupný vývoj loga společnosti ŠKODA AUTO a.s.



Obrázek 6 Vývoj loga společnosti (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

2.2 Společnost ŠKODA AUTO a.s.

Společnost ŠKODA AUTO a.s. (2018) se podle svých webových stránek řadí mezi nejvýznamnější průmyslové podniky v České republice a v současnosti zaměstnává více než 31 600 osob. Tato společnost se zabývá vývojem, výrobou a prodejem automobilů, komponentů, originálních dílů, a také poskytováním servisních služeb. V roce 2017 bylo zákazníkům dodáno 1 201 tisíc vozů značky ŠKODA, čímž se podařilo již po čtvrté v řadě překonat hranici jednoho milionu dodaných vozů za jeden rok a tím došlo k zvýšení tržeb o 17 %, tedy na 407,4 miliard Kč, a proto byl tento rok nejúspěšnějším rokem v historii značky. Nejprodávanější vozy byly ŠKODA OCTAVIA, ŠKODA FABIA A ŠKODA SUPERB.

Před 25 lety se společnost ŠKODA AUTO a.s. stala součástí koncernu VOLKSWAGEN, díky čemuž se jí podstatně zvětšily objemy dodávek a produktové portfolio se více rozšířilo.

ŠKODA AUTO a.s. (2018) na svých webových stránkách uvádí, že v České republice vlastní tři závody. Její sídlo a také hlavní závod se nachází v Mladé Boleslavi. Právě v tomto závodě jsou vozy uváděny do výroby v plném rozsahu. Další závod společnosti ŠKODA AUTO a.s. se nachází v menším městě zvaném Kvasiny. V tomto místě se vyrábí například vůz Superb, a oba SUV vozy Karoq a Kodiaq. Posledním nejmenším výrobním závodem v České republice je závod ve Vrchlabí, kde se od roku 2012 vyrábí pouze automatické převodovky, a právě tímto závodem se ve své práci budu zabývat.

Podle výroční zprávy ŠKODA AUTO a.s. (2017) se pro plánovaný růst v dalších letech rozšířily výroby v zahraničí, a to v Číně, Indii, Rusku, Ukrajině, Alžírsku a také na Slovensku, kde se například vyrábí vůz Citigo. Podmínky k růstu jsou již zajištěny, mezi které se řadí skvělé vozy, silná značka, motivovaný a schopný tým, který je schopný přeměnit inovace k přínosu pro zákazníky, zkrátka aby vše odpovídalo heslu „Simply Clever“.

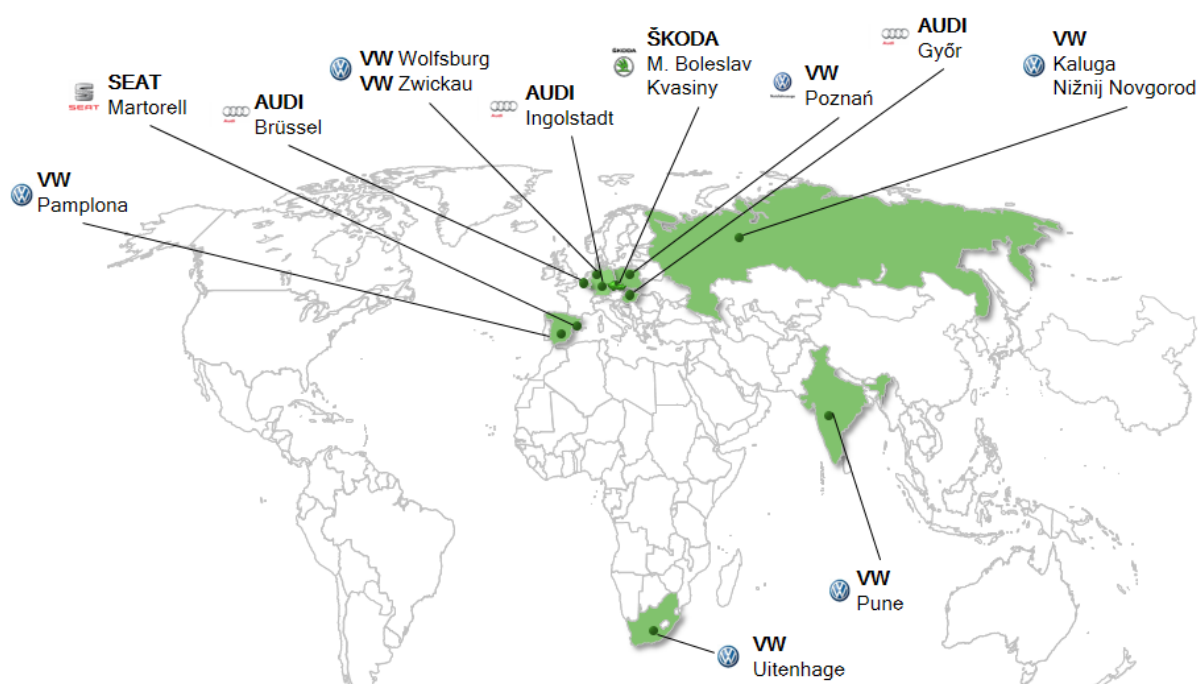
Společnost v posledních letech obdržela mnoho ocenění. Jako poslední získala v tomto roce 2018 dvojitě vítězství za nejlepší vozy, a to již popáté v řadě. Jejich automobil ŠKODA KAROQ je označen jako nejlepší vůz v kategorii kompaktní SUV nebo-li terénní vozidlo.



Best Cars 2018

Obrázek 7 Ocenění v kategorii nejlepší vozidlo (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Závod ve Vrchlabí podle interních zdrojů ŠKODA AUTO a.s. (2018) vyrábí ročně 469 000 kusů převodovek, které následně dodává do ostatních závodů, ať už se jedná o závody v České republice tak i zahraniční. Celkem se jedná o 14 závodů, přičemž 58 procent převodovek, tedy 272 000 kusů, je dodáváno do koncernových závodů a zbylých 42 procent, tedy 197 000 kusů do závodů ŠKODA AUTO a.s.

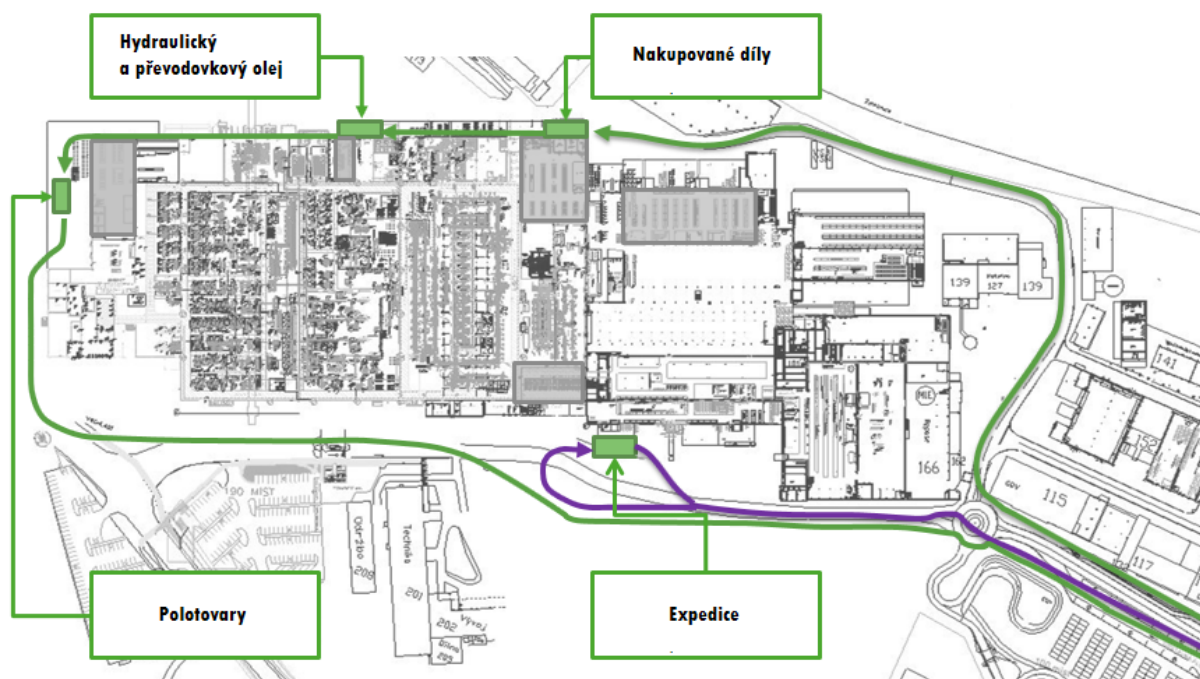


Obrázek 8 Odběratelé převodovek DQ200 – koncern VW (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

2.3 Vrchlabí logistika

Během každého výrobního dne je výrobní závod ve Vrchlabí zásobován nakupovanými díly a polotovary potřebnými pro výrobu již zmíněných převodovek, a to do tří

skladů, které jsou rozděleny podle druhu dodávaného zboží a uspořádány pro rychlý a účinný tok výroby. Po dokončení výroby jsou převodovky za pomoci nákladních vozidel z místa expedice odeslány ze závodu. Jednotlivé sklady se dělí na sklad pro nakupované díly, sklad pro hydraulický a převodový olej a sklad pro polotovary. Celková plocha těchto skladů a doplňkových přístřešků činí 13 500 m² a plocha pro expedici 1 850 m². Během jednoho dne se v tomto závodě vyloží nebo naloží v průměru 25 nákladních vozidel, což znamená v přepočtu 385 GLT palet nakupovaných dílů, 204 GLT dovážených polotovarů a 334 GLT palet převodovek připravených k expedici. Co se týká hydraulického a převodového oleje je zásobován třemi nákladními vozidly za týden. Na obrázku číslo 9 jsou znázorněny v areálu výrobního závodu již zmíněná místa pro nakládku a vykládku nákladních vozů a trasy, po kterých se vozidla pohybují.



Obrázek 9 Trasy nákladních vozidel (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

2.4 Doprava dílů na měrové středisko

V současné době se některé díly, konkrétně ozubená kola a hřídele, poté co se dokončí měkké obrábění, musí nechat zkontrolovat v měrovém středisku, které se nachází v průměru 225 m od místa obrábění. Tento proces probíhá z důvodu kontroly rozměrů a kvality daných dílů. Jelikož by bylo velice náročné a nákladné kontrolovat každý díl, nechává se zkontrolovat pouze 23 dílů během jedné hodiny. Konkrétně se jedná o 18 dílů ozubených kol a 5 dílů hřídelí. Jelikož se zde pracuje v třísměnném provozu po 8 hodinách, jedná se tedy celkem o 184 dílů za 1 pracovní směnu, přičemž se jednotlivé díly odváží vždy po dvojicích, tudíž se

jedná celkem o 92 přeprav na měření. Doprava je v současnosti zajištěna za pomoci jednoduše konstruovaných koloběžek znázorněných na obrázku číslo 10, které jsou obsluhovány pracovníky, kteří pracují u obráběcích strojů. Jednotlivé díly umístí do určeného prostoru přidělaného na koloběžce, který je určený k přepravě a odvezou ho na již zmíněné měřicí středisko, kde díly pouze odevzdají dalším pracovníkům, jejichž náplní práce je právě kontrola daných dílů. Hned po předání se pracovník vrací na své pracovní místo, a to buď s již zkontrolovanými díly, které byly přivezeny dříve, nebo zcela bez nákladu.

