

**ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

## **ANALÝZA MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ NÁKLADNÍCH AUTOMOBILŮ NA ELEKTRICKÝ POHON PRO POTŘEBY VNITROPODNIKOVÉ NÁKLADNÍ DOPRAVY**

**Bc. Petr BLAHA**

Vedoucí práce: Ing. David Staš, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. Petr Blaha**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a management provozu

Název tématu: **Analýza možností využití nákladních automobilů na elektrický pohon pro potřeby vnitropodnikové nákladní dopravy**

Cíl: Cílem práce je porovnat ekonomické a ekologické aspekty pro možnosti využití nákladních automobilů na elektrický pohon s aktuálně využívaným přepravním systémem EDIS.

Rámcový obsah:

1. Uveďte současné trendy pro oblast ekologické šetrnosti v nákladní dopravě.
2. Proveďte analýzu současného stavu vnitropodnikové logistiky využívající systém EDIS a porovnejte s možnostmi využití nákladních automobilů na elektrický pohon. Analyzujte výhody a nevýhody.
3. Proveďte ekonomické a ekologické porovnání uvedených možností v kontextu vnitropodnikové logistiky ŠKODA AUTO, a.s.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. KUNZ, V. *Společenská odpovědnost firem*. Praha: GRADA, 2012. 208 s. ISBN 978-80-247-3983-0.
2. ŠIMÍČKOVÁ, M. *Ekonomie udržitelnosti – alternativní přístupy a perspektivy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013. 196 s. ISBN 978-80-248-3286-9.
3. NOVÁČEK, P. *Udržitelný rozvoj*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. 430 s. ISBN 978-80-244-2795-9.
4. JÜRGEN, G. – WERNER, T. *Ökologische Investments Chancen und Risiken grüner Geldanlage*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2008. 237 s.

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

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

V Mladé Boleslavi dne 07. 01. 2016

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Davidu Stašovi, Ph.D., Ing. Petru Ungermanovi a Ing. Janu Hložkovi za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále bych chtěl poděkovat celé mé rodině, přítelkyni Veronice Nolové a pracovnímu kolektivu za podporu během celého mého studia.

## Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů .....	8
Úvod.....	9
1 Teoretická východiska řešené problematiky .....	11
1.1 Současné trendy v ekologické úspornosti .....	11
1.1.1 Znečišťování životního prostředí v tržním prostředí .....	11
1.1.2 Zdroje energií dle ekologie .....	13
1.1.3 Typy ekologický nákladních přeprav ve světě .....	13
1.1.3.1 Bateriové pohony (BEV).....	14
1.1.3.2 Příklady dopravních systémů s externím napájením.....	15
1.1.3.3 Kombinované pohony - baterie + kapacitor (BEV-kondenzátor)19	
1.2 Společenská odpovědnost firem .....	24
1.2.1 CO <sub>2</sub> oxid uhličitý - lokální efekt.....	26
1.2.1.1 Základní informace.....	26
1.2.1.2 Nebezpečí pro životní prostředí, vliv na organismus člověka... 26	
1.2.1.3 Jednotná strategie EU k otázce CO <sub>2</sub> .....	27
1.3 Finanční podpora pro optimalizace emisí těžkých nákladních vozů .....	28
1.4 Nákladní doprava .....	29
1.4.1 Silniční doprava.....	29
1.4.2 Železniční doprava .....	30
1.4.3 Vodní doprava.....	31
1.4.4 Letecká doprava.....	32
1.4.5 Potrubní doprava.....	33
1.4.6 Kombinovaná doprava .....	33
1.4.7 Emisní, nákladové porovnání, doba dopravy, pokrytí jednotlivých typů dopravy.....	34
1.5 SWOT analýza .....	35
2 Vymezení oblasti zkoumané problematiky.....	37
2.1 Historie společnosti .....	37
2.2 Současnost společnosti.....	38
2.3 Vize budoucnosti.....	39