Maximální povolená rychlost člověka na koloběžce z důvodu bezpečnosti činí 1,5 m za sekundu a při vzdálenosti 225 m trvá jízda 2,5 minuty. Tento čas není vždy stejný, neboť záleží na konkrétní situaci, kdy se v průběhu přepravy můžou do cesty připlést různé překážky, jako jsou například autonomní vozíky nebo lidé, kvůli kterým se tento čas může výrazně navýšit. Pokud zanedbáme veškeré komplikace při přepravě dílů, zabere všech 92 přeprav na měření celkem 460 minut, přičemž musíme započítat cestu tam i zpět. Při přepočtu na hodiny se jedná o necelých 8 hodin, a tudíž přepravou ztrácíme čas jedné směny pracovníka, který by se mohl věnovat jiné práci.



Obrázek 10 Koloběžka (Autor, 2017)

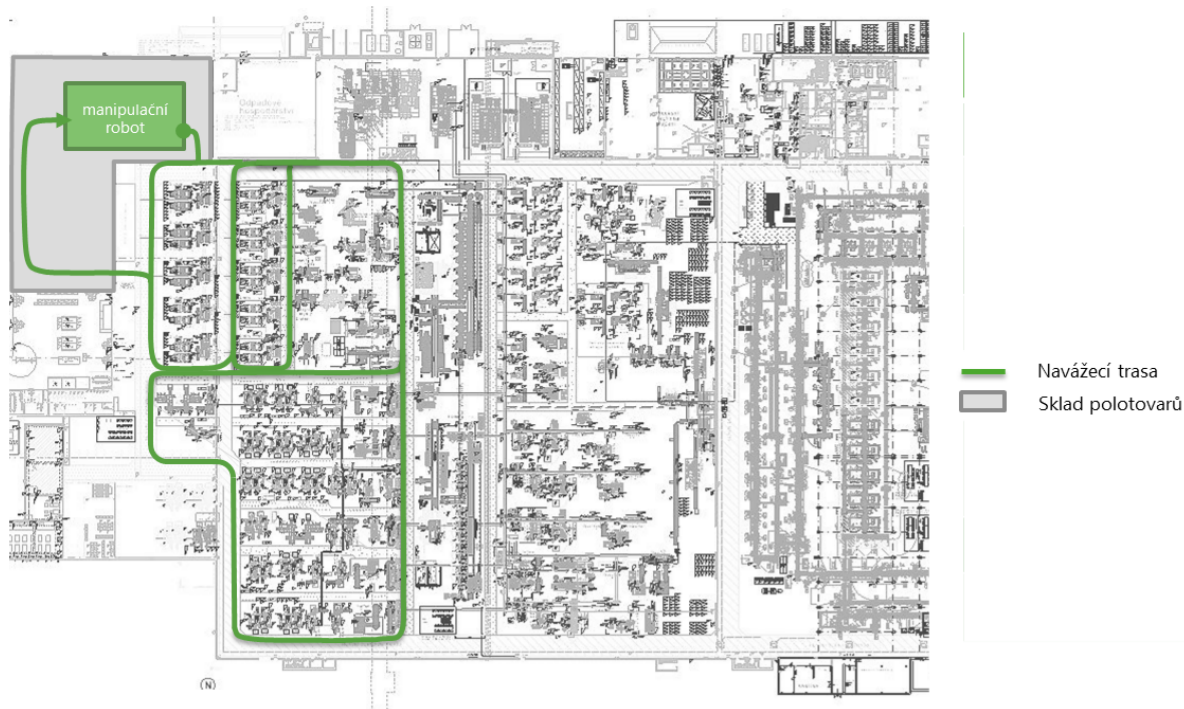
2.5 Materiálový tok výrobní haly Vrchlabí

Začátek operace probíhá u skladu s polotovary, kde nákladní kamiony přivezou určité polotovary umístěné v paletových kontejnerech GLT, které se za pomoci vysokozdvizných vozíků určených pro venkovní provoz složí z kamionů a poté v prostoru pro předání předají

dalším vysokozdvížným vozíkům, které jsou určeny k provozu uvnitř haly. V celém areálu výroby se klade velký důraz na udržování čistoty, a proto jsou rozděleny manipulační prostředky pro práci uvnitř výrobní haly a manipulační prostředky pro venkovní práce. Po předání jsou paletové kontejnery s polotovary systematicky uskladněny v prostorách skladu, kde vyčkávají na další operace. Maximální kapacita tohoto skladu činí 1 840 GLT paletových kontejnerů uspořádaných v blocích.

Při nedostatku materiálu u měkkého obrábění si pracovníci objednají za pomoci počítače potřebný materiál a následně přijde informace pracovníkovi do PDA, tedy do menšího kapesního počítače, který obsluhuje vysokozdvížný vozík ve skladu, jaké paletové kontejnery jsou zapotřebí. Následně pracovník vychystá paletový kontejner ze skladu do vyznačených prostorů na okraji skladu a zapíše do systému, na kterém místě se daný paletový kontejner nachází, a kde si jej převezme plně automatický vozík Linde L10AC. Nad místem vyznačeného prostoru pro předání je umístěn červený laser a ten měří za pomoci světelného paprsku vzdálenost nejbližšího předmětu. Pokud se v daném místě nachází paletový kontejner, vzdálenost je kratší než když paprsek svítí až na podlahu. Díky tomu systém rozpozná, zda je daný prostor prázdný, nebo se zda už nějaký paletový kontejner nachází.

Vozík Linde L10AC pracuje bez lidské obsluhy a jeho orientace je zajištěna pomocí laseru a odrazek umístěných po hale. V systému jsou uloženy zakázky od pracovníků, na jakém obráběcím zařízení je jaký materiál zapotřebí, a tento vozík postupně rozváží jednotlivé paletové kontejnery na určitá místa, které má přesně definovaná ve svém systému. Po odložení objednaného paletového kontejneru následně sebere již prázdný paletový kontejner a odveze ho zpátky do skladu pro polotovary, kde se o něj dále postará zaměstnanec s vysokozdvížným vozíkem. Trasa vozíku Linde L10AC je znázorněna na obrázku číslo 11. Délka tohoto okruhu činí 660 m, a na jehož zásobení je zapotřebí 3-12 minut.

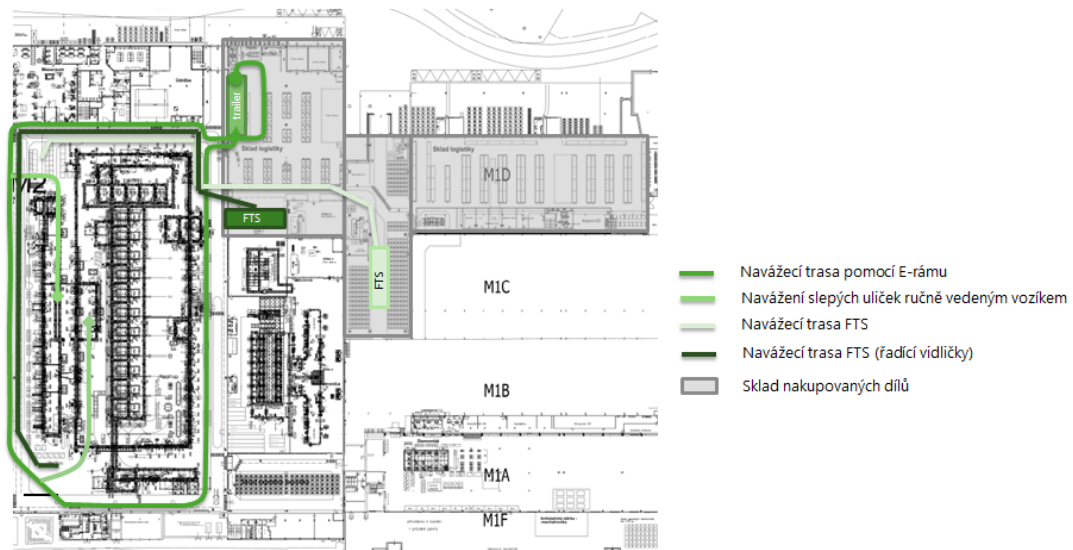


Obrázek 11 Navážení dílů k prvním operacím obrábění (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Po dokončení měkkého obrábění se za pomoci ručních vozíků přesouvají polotovary do prostorů kalení a následně k zařízením pro tvrdé obrábění. Část polotovarů, konkrétně se jedná o diferenciály, jsou za pomoci ruční manipulace přesunuty do horní kalírny a následně po dokončení kalení převezeny za pomoci FTS vozíku na montážní linky, kam doputují i ostatní polotovary dříve zmíněné z tvrdého obrábění, přepravovány za pomoci ručních vozíků a elektronických člověkem ovládaných tahačů.

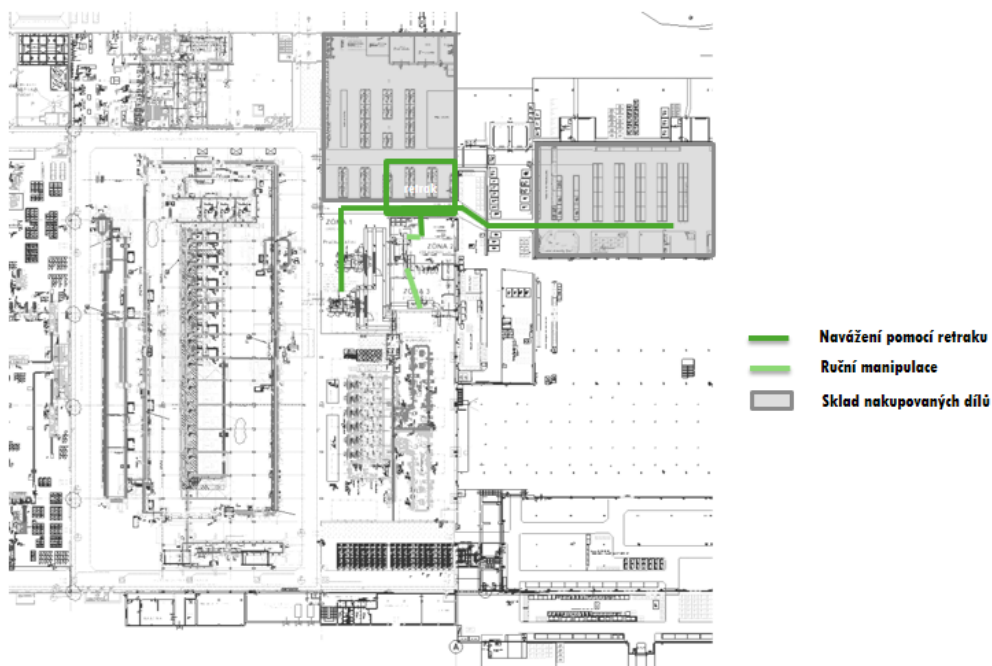
Dále je k montážní lince zapotřebí ještě dopravit nakupované díly umístěné ve skladu pro nakupované díly, jako jsou skříně převodovek a spojek a řadící vidličky. To je zajištěno za pomoci trailerové soupravy s E-rámy, FTS vozíků a ručně vedených vozíků. Délka okruhu trailerové soupravy je 450 m a její jízda trvá v průměru 8 minut. Jsou zde zavedeny 2 okruhy pro obsluhu za pomoci FTS vozíků. Vzdálenost prvního okruhu FTS vozíků pro řadící vidličky je 500 m a cesta trvá 45 minut. Druhý okruh obsluhovaný taktéž FTS vozíky slouží pro zásobení ostatního materiálu, vzdálenost okruhu je pouze 250 m a cesta trvá průměrně 8

minut. Během jednoho dne je zde přepraveno průměrně 1800 KLT A GLT palet.



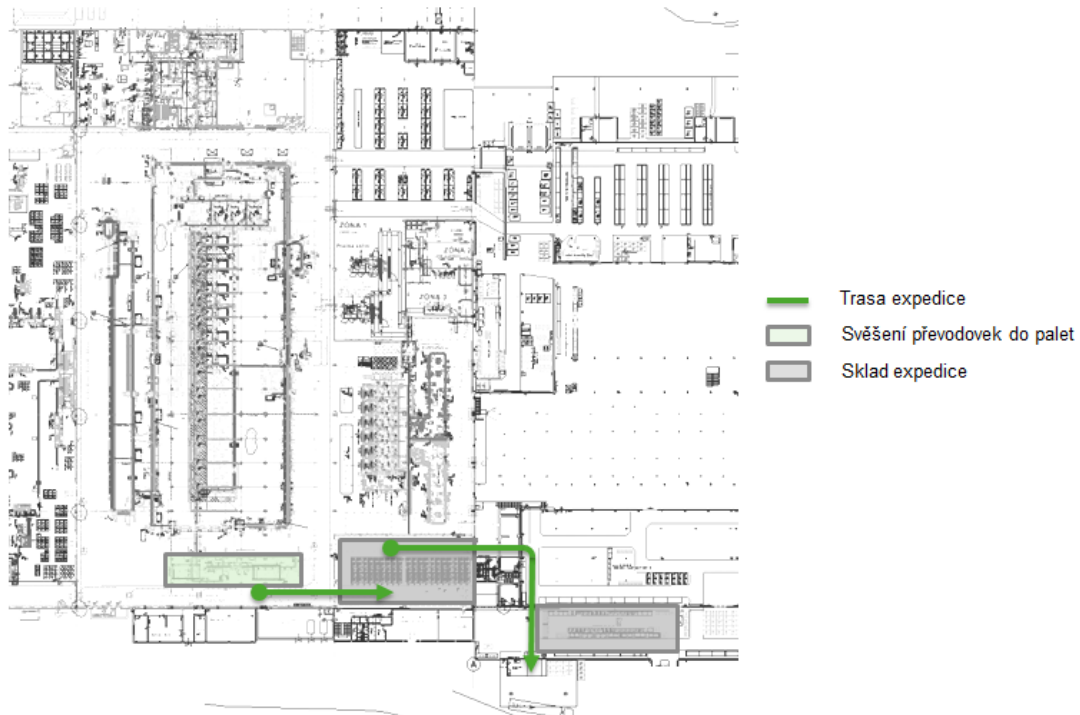
Obrázek 12 Navážení dílů k montáži (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Vedle hlavní montáže je ještě jedna část haly, kde se montují mechatroniky. Tyto mechatroniky jsou na montážní linky naváženy společně a to za pomoci GLT a KLT palet. Pro toto navážení se zde používají elektrické Retraky a ruční manipulace pro převoz. Čas obslužení tohoto okruhu trvá bez manipulace s paletami 5 minut. Během jednoho dne je zde vychystáno a dodáno 420 KLT a 120 GLT palet. Odtud putují díly na hlavní montážní linku a po kompletním dokončení automatických převodovek do místa expedice.



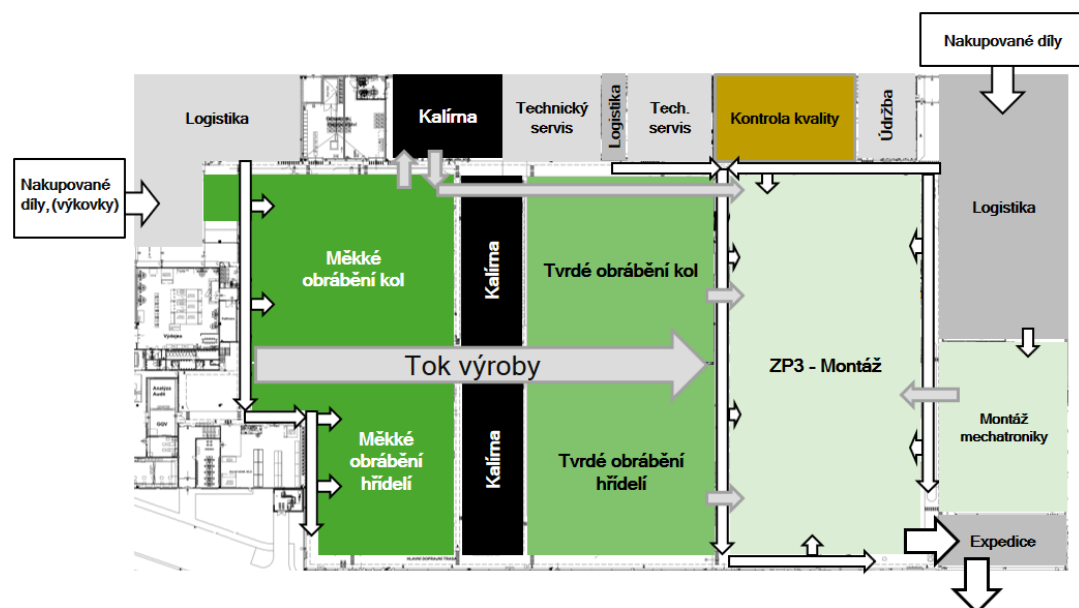
Obrázek 13 Navážení dílů k montáži mechatroniky (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

V místě expedice se jednotlivé převodovky uloží do GLT palet. Následně se za pomoci vysokozdvížných vozíků uloží do skladu pro expedici, kde čekají na příjezd nákladních kamionů, nakládky a odvoz ze závodu. Celková délka trasy je zde 124 m. Opět je zde kladen velký důraz na použití venkovních a vnitřních vysokozdvížných vozíků.



Obrázek 14 Expedice (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Dále jsou ve skladech kromě již zmíněné manipulační techniky ruční elektrické vysokozdvížné vozíky.



Obrázek 15 Celkový materiálový tok (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

2.6 Manipulační technika

V současném stavu je v celém výrobním závodě ve Vrchlabí použito 32 kusů manipulační techniky, které jsou dodávány od více společností. Jelikož se zde každým rokem vyrábí více automatických převodovek, tedy celkový růst výroby zde roste, je každým rokem zapotřebí více manipulační techniky. V roce 2012 se v tomto závodě nacházel pouze jeden bezobslužný vozík a postupem času se tento počet navýšil na 7.

Bezobslužné vozíky jsou dodávány společnostmi CEIT a E&K Automation. Manipulační techniku jako jsou vysokozdvizné vozíky, tahače a retraky dodávají společnosti Jungheinrich a STILL. Ostatní techniky jako jsou elektrické vozíky pro tahání podvozků a elektrický pohon pro různé vozíky dodávají společnosti Movexx, Jungheinrich a Tente.

Konkrétně se zde jedná o 5 kusů elektrických vysokozdvizných vozíků, 3 kusy retraků, 2 kusy tahačů, 3 kusy ručních elektrických vozíků, 12 kusů E-rámů, 6 kusů FTS vozíků a 1 automatický čelní vozík.

2.7 Společnost CEIT

Společnost CEIT a.s. vznikla v roce 2009, kdy byla zapsána do obchodního rejstříku. V současnosti je tato společnost hlavním poskytovatelem automatických vozíků pro celou společnost ŠKODA AUTO a.s. Její historie podle webových stránek CEIT (2018) sahá až k roku 1998 a je úzce spjatá se Slovenským centrem produktivity, ve kterém byl původně zahájen výzkum a vývoj nástrojů na měření, hodnocení a zvyšování produktivity. Pomocí tohoto výzkumu a vývoje přináší společnost CEIT na trh nová, účinná a reálně praktikovaná řešení pro stále lepší konkurenceschopnost, výkonnost a prosperitu. Skupina CEIT na svých webových stránkách představuje svojí vizi jako dlouhodobé obsazení významné pozice mezi nejvýznamnějšími a nejrespektovanějšími partnery, kteří se zabývají inovací, podporou a rozvojem nejmodernějších technologií, což napomáhá růstu kvality života. Svoje sofistikované služby poskytuje zákazníkům na celém globálním trhu. Na svých webových stránkách společnost CEIT a.s. (2017) řadí mezi hlavní cíle například výzkum a vývoj v oblasti inteligentních a technických systémů a různé návrhy pro zlepšení výrobních systémů. Dále se také snaží motivovat ostatní společnosti za účelem investic do vědy a výzkumu, podporuje růst zaměstnanosti, kvality života a prosperity.