3	Analýza minulého a současného stavu vnitropodnikové přepravy (EDIS, nákladní vozy na dieselový pohon) ve ŠKODA AUTO, a. s.....	40
3.1	Vývoj vnitropodnikové dopravy v letech a současný stav.....	41
3.1.1	Přeprava materiálu pomocí nákladních vozů na dieselový pohon.....	41
3.1.1.1	Technické specifikace nákladních vozů (MAN, SCANIA) a druhy přepravovaných dílů.....	43
3.1.1.2	Údržba, servis, opravy (MAN, SCANIA).....	43
3.1.2	Přeprava materiálu pomocí nákladních vozů na bateriový pohon (EDIS).....	44
3.1.2.1	Technické specifikace nákladních vozů EDIS a druhy přepravovaných dílů.....	45
3.1.2.2	Údržba, servis, opravy (EDIS).....	47
3.2	Souhrnný přehled používaných typů přeprav v současnosti.....	47
3.3	Ekonomické zhodnocení obou typů přeprav.....	48
3.4	Vývoj produkce CO <sub>2</sub> v letech u vozů určených k vnitropodnikové přepravě.....	50
4	Analýza možností využití elektrických vozíků pro vnitropodnikovou přepravu napojených na externích elektrickou sít' a využití nabíjecích stanic.....	52
4.1	Výhody a nevýhody nákladních vozů na elektrický pohon z hlediska produktu.....	52
4.2	SWOT analýza pro zavedení nákladních vozů na elektrický pohon.....	53
5	Návrhy a doporučení vhodných řešení pro zkoumanou oblast interní přeprava.....	56
5.1	Zkušenosti s nasazením elektrických vozíků (EDIS).....	56
5.2	Školení obslužného personálu.....	57
5.3	Instalace elektrické sítě a nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a. s.....	58
5.4	Ekonomické zhodnocení pro firmu ŠKODA AUTO, a. s.....	60
5.4.1	Financování trakční sítě, nabíjecích stanic a nákladních vozů na elektrický pohon.....	62
5.4.2	Pravidelné roční náklady.....	63
5.4.3	Doba splácení a rentabilita investic.....	64
5.5	Ekologická zátěž (CO <sub>2</sub> ).....	66
5.6	Doporučení vhodných řešení pro firmu ŠKODA AUTO, a. s.....	66

6	Porovnání navrhovaného řešení se současným stavem.....	67
6.1	Ekonomické a ekologické vyhodnocení.....	67
6.2	Příklady dalších možností využití pro Green přepravu .....	68
	Závěr .....	69
	Seznam literatury .....	71
	Seznam obrázků a tabulek.....	74



## Seznam použitých zkratk a symbolů

a. s.	akciová společnost
EU	Evropská unie
kWh	kilowatthodina
A+SUV	firemní označení nového připravovaného vozu ŠKODA AUTO, a. s.
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíku
HC	uhlovodíky
NH <sub>3</sub>	amoniak
VW	Volkswagen
g	gram
km	kilometr
V	volt
DC	stejnoseměrný proud
ČSSR	Československá socialistická republika
EDIS	Ekologická doprava interní Škoda
BEV	Battery electric vehicles
KLT	Kleiner Ladungsträger
CKD	Completely Knocked Down
Mh	motohodina
tkm	tunokilometr
tCO <sub>2</sub>	tuno-oxid uhličitý
kW	kilowatt
HDP	hrubý domácí produkt
CNG	Compressed Natural Gas

## Úvod

V posledních několika letech začíná na významu nabývat ekologičnost firem při samotné výrobě. V podnicích často vznikají tzv. Green oddělení, která se starají pouze o ekologii dané firmy. Vše vede nejen ke snižování nákladů v dlouhodobém hledisku, ale také k prokázání toho, že daná výroba není velkou zátěží pro přírodu. Z Evropské unie se exportuje podstatná část produkce na asijské trhy, kde ekologické aspekty nehrají zásadní roli, což může mít dopad na omezení vývoje ekologických produktů. Asijský konkurent nemusí vynakládat prostředky na tyto činnosti, čímž ušetří náklady a může si dovolit nabídnout nižší cenu zákazníkovi.