2.8 Automatický logistický tahač FTS CEIT 1300A

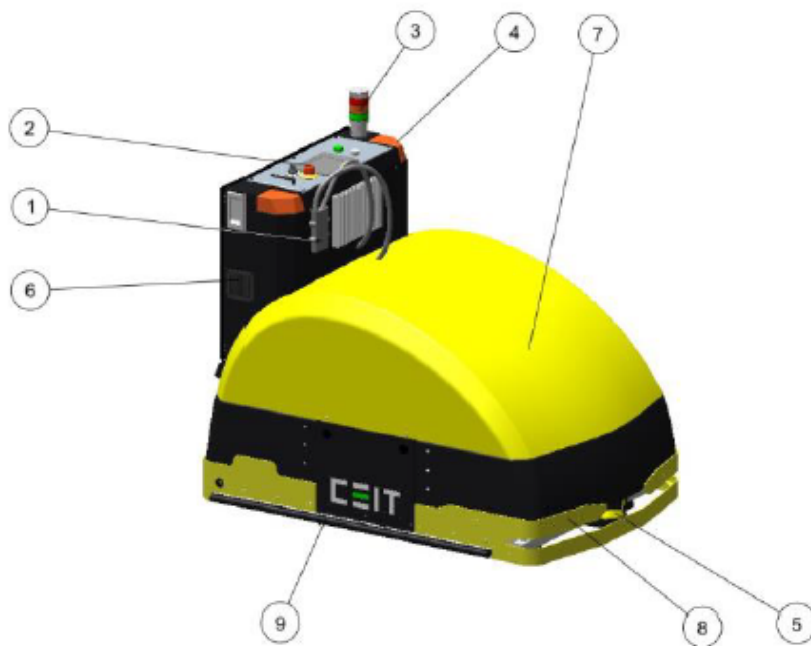
Aktuálně závod ve Vrchlabí používá tento druh tahačů v běžném provozu a díky nimž zajišťuje přepravu mnoha polotovarů, které jsou dodávány společností CEIT. Konkrétně se

jedná se o nejnovější autonomní tahač tohoto druhu, který plní funkci tažného motorového tahače, k tažení vagónů, mobilních dopravníků, a to bez potřeby řidiče. Podle interních zdrojů společnosti ŠKODA AUTO a.s. (2018) jeho rychlost může dosáhnout dvou metrů za sekundu a to ve sklonu až 2 stupňů. Hmotnost tohoto tahače je udávána 520 kg, utáhne přívěs s nákladem o váze až 1300 kg, a to za pomoci motoru o výkonu 1200 W. Tento závod vlastní v této době celkem 6 FTS vozíků, přičemž tento je nejnovější. Od nejstaršího po nejnovější se vozíky mění pouze vzhledem, maximální nosností a maximální rychlostí. První vozík tohoto druhu se začal používat v roce 2012 a jeho maximální nosnost je 500 kg a maximální rychlost 1 metr za sekundu.

Zařízení jezdí po předem určené dráze, tvořené magnetickou páskou nalepenou na podlaze výrobní haly, což zabraňuje otáčení vozidla na místě. Příkazy, jako například udání směru, zastavení, změna rychlosti jsou tomuto tahači předávány pomocí RFID tagů, které jsou také zabudované v podlaze poblíž již zmíněné magnetické pásky ve vzdálenosti do 100 mm. Mezi jednu z mnoha výhod tohoto zařízení patří, že nepřenáší na okolí žádné vibrace a jeho hladina hluku je velmi nízká. Ovšem během provozu ve výrobní hale má společnost ŠKODA AUTO a.s. zaplacenou příplatkovou funkci hraní hudby, a to z důvodu bezpečnosti. Během jízdy ve výrobní hale je nutné na vozík dostatečně upozornit. Je tedy vybaven tzv. „modrým světlem“ pro znázornění směru jízdy a také akustickou signalizací. V případě vozíků používaných ve Vrchlabí je toto řešeno přehráváním hudby, za kterou společnost hradí autorské poplatky.

Tento tahač používá pro svůj pohon elektrickou energii, jejímž zdrojem jsou akumulátory, které je nutno během provozu dobíjet na nabíjecí stanici. K nabíjení dochází automaticky při časovém prostoji jednotlivých vozů mezi plánovanými jízdami. Samozřejmě je také možné manuální dobíjení připojením bateriového konektoru k nabíječce. Automatické dobíjení je zajištěno dvěma konektory umístěnými na podlaze, na které se FTS vozík postaví a automaticky spustí dobíjení. Kolem nabíjecí stanice s příslušným zařízením je prostor vyznačen žluto-černou páskou ve tvaru obdélníku za účelem bezpečnosti zaměstnanců.

Bezpečnost tohoto tahače je zajištěna pomocí jednotlivých prvků znázorněných na obrázku.



Obrázek 16 Logistický tahač od společnosti CEIT (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

- 1. Hlavní přívod elektrické energie
- 2. Tlačítko nouzového zastavení
- 3. Světelná a zvuková signalizace
- 4. Směrovky
- 5. Laserový 2D skener
- 6. Akustická signalizace
- 7. Krytování zařízení
- 8. Rohové nárazníky
- 9. Boční nárazníky

Při jakémkoliv ohrožení se musí podle interních zdrojů (2017) přístroj vypnout pomocí tlačítka nouzového zastavení. Při tomto kroku se zastaví pohyb celého zařízení se všemi pohyblivými částmi a zařízení je odpojeno od elektrické energie. Laserový 2D skener je namontovaný v přední části tahače a snímá oblast před tahačem. Jestliže se ve snímané zóně objeví překážka, tahač před ní zůstane stát do té doby, dokud není překážka odstraněna. Skener snímá prostor ve výšce 80 mm, a proto je nutné, aby všechny předměty byly viditelné v tomto prostoru. V opačném případě by nemusel tahač zastavit a mohlo by dojít ke střetu.

2.9 Plně automatický vozík Linde L10AC

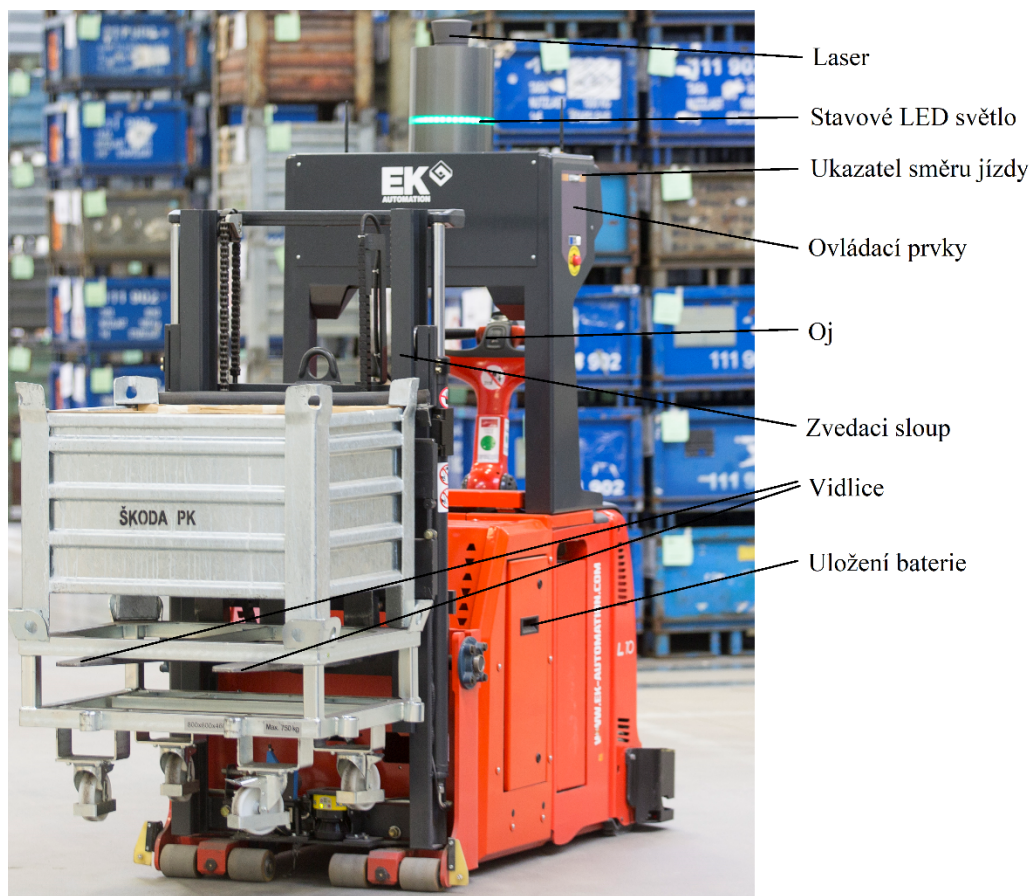
Vozík Linde L10AC představuje podle interních zdrojů společnosti ŠKODA AUTO a.s. (2017) elektrický vysokozdvizný vozík s protizávažím a zvedacím sloupem, který dodává

společnost E&K Automation. Linde L10AC absolutně splňuje inovační strategie v logistice, kde mají za cíle rozšiřování bezobslužných transportních systémů, neboť tento vozík je zcela automatický a pracuje bez obsluhy řidiče. Ve výrobním závodě se nachází pouze jeden kus tohoto vozíku a to od roku 2016. Jeho úkolem je automatické odebírání palet ze skladu a jejich přeprava přímo na místo spotřeby, předávací místo. Následuje automatický odvoz prázdných palet zpět do skladu. Výhodami tohoto zařízení jsou například vysoká produktivita práce, vysoká bezpečnost, flexibilita a nepotřeba řidiče pro manipulaci. Během jedné směny, tedy za 8 hodin vozík přepraví 70 kusů palet mezi 42 předávacími místy. Jeho maximální nosnost je 1000 kilogramů a zvládne přepravu palet o délce 1200 mm, šířce 1400 mm a výšce 1000 mm. Může dosahovat rychlosti přepravy až 1,5 metrů za sekundu a délka trasy za jeden den činí 32 kilometrů. Jak už bylo zmíněno, jeho pohon je zajištěn elektrickou energií, kterou dodává olověná baterie s pancéřovými deskovými články.

Zařízení se dá také přepnout z automatického režimu do manuálního a poté ho lze pomocí oje s ovládacími prvky snadno manuálně ovládat. Bezpečnost je zde zajištěna pomocí SICK senzorů umístěných vpředu, vzadu i po bocích, které snímají pohyb v okolí vozíku a po přiblížení se k nějakému pevnému bodu se vozík automaticky zastaví. Pokud se před vozíkem objeví překážka, musí čekat, dokud nebude odstraněna, neboť se vozík neumí automaticky vyhnout. Orientace je zajištěna pomocí laseru umístěného ve vrchní části vozíku, který se neustále otáčí kolem dokola a vyhledává odrazky umístěné po hale, díky nimž se dokáže přesně určit, v jakém místě se nachází. Pomocí PDA zařízení jsou do vozíku předávány informace o tom co má vozík převést a na jaké místo.

V horní části vozíku se kromě laseru nachází také barevný indikátor, který oznamuje činnost zařízení. Červená barva značí nouzové vypnutí nebo chybu, zelená barva značí volnost zařízení bez zakázky, přerušované svícení zelené barvy oznamuje jízdu. Pokud problikávají všechny barvy, znamená to ztrátu komunikace se systémem. Jestliže nesvítí žádná barva, vozík je přepnutý do manuálního ovládání.

Na obou stranách zařízení se nachází žlutá přerušovaná světlo, díky nimž vozík oznamuje směr jízdy, a při couvání jsou oba blinkry aktivní současně. V přední části se nachází akustický bzučák, který vydá pomalé znamení při uvolnění brzdy, nebo při couvání, pokud je vypnut zadní SICK snímač. Rychlé znamení vydává při nouzovém vypnutí nebo poruše.



Obrázek 17 Systémový vozík (Autor, 2017)

2.10 E-rám

E-rám je zařízení pro nakládání a přepravu takzvaně dílenských vozíků, na které se nakládají palety, přepravky a kontejnery. Celkově se v závodě Vrchlabí nachází 12 těchto E-rámů, jejichž dodavatelem je společnost Still. Skupina E-rámů 2-5 kusů se připojí za tahač a tímto způsobem je zajištěna manipulace s nimi, přičemž maximální hmotnost celé soupravy může být 4 000 kg. Po zasunutí dílenského vozíku do E-rámu se automaticky zvedne o 40 mm. Spuštění se provádí manuálně ovládním za pomoci nohy. Energie se vytváří automaticky během jízdy, když čerpadlo pomocí ozubených kol plní tlakový zásobník zabudovaný přímo v E-rámu. Tlak, který je potřebný pro nadzdvížení manipulačního vozíku, se vytvoří na dráze o délce 20 m. Každý E-rám funguje samostatně, a tudíž nejsou zapotřebí žádné hadicové propojení pro vedení tlaku. Každý E-rám je vybaven vlastní řídicí pákou, díky níž je táhnut a díky níž je zajištěno řízení pohybu.

2.11 Dobíjecí místnost

Jelikož se ve výrobním závodě používají zařízení pro manipulaci pouze s elektrickým pohonem, musí zde být místo, kde se veškeré jejich akumulátory dobíjí. Jedná se o zařízení

jako například vysokozdvizné vozíky, ruční elektrické paletové vozíky a tahače. V areálu je vybudována speciální místnost, ve které jsou náhradní baterie všeho druhu od těch nejmenších po největší a dobíjecí zařízení. Pokud v nějakém manipulačním zařízení je nízká hladina baterie zajede se s ním do této místnosti a za pomoci manipulačního jeřábu se vymění za náhradní kus. Prázdná baterie se připojí k dobíjecímu adaptéru, kde čeká na dobití a další použití. V této místnosti je kladen velký důraz na bezpečnost a osoby musí být pro manipulaci s tímto zařízením řádně proškoleni. Dále tam musí být zabudované odvětrávání kvůli nebezpečným výparům.

3 NÁVRH VYUŽITÍ MOBILNÍHO ROBOTA V RÁMCI MANIPULACE S MATERIÁLEM VE VYBRANÉM PROVOZU SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S.

Ve třetí kapitole své práce se zaměřím na autonomního Mobilního Robota LD 130, který dokáže pracovat samostatně bez lidské obsluhy, a popíšu návrh, jakým způsobem lze díky němu dopravovat díly na měrové středisko od linek měkkého obrábění, a tím nahradit koloběžku používanou v současném provozu. Na začátku třetí kapitoly představím společnost, vyrábějící již zmíněné zařízení. Následuje popis mobilního robota, jeho fungování a návrh řešení pro přepravu dílů. V konečné fázi třetí kapitoly je popsáno testování v provozu a porovnání s koloběžkou.

3.1 Společnost OMRON ELECTRONICS s.r.o.

OMRON ELECTRONICS s.r.o. (2018) dále pouze OMRON, na svých webových stránkách prezentuje své zaměření dělící se do čtyř kategorií. První kategorií, kterou se tato společnost zabývá, je zdravotnická technika Omron Healthcare, zabývající se medicínským zařízením pro sledování zdravotního stavu. Druhá kategorie společnosti OMRON se zabývá automatickou optickou kontrolou snažící se plnit stále zvyšující požadavky na snížení nákladů při zachování maximální možné kvality. Třetí kategorie Omron Electronic Components se zabývá výrobou na míru požadovaných součástí do libovolných elektrických zařízení. Poslední, čtvrtá kategorie, která je pro tuto práci nejvíce důležitá, se jmenuje Industrial Automation a společnost jí věnuje největší pozornost. Jedná se o světového výrobce technicky vyspělých produktů průmyslové automatizace, jako jsou například ovládací panely, jednotky řízení, nebo kamerové systémy a roboty. Dále se také prezentuje jako dodavatel odborných řešení pro všechny průmyslové obory.

Po celém světě má tato společnost podle oficiálních webových stránek OMRON (2018) celkem 210 poboček, ve kterých pracuje 37 000 zaměstnanců, přičemž nejvíce poboček se nachází v Japonsku, ve kterém pracuje 12 000 zaměstnanců. Tato společnost se řadí mezi 150 nejlepších společností s nejvyšším počtem udělených patentů a to díky osmdesátileté historii inovací.

Společnost OMRON se snaží podle webových stránek (2018) důkladně vyhovět všem svým zákazníkům a to i těm, kteří mají svá specifická přání, ať už se jedná o spolehlivost, rozmanitost, možnost volby z různé výkonosti nebo zvláštní vlastnosti, které mohou sami

definovat, ale samozřejmě se také snaží vyhovět i těm zákazníkům, kteří požadují klasické standardizované řešení za příznivé ceny.

Toho je dosaženo za pomoci 361° přístupu, který nabízí tři rozdílné řady komponentů nebo produktů. První řada s označením produktů LITE má specifika v příznivé ceně, avšak je zcela bez možnosti jakéhokoliv přizpůsobení produktu. Druhá řada s označením pro produkty PRO nabízí delší životnost a více funkcí. Třetí řada s označením pro produkty PROplus slouží pro specifické požadavky zákazníka, nebo specifické aplikace, zároveň se ale jedná o nejdražší možnost. Jeden stupeň navíc přesahující 360° značí extra stupeň výhody (jistotu), že zákazník dosáhne dokonalé shody s tím, co požaduje.

3.2 MOBILNÍ ROBOT LD 130

Mobilní robot LD 130 je autonomní inteligentní vozík navržený pro zvýšení produktivity a zajištění výrobních a logistických operací, který se dokáže pohybovat v určitém prostoru bez lidské obsluhy, a tím zajistí poskytnutí určitého času osobám, který ho mohou věnovat činnostem vyžadující lidskou přítomnost. Vozík dále dokáže eliminovat chyby na minimum a zlepšit sledovanost pohybu materiálu. Může se využívat například pro doplňování zásob, přemisťování dopravníkových regálů a transport výrobku mezi výrobními linkami. Maximální zatížení tohoto mobilního robota je 130 kg s maximální rychlostí pohybu 0,9 metrů za sekundu.

Pro navigaci mobilní robot podle návodu společnosti OMRON (2018) využívá hlavní skenovací laser s dosahem až 15 m, nacházející se v přední části mobilního robota, který porovnává své výsledky s digitální mapou uloženou v systému. Kromě tohoto jsou na mobilním robotu nainstalovány další senzory a snímače, které zabezpečují kompletní přehled veškerých pohybů kolem mobilního robota. Jedná se o dva lasery nacházející se na obou stranách zařízení pro detekci bočních překážek. Další přední laser je zabudovaný co nejnižší v nárazníku pro detekování nízkých překážek, jako jsou například palety, které by hlavní přední laser nemusel zachytit. Další laser se nachází v zadní části mobilního robota, díky němuž má přehled o situacích, odehrávající se za ním a také slouží pro bezpečné otáčení se kolem své osy na místě. Za cílem dosažení ještě přesnější orientace v široce otevřených prostorech, kde se nachází předměty často měnící svou polohu, je zajištěna další metoda, a to za pomoci kamery otočené směrem nahoru, rozpoznávající světla přicházejících shora a vytvoření mapy světél propojené s mapou prostředí.

Mobilní robot je poměrně malého provedení, díky čemuž je vysoce manévrovatelný. Pro zajištění pevné konstrukce a odolnosti byl použit podvozek z pevného hliníku. Pohyb je

zajištěn za pomoci dvou kol umístěných ve střední části po obou stranách a v přední a zadní části se nachází dvě malé pasivní kolečka zajišťující stabilizaci.

Problém orientace nastává v místech, kde se nachází nějaké sklo, zrcadla nebo jinak odrazové objekty. Při použití robota v prostorech, kde se nachází nějaký z těchto objektů, se doporučuje objekty přelepit příslušnými páskami, které lasery dokážou rozpoznat. Dále se v systému musí na mapě označit přesná místa, kde se tyto objekty nachází pro zajištění bezpečného naplánování cesty.

Pro přepravu materiálu se používá kovový vozík na čtyřech kolech, zpracovaný tak, aby ho bylo možné spojit s mobilním robotem LD. Mobilní robot přijede k určitému vozíku, automaticky se s ním spojí a dále se pohybují společně až na místo, kde se následně vozík opět automaticky odpojí. Po odpojení se vozík automaticky zabrzdí pro zabezpečení nežádoucího pohybu a mobilní robot pokračuje dále samostatně v pohybu. Vozík se dá také obsluhovat za pomoci ruční manipulace a pro tento případ, se uvnitř něho nachází páka pro ruční odbrzdění. Na spojovací části mobilního robota je zabudovaný takzvaně spojovací laser, který má za úkol lokalizovat spojení s vozíkem a přesného vyrovnání s vozíkem s cílem bezproblémového spojení.



Obrázek 18 Vozík pro přepravu spojený s mobilním robotem (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

3.3 Software

V návodu od společnosti OMRON (2018) se uvádí, že uvnitř mobilního robota je nainstalovaný software Advanced Robotics Automation Management, zkráceně ARAM, který ovládá veškeré lasery a senzory pro měření vzdálenosti a určování polohy. Robot dále zajišťuje robotické funkce jako jsou například navigace, lokalizace, plánování trasy a kontrola stavu baterie.

Pro řízení mobilního robota na dálku, konfiguraci, změnu tras a změnu úkolu slouží centrální systém ARAMcentral. Díky tomuto systému se může na dálku ovládat i několik mobilních robotů najednou.

Dalším nezbytným softwarem je MobilePlanner sloužící pro vytvoření mapy prostoru, díky níž se dokáže mobilní robot orientovat v prostoru a fungovat jako autonomní zařízení.