Automobilový průmysl se snaží přecházet na výrobu hybridních automobilů. Vývoj zaznamenal za poslední léta silný pokrok, nicméně stále nedostačuje k tomu, aby se již nemusela využívat k pohonu ropa. Neznamená to však, že pouze výrobky musí splňovat ekologická kritéria. Důležitost spočívá ve využívání alternativních energií při samotném výrobním procesu.

Evropská unie již od počátku devadesátých let začala zavádět tzv. emisní euro normy, které nařizují výrobcům osobních a nákladních automobilů vyrábět vozy s ekologicky šetrnými motory. Firmy tyto normy samozřejmě dodržují a chtějí být ještě více ekologicky šetrnější při samotné výrobě. Každé opatření však v sobě skrývá nemalé náklady, každá subvence od státu by byla jistě přínosem. Česká legislativa v současnosti příliš finančně nepodporuje dané firmy v ekologii orientované. Velký problém je spatřován zejména ve zdlouhavé byrokracii a podmínkách přidělování dotací.

Výše uvedené skutečnosti byly také impulzem pro téma této diplomové práce, která je zaměřena na využití elektrické energie pro vnitropodnikovou přepravu materiálu ve firmě ŠKODA AUTO, a. s. pomocí vozíků na alternativní pohon a návrhem vhodných ekologických alternativ pro přepravní prostředky, které zatím pro svůj provoz využívají diesellové agregáty.

Cílem tedy bude zjistit, zda firmě ŠKODA AUTO, a. s. pomůže jak z ekologického, tak ekonomického hlediska nasazení nákladních vozů, které využívají elektrický pohon z elektrické sítě a nabíjecích stanic.

V úvodních kapitolách bude hlavní pozornost věnována na shrnutí jednotlivých trendů ve světě a dále ukáží, jakým způsobem se využívá elektřina jako zdroj

energie pro pohon nákladních vozů. Další významná teoretická část pojednává o tom, zda vůbec existují sběrače (baterie) elektrické energie vhodné pro nákladní vozy, které jsou schopné se nabít relativně za krátký časový úsek a zda umožní dojezd nákladnímu vozu v řádech několika desítek kilometrů.

Úkolem praktické části bude ukázat současnou situaci vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s., vypočtení nákladů za jeden rok a vyčíslení škodlivých emisí CO<sub>2</sub>. Návrhová část počítá již s optimalizací nákladů a snížením emisí CO<sub>2</sub>. Závěrem bude porovnání navrhovaného stavu vnitropodnikové přepravy se stavem současným a doporučení pro společnost ŠKODA AUTO, a. s.

# **1 Teoretická východiska řešení problematiky**

## **1.1 Současné trendy v ekologické úspornosti**

Jako nezbytným prvkem ovlivňující životní prostředí v naší globální společnosti dneška se ukazuje ochrana životního prostředí ve formě omezení nebo zrušení zdrojů jejího trvalého znečišťování. Takovým prvkem je i doprava. Celá společenství vlád, mezinárodních organizací a dalších ekologických uskupení se všemi silami snaží ovlivnit škodlivost dopravních prostředků a dalších pomocných zařízení, technologií sloužících v konečném důsledku výrobě produktů. Snahou většiny vlád tohoto světa je maximálně podporovat ekologickou dopravu a hlavně ji využít v praxi, avšak úspěchy často nepřicházejí. Negativní dopady neekologické dopravy není třeba v této práci vyzdvižovat, neboť oběťmi se stáváme my sami. Exponenciální nárůsty některých tzv. civilizačních onemocnění jsou toho nesporným důkazem.