3.4 Nabíjení baterie mobilního robota

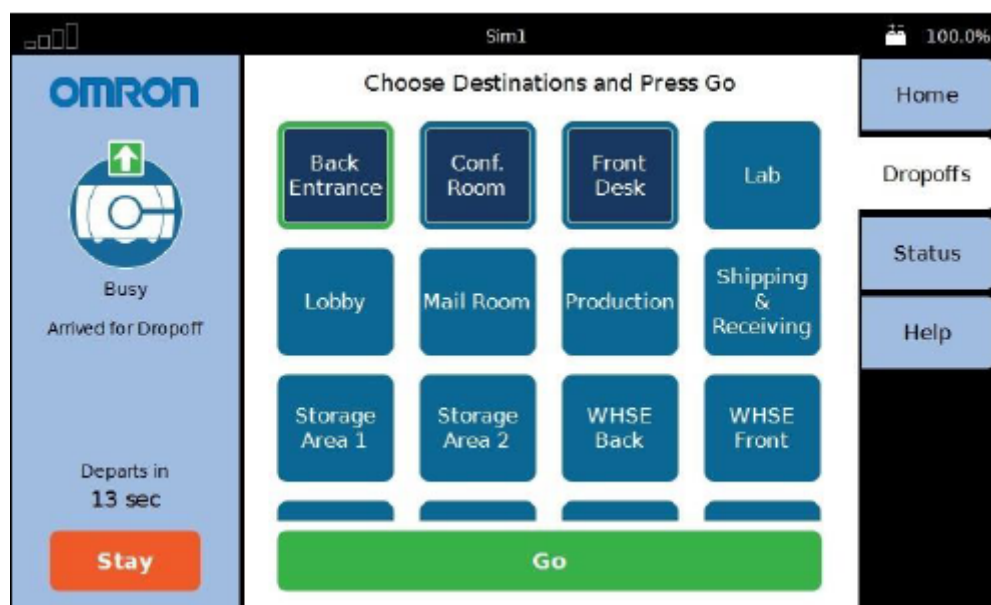
Vzhledem k tomu, že mobilní robot LD 130 má elektrický pohon, má v sobě zabudovanou baterii určité kapacity, která zabezpečuje dostatek energie nejen pro elektrické motory, ale také pro veškerou elektroniku v mobilním robotu zabudovanou. Baterie se musí pravidelně nabíjet, přičemž nabití z prázdné baterie do plné trvá tři a půl hodiny. Na baterii jsou umístěné barevné kontrolky signalizující z jak velké části je baterie nabita, nebo chybový stav baterie. Dobíjení je u tohoto autonomního zařízení zajištěno za pomoci Automatické dokovací stanice, kde je možné mobilního robota dobíjet, ať už automaticky, nebo i manuálně, ručním připojením kabelu ke konektoru pro dobíjení. Při autonomním provozu, tedy provozu, kdy si mobilní robot sám automaticky rozpozná potřebu dobít baterie, přijede do blízkosti dokovací stanice, poté se otočí zadní částí k dokovací stanici a následně do ní zacouvá. Při úspěšném propojení kontaktů pro dobíjení se během pár vteřin rozsvítí kontrolka dobíjení, značící bezproblémové dobíjení baterie. Kontakty se nachází na spodní straně vozíku. Během procesu dobíjení nelze mobilního robota manuálně vypnout a dokovací stanice dodává dostatek energie také pro systémy, tudíž s nimi lze během dobíjení bez problému pracovat. Na dokovací stanici se nachází dvě barevné kontrolky, jedna signalizuje, jak už bylo zmíněno, dobíjení a druhá zda je k dispozici elektrická energie.

3.5 Dotykový displej

V horní části mobilního robota se nachází dotyková obrazovka, která slouží jak pro informační funkci, tak i pro ruční ovládání bez potřeby stolního počítače. V horní části obrazovky se nachází základní informace o mobilním robotovi, informace o signálu internetu

a ukazatel nabití baterie. V levé části displeje se nachází grafické znázornění činnosti robota, kterou právě vykonává, a hned pod grafickým znázorněním je popis stavu robota za pomoci textu. Dále se v levé části nachází tlačítko pro odložení odjezdu robota. Při každém stisknutí se odjezd robota odloží o 60 sekund. Hned po stisknutí se na obrazovce začne odpočítávat čas pro odjezd. V pravé části displeje jsou čtyři tlačítka. První tlačítko “Home“ slouží pro navrácení mobilního robota do výchozí stanice. Druhé je tlačítko “Dropoffs“, pod kterým jsou znázorněna jednotlivá místa vykládky. Třetím tlačítkem je “Status“ pro znázornění stavu robota a posledním tlačítkem je tlačítko “Help“ sloužící pro zobrazení nápovědy.

Při rozkliknutí tlačítka “Dropoffs“ se nám zobrazí jednotlivá tlačítka s místy vykládek, díky nimž můžeme změnit plánovanou jízdu za jinou, nebo před plánovanou jízdu posunout do pořadí, jinou jízdu a plánovanou tím posunout na další pozici ve frontě.



Obrázek 19 Dotykový displej (ŠKODA AUTO a.s.,2017)

3.6 Barevná signalizace mobilního robota

Na obou bočních stranách mobilního robota se nachází světelné indikátory kruhového tvaru znázorňující jednotlivé činnosti, které zařízení vykonává, díky nimž obsluhující pracovník pozná, co se mobilní robot chystá udělat, nebo co právě dělá. Při rozjezdu a plynulé jízdě bez změny směru jízdy, se indikátory modře rozsvítí a opisují tvar kruhového světla ve směru, v jakém se vozík pohybuje, nebo bude pohybovat. Pokud vozík stojí na místě, modré světlo mění pouze svou intenzitu, od nejsvětlejší po nejtmaší zbarvení. V případě změny směru jízdy se k modré signalizaci jízdy rozsvítí ještě část indikátoru oranžovou barvou na té straně, na kterou se zařízení chystá změnit směr jízdy. Pokud se během jízdy připlou do

cesty nějaké překážky, kvůli kterým bude muset zařízení zastavit, indikátory začnou problikávat žlutou barvou. Jakmile zařízení rozpozná nízkou hladinu baterie, indikátory změní intenzitu světla jako u stání s oranžovou barvou a jakmile se baterie zcela vybijí, nastává nouzové vypnutí zařízení a indikátor problikává červenou barvou. Během dobíjení zařízení v dokovací stanici indikátor svítí částečně zelenou barvou. Zelená barva znázorňuje z jaké části je baterie nabitá. Při 50 % baterie svítí pouze polovina kruhu zeleně a při úplném dobití svítí zeleně celý kruh.

3.7 Vytvoření mapy prostoru

Před zavedením mobilního robota do provozu se musí vytvořit mapa prostoru, která se uloží do jeho systému, díky níž se bude během své autonomní činnosti navigovat. Vytvoření mapy se musí provádět za pomoci ruční manipulace, neboť je zařízení zcela bez mapy a tudíž neumí určit, kde se nachází.

Pro ruční manipulaci je nutné zapojení ovladače za pomoci kabelu do konektoru, který je znázorněný na obrázku číslo 20. Vstup pro připojení se nachází v levé části mobilního robota. Po zapojení se zařízení přepne do režimu ruční manipulace a za pomoci tlačítek a řídicí páčky na ovladači je s ním možné manipulovat. Ovladač je velmi jednoduchého provedení, proto není obtížné jeho použití. Ze spodní části ovladače se nachází bezpečnostní tlačítko, které pokud není stisknuté, páčka pro pohyb a změnu směru jízdy není funkční. Dále se na ovladači nachází tlačítko, díky němuž se dá korigovat rychlost jízdy mobilního robota.



Obrázek 20 Ovládací zařízení pro ruční manipulaci (Autor, 2017)

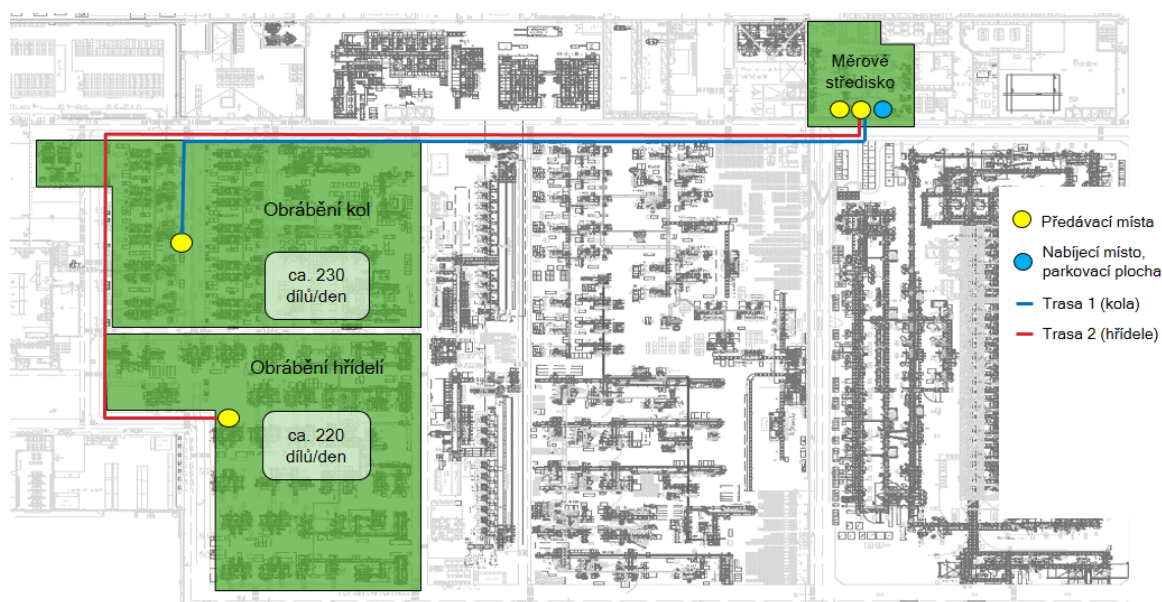
Pro vytvoření mapy se musí za pomoci ruční manipulace s mobilním robotem projet celý prostor, tedy výrobní hala závodu Vrchlabí, ve které by se mohl v budoucím autonomním použití nacházet. Mobilní robot naskenuje své okolí a prvky, kolem kterých projíždí při skenování prostoru. Během skenování vytváří náčrt mapy, kde jsou zobrazeny veškeré prvky, ať už se jedná o různé uličky, výrobní zařízení, procházející osoby, odložené palety, či jinou manipulační techniku.

Po naskenování prostoru se náčrt mapy stáhne pomocí wifi připojení do aplikace MobilePlanner, která slouží pro úpravy mapy do konečné podoby nahrané v zařízení. V náčrtu se za pomoci aplikace a automatického čištění promažou pohyblivé prvky, jako jsou například pohybující se lidé a manipulační technika. Po dokončení automatického upravování následuje manuální úprava. V manuální úpravě promažeme ručně pohyblivé prvky, které zanechalo automatické promazávání. Pevné části jako jsou zdi, sloupy nebo výrobní linky označíme jako zakázané zóny, do kterých mobilní robot nesmí vjet. Dále je možné vložit další prvky, díky nimž je možné zajistit správné fungování zařízení. Po dokončení úpravy mapy se do ní vkládají různé prvky, které značí orientační místa pro mobilního robota, jako jsou cílová místa, kde bude zanechávat vozíky s nákladem, místo, kde se nachází dokovací stanice, nebo místo, kde se nachází materiál, který má nabrat. Po dokončení všech úprav se hotová mapa nahraje do systému mobilního robota.

3.8 Doprava dílů na měrové středisko za pomoci mobilního robota

V současnosti narůstá veškerá průmyslová automatizace a robotizace, a to je jeden z hlavních důvodů k zavedení mobilního robota ve výrobním závodě Vrchlabí. Mobilní robot je autonomní vozík, který dokáže pracovat bez lidské pomoci a díky tomu ušetří drahocenný čas zaměstnanců. První autonomní vozík od společnosti OMRON nahradí doposud používaný systém za pomoci manuálně obsluhované koloběžky.

Jedná se o přepravu dílů ze dvou stejných míst jako u starého systému, tedy od výrobních linek měkkého obrábění ozubených kol a hřídelí do měřícího střediska, kde se zkontrolují rozměry těchto dílů a odvezou zpět k obráběcím linkám. Na obrázku číslo 21 jsou znázorněna předávací místa a trasy na měrové středisko od obráběcích linek.

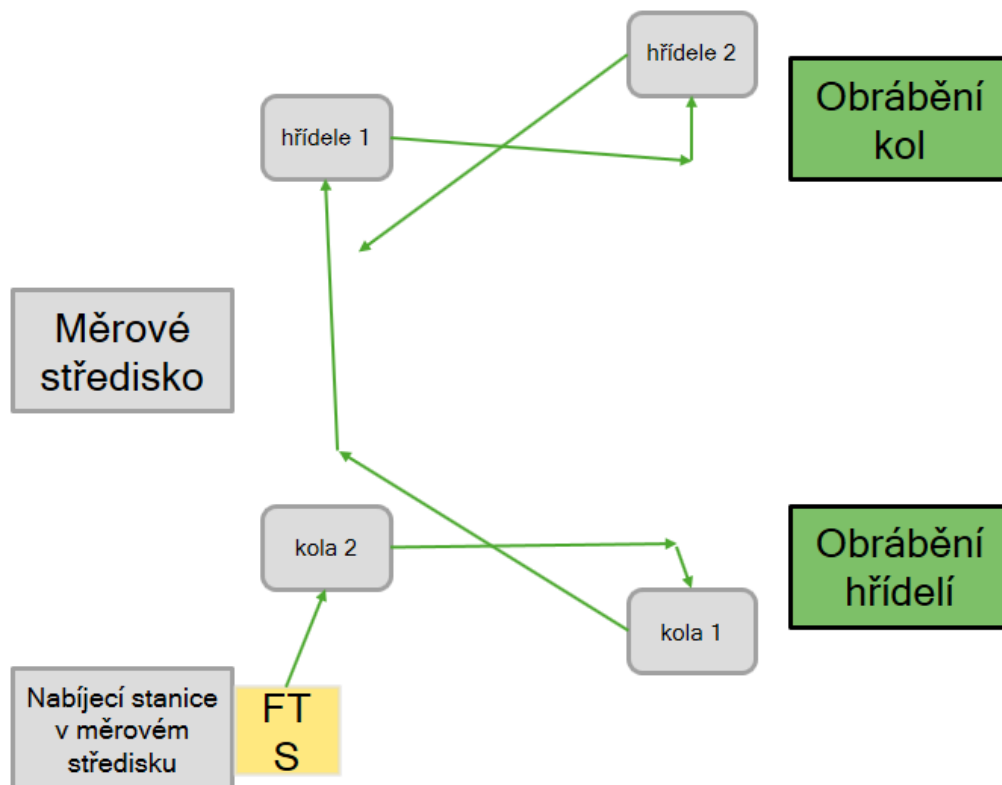


Obrázek 21 Trasy mobilního robota (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Mobilní robot má ve svém systému uloženou mapu, ve které má vyznačená místa, kde vozíky s díly na měření nabere a následně zanechá. Proces je tedy takový, že obsluha obráběcí linky připraví potřebné díly pro zkontrolování na kovový vozík, který je připravený přesně na místě, které má mobilní robot ve své mapě vyznačené jako místo pro nabránání kovového vozíku s díly. Mobilní robot se sám automaticky spojí s vozíkem a přepraví ho na měrové středisko, které má ve své mapě označené jako místo pro vyložení vozíku a přesně v tomto místě ho zanechá. Následně si ho dále převezmou pracovníci zajišťující přeměření jednotlivých dílů. Po zkontrolování dílů vozík stejným způsobem odveze vozík s díly zpět k výrobní lince.

Jako výchozí pozici mobilního robota jsem zvolil dokovací stanici, kde probíhá nabíjení a ve které také vždy skončí. Jednotlivé jízdy mobilního robota jsou časově naplánované a tudíž je přesně určené, v jaký čas z dokovací stanice vyjede. Z dokovací stanice mobilní robot vyjede prázdný a první jeho zastávka bude na měrovém středisku, kde nabere kovový vozík se zkontrolovanými ozubenými koly, které je potřeba odvézt zpět k výrobní lince, kde vznikly. Další cesta tedy směřuje k obráběcí lince, kde robot zanechá vozík se zkontrolovanými ozubenými koly v místě pro vyložení a ve vedlejším místě pro naložení nabere druhý vozík s ozubenými koly připravenými pro kontrolu v měrovém středisku. V měrovém středisku tento vozík s ozubenými koly vyloží pro překontrolování a nabere další vozík s již přeměřenými hřídeli, které je zapotřebí dopravit k obráběcí lince, kde byly vytvořeny. I tady je princip stejný, vozík u obráběcí linky s překontrolovanými hřídeli zanechá a nabere poslední vozík s hřídeli pro kontrolu, který následně odveze na měrové

středisko, kde ho vyloží v místě pro vyložení. Po úspěšném vyložení posledního vozíku mobilní robot přejede do cílové stanice, tedy dokovací stanice, kde se automaticky začne dobíjet a vyčkávat na další jízdu. Každá další jízda bude probíhat stejně jako tato již zmíněná, pokud tedy nenastane nějaká zvláštní situace, kde bude potřeba jiné přepravy mimo časový rozvrh. Na obrázku číslo 22 je graficky znázorněný pohyb vozíku mezi jednotlivými stanovisky. U ozubených kol se jedná o 230 dílů za jeden den, přičemž jeden díl váží 1,3 kg, celkem tedy 234 kg za den. Hřídelí je o něco méně, konkrétně se jedná o 220 dílů za den s hmotností jednoho kusu 2,1 kg. Za jeden den mobilní robot přepraví celkem 336 kg hřídelí.



Obrázek 22 Grafické znázornění obsluhy stanovišť (AUTO a.s., 2017), upraveno autorem

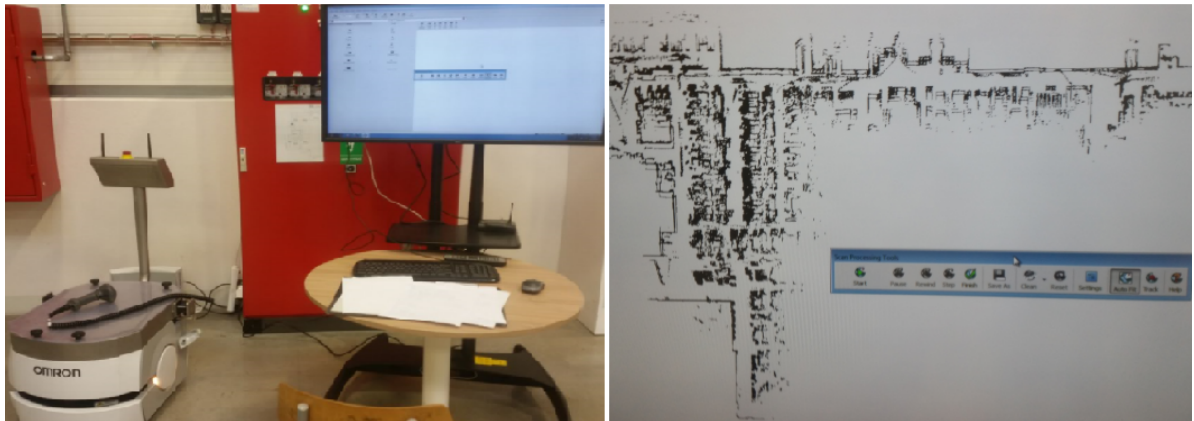
3.9 Testování

V prosinci 2017 probíhalo testování ve výrobní hale Vrchlabí, kde se testovala celková funkčnost mobilního robota v provozu výroby.

Základní body testování:

- Mapování prostoru
- Vyhýbání se statické překážce
- Vyhýbání se dynamické překážce
- Nosnost
- Doba jízdy na měrové středisko

Jako první přišlo na řadu testování mapování prostoru a vytvoření mapy výrobní haly, kde jsem pomocí ruční manipulace vytvořil náčrt mapy výrobní haly, který se v aplikaci MobilePlanner poupravil do konečné podoby mapy uložené uvnitř mobilního robota. Na obrázku číslo 23 je znázorněna práce s vytvořením mapy. V levé části se nachází mobilní robot převádějící náčrt mapy do aplikace pro úpravu ve stolním počítači a v pravé části vytvořený náčrt po dokončení mapování prostoru.



Obrázek 23 Vytváření mapy (Autor, 2017)

Po vytvoření mapy pokračovala další fáze testování zabývající se vyhýbání mobilního robota statické překážce. Jako první překážka byl mobilnímu robotu postaven do cesty vysokozdvizný vozík stojící na místě, který mobilní robot bez problému objel a pokračoval dál ve své cestě. Pro další bod testování byla z předmětů vytvořena úzká ulička pro zjištění, zda mobilní robot dokáže vyhodnotit situaci, do jakého prostoru se vejde a zda může pokračovat v cestě, nebo musí přerušit svou jízdu. V tomto testu trvalo projetí překážky o něco déle než u předešlého pokusu, ale mobilní robot situaci správně vyhodnotil a úspěšně projel. Jako třetí bod pro testování vyhnutí statické překážce bylo testování zaměřeno na přední spodní laser zabudovaný v nárazníku pro snímání nízkých překážek. I v tomto testování mobilní robot úspěšně vyhodnotil svou překážku a spolehlivě ji objel.