### **1.1.1 Znečišťování životního prostředí v tržním prostředí**

Vyspělé společnosti jsou zvyklé, a většinou to mají i podložené zákonem, omezovat exhalace svých výrobních zařízení, dopravních prostředků a samozřejmě výrobků. Dokonce se ekologie firem jistým způsobem stává i dogmatem hospodářské soutěže. Z toho důvodu si společnosti rozdělily i cíle a hlavně zdroje znečišťování. Nejzásadnějšími informacemi pro trh jsou zejména údaje o ekologické úspornosti samotného produktu, ekologie získávání všech energií pro výrobu, způsob dopravy materiálu, využitelnost či nevyužitelnost obnovitelné energie nebo hospodárnost s odpadem atd.

Největším faktorem, na který se svět intenzivně zaměřil již v minulosti, jsou exhalace vyprodukované v přímé souvislosti se samotným výrobním procesem (množství vyprodukovaných tuhých prachových částic v ovzduší, množství vypouštěného CO<sub>2</sub>, hluchnost, energetické zatížení, elektrický šum, množství spotřebované a odpadové vody). Jistě by se našla spousta dalších faktorů, které negativně ovlivňují životní prostředí v přímé souvislosti s výrobními technologiemi. Dalším velmi významným rysem ovlivnění životního prostředí a ekologie jsou samotné výrobky. I tato oblast je ve vyspělých krajinách přísně regulována a kontrolována. Nejde jen o samotné použití materiálů při zpracování výrobků, ale i o energetické náročnosti a také exhalace. V Evropské Unii jsou všechna tato

možná ovlivnění a faktory již delší dobu sledovány. Již v roce 1992 byly v rámci EU stanoveny normy, které výrobcům osobních a nákladních vozů přikazovaly, jaké maximální hodnoty CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC, pevných částic atd. musí být dodrženy při výrobě vozů. Postupem času byly vytvořeny normy I. až VI., které v sobě obsahují přísnější předpisy (viz Tab. 1). Výrobci vozů musí tedy hledat opatření, jak těchto předpisů dosáhnout. Poslední normy IV - VI. v sobě obsahuje povinnost zavádět do nákladních, ale i osobních vozů nádoby na tzv. Adblue<sup>1</sup>. Díky tomuto opatření došlo téměř k odstranění vypouštění NO<sub>x</sub>. Firmy však musely v rámci svých závodů investovat nemalé finanční prostředky. Jen jedna nádobka znamená přestavování velké části vozu, což s sebou samozřejmě nese investiční zásahy do zařízení jednotlivých výrobních linek automobilových společností.

**Tab. 1 Emisní normy Evropské unie pro těžké nákladní vozy v letech 1992 - 2013**

Rok	Norma	Testovací EU norma	CO <sub>2</sub> - oxid uhličitý (g/kWh)	NO <sub>x</sub> - oxidy dusíku (g/kWh)	HC - uhlovodíky (g/kWh)	Pevné částice (g/kWh)
1992	I	ECE R-49	4,5	8,00	1,10	0,61
		ECE R-49	4,5	8,00	1,10	0,36
1996	II	ECE R-49	4	7,00	1,10	0,25
1998		ECE R-49	4	7,00	1,10	0,15
1999	III	ESC&ELR	1,5	2,00	0,25	0,02
		ETC	3	2,00	-	0,02
2000		ESC&ELR	2,10	5,00	0,66	0,10
		ETC	5,45	5	-	0,16
2005	IV	ESC&ELR	1,5	3,5	0,46	0,02
		ETC	4	3,5	-	0,03
2008	V	ESC&ELR	1,5	2	0,46	0,02
		ETC	4	2	-	0,03
2013	VI	ECS	1,5	0,4	0,13	0,01
		ETC	4	0,4	0,16	0,01

Zdroj: zpracováno dle [www.auto-umwelt.at/\\_gesetzg/gesvs\\_abg.htm](http://www.auto-umwelt.at/_gesetzg/gesvs_abg.htm)

Dalším významným zdrojem znečišťování firmami a organizacemi je právě doprava materiálu, manipulace s ním a odvoz jeho zbytků, odpadu. A to je právě jeden ze sledovaných hodnotících prvků velkých společností v oblasti ekologie. Zákazníci, spotřebitelé se v současnosti chovají již velmi ekologicky ve srovnání

<sup>1</sup> „AdBlue je kapalné aditivum, které snižuje množství škodlivin ve výfukových plynech vznětových motorů. Jedná se o čirou bezbarvou kapalinu, která je vstříkována do katalyzátoru. Po vstříku tzv. močoviny do horkých spalin se látka, za přítomnosti vody, nejprve rozkládá na oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) a amoniak (NH<sub>3</sub>)“ (autolexicon, 2011).

s devadesátými lety. Rádi si kupují ekologické produkty a totéž vyžadují i od výrobců.

### **1.1.2 Zdroje energií dle ekologie**

Nejčistším zdrojem energie je pochopitelně energie elektrická. I ta se však může získávat neekologickou formou výroby. Pokud prochází klasickým výrobním procesem spalováním fosilních paliv, stává se stejně škodlivou jako výroba energie spalovacími motory. Nelze bohužel z ekonomických důvodů tento nečistý zdroj ekologické energie zcela zavrhnout, ale musí se alespoň do maximální míry omezit jeho negativní dopady na životní prostředí.

Naopak nejlepším zdrojem z pohledu ekologie se zdají být obnovitelné přírodní zdroje, jako svit slunce, využívání kinetické energie tekoucí vody či přílivové vodní energie, větrné a geotermální zdroje atd. Avšak v praxi se využívají jen málo. Podíl těchto obnovitelných zdrojů na výrobě elektrické energie dosahuje v nejvyspělejších státech světa maximálně 10 %.

Přírodní, ekologické zdroje jako zemní plyn jsou bohužel vyčerpitelné a jejich cena příliš závisí na ekonomické a politické situaci dodavatelských zemí. Podnikatelské subjekty musí tedy opravdu zvažovat, zda investovat nemalé investiční prostředky do ekologie tohoto druhu.

Nejčistějším zdrojem elektrické energie neobnovitelného charakteru s dostatečnými celosvětovými zásobami se jeví energie atomová. Může se čile diskutovat nad bezpečností, ale vítězem vždy bude high-tech technologie budoucnosti. Malé jaderné elektrárny s výkonem dostatečným pro město velikosti Brna mají již velikost malé garsoniéry. Jejich bezpečnost se zaručuje zastavením reakce během desetin sekundy bez nutnosti dalšího ochlazení. Tato energii se v současnosti považuje za strategickou, ekologickou a drtivě většinou. Atomová energie v ČR znamená zastoupení již v 60-ti %.

### **1.1.3 Typy ekologických nákladních přeprav ve světě**

Nejběžnějšími pohony ekologické dopravy, které nejvíce zastupuje spalování ekologických paliv ve spalovacích motorech, jsou různé formy plynů ať už přírodně těžené jako zemní plyny nebo získané druhotně při výrobě jiných látek jako pecní plyny nebo i uměle vyráběné (propan-butan nebo vodík-kyslík).

Velký nárůst zaznamenal podíl elektropohonů dělících se do dvou významných skupin: bateriové pohony a pohony zásobované vnější sítíovou elektrickou energií. Doplňkové ekologické pohony tvoří také významnou část spektra přeprav. Patří mezi ně hybridní druhy pohonů a různé další formy rekuperace energií. Existují také, v praxi však neověřené, formy pohonů na solární články, ty ale bohužel ještě neznamenaají žádný potenciál pro hromadnější využití. Nelze se nezmínit o lidské energii pro využití přepravy. I když se jedná jen o náhodné využití nepravidelné přepravy malého množství materiálu.