Další část testování byla zaměřena na vyhnutí se mobilního robota dynamické překážce. V této části testování jsme jako pohyblivé překážky zvolili manipulačního robota při pohybu. Mobilní robot se bez problému při přiblížení zastavil, vyhodnotil situaci a změnil směr jízdy pro objetí překážky. Druhou překážkou byla pohybující se osoba, se kterou mobilní robot neměl taktéž žádný problém. Pro poslední část testování dynamické překážky jsme zvolili jako překážku podvozek pro přepravu dílu, který se ve vysoké rychlosti připeletl do cesty mobilnímu robotu. Na tuto situaci robot reagoval pohotovou reakcí a okamžitým

zastavením. Na obrázku číslo 24 je znázorněn mobilní robot při testování dynamické překážky.



Obrázek 24 Testování mobilního robota, vyhnutí se překážce (Autor, 2017)

Třetí částí testování byla maximální nosnost zařízení. Jelikož v testovacím režimu nebyl k dispozici kovový vozík určený pro přepravu, umístilo se závaží o hmotnosti 75 kg přímo na desku mobilního robota. Při přepravě tohoto závaží nebyl odhalen sebemenší problém, ať už by se jednalo o snížení rychlosti, nebo něčeho jiného.

3.10 Porovnání mobilního robota s koloběžkou

V průběhu testování proběhlo také testování, za jaký čas mobilní robot zvládne ujet požadovanou trasu, na které má nahrazovat koloběžku, mezi obráběcími linkami a měřícím střediskem. Testování proběhlo z přesně stanovených míst znázorněných na obrázku číslo 18, odkud by měl mobilní robot převážet díly na přesně stanovené místo v měrovém středisku. Měření času probíhalo ve třech pokusech jak u mobilního robota, tak i u koloběžky pro porovnání obou způsobů přepravy. Jednotlivé časy jednotlivých pokusů se mírně liší z důvodu překážek, které se vyskytovaly v průběhu jízdy, ať už se jednalo o pracovníky, nebo manipulační techniku, ale ve všech případech cesta byla splněna a díl byl úspěšně předaný.

V tabulce číslo 1 jsou znázorněny časy jízd v minutách u všech pokusů a průměrné časy obou tras, jak u mobilního robota, tak i koloběžky.

Tabulka 1 Časy jednotlivých jízd

	Mobilní robot		Koloběžka	
	Hřídele	Ozubená kola	Hřídele	Ozubená kola
Pokus 1	7:27	4:47	2:51	1:16
Pokus 2	7:19	4:49	2:46	1:33
Pokus 3	7:40	4:37	2:34	1:19
Průměr	7:29	4:44	2:44	1:23

Zdroj: Autor (2018)

Z výsledků je zřejmé, že při porovnání mobilního robota a koloběžky z pohledu času je rychlejší koloběžka. Hlavním důvodem pomalejších časů mobilního robota jsou momenty, při kterých je mobilní robot v nečinnosti a vyhodnocuje dané situace, ať už se jedná o výběr trasy nebo možnosti objetí překážky. Mobilní robot ovšem pracuje zcela bez lidské činnosti a díky tomu můžeme přehlédnout delší dobu jízdy. Důležité je, aby mobilní robot stihl převážet požadované počty dílů na měrové středisko. Díky mobilnímu robotu je ušetřen čas pracovníků věnovaný pro obsluhu koloběžky, který mohou věnovat jiným činnostem.

ZÁVĚR

Účelem této práce bylo vymyšlení zcela nového systému pro přepravu dílů na měrové středisko. Společnost ŠKODA AUTO a.s. dodnes používá zastaralý systém pro přepravu dílů na měrové středisko za použití koloběžky. Na místo koloběžky jsem navrhnul nový systém za pomoci autonomního mobilního robota od společnosti OMRON, která je v dnešní době jedna z vrcholových a největších společností zabývajících se průmyslovou automatizací. Jedná se o mobilního robota, prvního tohoto typu, ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Prvenství si vydobyl z důvodu, jelikož nepotřebuje ke svému pohybu a orientaci žádné vodící dráhy, nebo odrazky rozmístěné po okolí, jako používají dosud používané automatické manipulační zařízení.

Hlavním důvodem této změny je drahocenný čas pracovníků, který musí obětovat pro přepravu dílů na měrové středisko a přeměřených dílů zpět k obráběcí lince.

Plán obsluhy jednotlivých stanovišť byl sestaven popořadě pro zajištění obsluhy všech stanovišť v požadovaných intervalech. Po obslužení všech stanovišť mobilní robot vyčká na svou další jízdu v dokovacím zařízení, které je zcela automatické a to zabezpečuje, že se není potřeba starat ani o dobíjení tohoto zařízení.

Při testování mobilního robota přímo za provozu výrobní haly byly testovány všechny situace a možnosti, ve kterých by mobilní robot mohl selhat. Mobilní robot v testování nevykázal jedinou známku pochybení a zcela potvrdil svůj předpokládaný výkon. Při časového srovnání s koloběžkou je na tom mobilní robot o něco hůře, ale jelikož zařízení pracuje zcela bez lidské obsluhy, můžeme časové ztráty zcela zanedbat. Zařízení bude během tohoto roku nastálo zaveden do provozu a naplno nahradí dosud používaný systém s koloběžkou.

POUŽITÁ LITERATURA

- BŘEN, Stanislav, 2015. Systémové vozíky zvyšují kapacitu skladů. *Systémy logistiky*. [online]. Praha: ATOZ Logistics [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://www.systemylogistiky.cz/2015/05/15/systemove-voziky-zvysuji-kapacitu-skladu/>
- CEIT CZ, 2018. Mladá Boleslav [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.ceit-cz.cz/>
- CEMPÍREK, Václav, 2007. *Technologie ložných a skladových operací*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 978-80-86530-36-9.
- ČESKO, 2007. *Narizení vlády č. 361/2007 Sb., o ochraně zdraví při práci* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.zakony.cz/zakon-SB2007361>
- GROS, Ivan, 1993. *Logistika*. 1. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-178-6.
- GROS, Ivan, Ivan BARANČÍK a Zdeněk ČUJAN, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-952-5.
- JUNGHEINRICH, 2018. Ruční paletové vozíky. *JUNGHEINRICH* [online]. Praha (ČR) [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/paletovy-vozik/>
- JUNGHEINRICH, 2018. Elektrické vysokozdvizné vozíky. *JUNGHEINRICH* [online]. Praha (ČR) [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/elektricky-vysokozdvizny-vozik>
- KBT, 2005. Bezřidičové dopravní systémy. *Logistika* [online]. Praha: Economia a.s. [cit. 2018-01-23]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-16061460-bezridicove-dopravni-systemy>
- OMRON, 2018. LD Cart Transporter. *OMRON* [online], 190 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v1/i612_mobile_robots_cart_transporter_-_ld_platform_users_manual_en.pdf
- OMRON, 2018. Praha [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z <https://industrial.omron.cz/cs/home>
- PERNICA, Petr, 1996. *Logistika: aktivní prvky*. Praha: Vysoká škola ekonomická, Podnikohospodářská fakulta. ISBN 80-7079-808-4.
- RCSALE, 2018. KOVOVÝ VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK. *RCsale* [online]. Sázava [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <http://rcsale.cz/content/8-kontakt>
- SCHRÖTTEROVÁ, Silvia, 2017. Linde Material Handling rozšířili rad robotizovaných vozíkov o systémový vozík do velmi úzkých uličiek. *Eurologport* [online]. Praha: RELIANT

[cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <http://www.eurologport.sk/linde-material-handling-rozsirili-rad-robotizovanych-vozikov-o-systemovy-vozik-do-velmi-uzkych-uliciek-k-matic/>

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika teorie a praxe*. Brno: Computer Press. ISBN 8025105733.

ŠKODA AUTO, 2017. Interní materiály. Vrchlabí: ŠKODA AUTO.

ŠKODA AUTO, 2018. Mladá Boleslav [online], [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/>

ŠKODA AUTO, 2018. VÝROČNÍ ZPRÁVA 2017. *ŠKODA AUTO* [online], 148 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://cdn.skoda-storyboard.com/2018/03/skoda-annual-report-2017.c5a29f2a9b556d42158ef72031b710f3.pdf>

ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-534-6.

VÍTEK, Miloslav, 2006. Manipulační prostředky a zařízení – aktivní prvky. *Logistika* [online]. Praha: Economia a.s. [cit. 2018-01-13]. Dostupné z: [https://logistika.ihned.cz/?p=B00000_d&&article\[id\]=19788310](https://logistika.ihned.cz/?p=B00000_d&&article[id]=19788310)

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Časy jednotlivých jízd	49
--	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Materiálový tok	11
Obrázek 2 Ruční paletový vozík.....	14
Obrázek 3 Rozdělení motorových vozíků.....	15
Obrázek 4 Vysokozdvihný vozík	16
Obrázek 5 Systémový vozík	18
Obrázek 6 Vývoj loga společnosti	24
Obrázek 7 Ocenění v kategorii nejlepší vozidlo	25
Obrázek 8 Odběratelé převodovek DQ200 – koncern VW	25
Obrázek 9 Trasy nákladních vozidel.....	26
Obrázek 10 Koloběžka.....	27
Obrázek 11 Navážení dílů k prvním operacím obrábění	29
Obrázek 12 Navážení dílů k montáži.....	30
Obrázek 13 Navážení dílů k montáži mechatroniky	30
Obrázek 14 Expedice	31
Obrázek 15 Celkový materiálový tok	31
Obrázek 16 Logistický tahač od společnosti CEIT.....	34
Obrázek 17 Systémový vozík	36
Obrázek 18 Vozík pro přepravu spojený s mobilním robotem.....	40
Obrázek 19 Dotykový displej	42
Obrázek 20 Ovládací zařízení pro ruční manipulaci.....	43
Obrázek 21 Trasy mobilního robota	45
Obrázek 22 Grafické znázornění obsluhy stanovišť	46
Obrázek 23 Vytváření mapy	47
Obrázek 24 Testování mobilního robota, vyhnutí se překážce.....	48

SEZNAM ZKRATEK

ISO	International Organization for Standardization Mezinárodní organizace pro normalizaci
SUV	Sport utility vehicle Sportovní užitkové vozido
LPG	Liquified Petroleum Gas Zkapalněný ropný plyn
CNG	Compressed Natural Gas Stlačený zemní plyn
LNG	Liquefied Natural Gas Zkapalněný zemní plyn
GTL	Trans-European Transport Network Transevropská dopravní síť
VNA	Very Narrow Aisle Velmi úzká ulička
AGV	Automatic Guided Vehicle Automaticky vedený vozík
FTS	Fahrerloses Transportsystem Automaticky naváděný vozík
GLT	Global transport label Globální transportní značka
PDA	Personal Digital Assistant Osobní digitální pomocník
RFID	Radio Frequency Identification Identifikace na rádiové frekvenci
KLТ	Plastové přepravky