### **1.1.3.1 Bateriové pohony BEV**

V poslední době prochází tato oblast proklamovaným a protěžovaným vývojem. Všichni výrobci na světě se snaží o zkapacitnění těchto zdrojů, snížení jejich hmotnosti a zefektivnění nabíjecích procesů. Výsledkem jsou například osobní automobily s akceptovatelnou hmotností a dojezdem na jedno nabití až 500 km a zaručenou životností až na 8 let, ale pořizovací hodnota těchto článků musí být z tržního pohledu finančně hojně sponzorována. Výsledek výzkumu je bohužel takový, že neexistuje odpovídající bateriový zdroj, který by plně pokryl požadavky nákladní přepravy. I přesto přikládá této formě přepravy vysoká důležitost a smyslnost zejména na velmi krátké vzdálenosti s častými přestávkami a možnostmi alespoň částečného dobíjení akumulátorů. Účinnost takto převedené elektrické energie i těžkotonážních nákladních vozidel nebude vysoká, i přesto budou náklady výrazně nižší než u fosilních spalovacích motorů, pokud bychom však nebrali v úvahu nutnou výměnu bateriového článku po několika nabitích.

„Již v roce 2006 byly nasazeny 7,5 tunové nákladní elektromobily Newton (viz Obr. 1) ve Velké Británii, konkrétně v Londýně. Vozy Newton jsou poháněny 4-mi bateriemi Zebra 278 v s kapacitou 2 x 40 kWh, dojetí se pohybuje okolo 200 km. První dvě vozidla byla určena pro rozvoz zásilek sítě Starbucks. Firma Newton poté začala dodávat vozidla společnosti TNT. V roce 2009 firma Newton expandovala také na americký trh. Elektromobily vyprodukované firmou Newton dokázali snížit emise CO<sub>2</sub> až o 44 % ve srovnání s vozy, které používají dieselový pohon. Firma Newton uvádí, že provoz elektromobilu je přibližně 6x levnější, než u dieselových nákladních vozů“ (auto.cz, 2010). Nicméně již nikde není zmiňováno, kolik nabití vydrží baterie ve vozech a kolik stojí nové baterie.



Zdroj: převzato z <http://www.auto.cz/nakladni-elektromobily-newton-jezdi-2-roky-velke-britanii-22866>

**Obr. 1 Nákladní elektromobil firmy Newton**

### 1.1.3.2 Příklady dopravních systémů s externím napájením

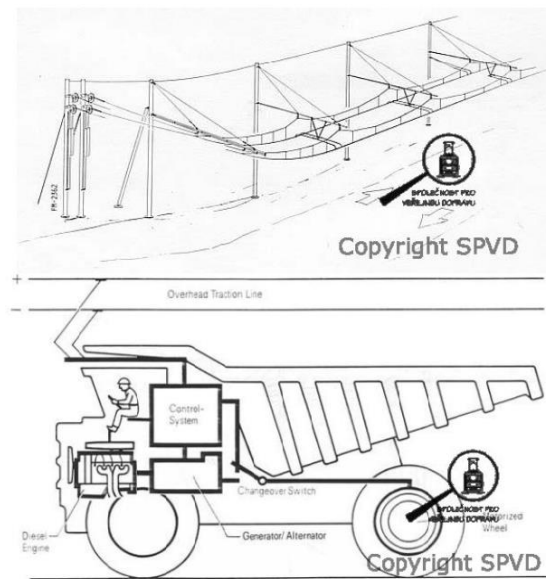
V posledních několika letech se zkoumají, testují různé zdroje pohonů osobních, nákladních vozů tak, aby bylo v budoucnu docíleno odstranění motorů, které spalují fosilní a životu škodlivá paliva. Trendem budoucnosti je využívání CNG, elektřiny shromažďované v různých typech baterií, dále se také mluví o vodíku. Další podkapitoly ukazují, jakým způsobem se využívá elektrická energie ve světě a České republice pro pohony nákladních vozů, trolejbusů.

#### ***Příklady dopravních systémů s externím napájením ve světě***

1) I když se zdá, že využitelnost tohoto zdroje je problematická, v praxi se ukazuje v některých oblastech za nezbytnou. Příkladem jsou nákladní vozy na trolej v Jihoafrických povrchových dolech, kde z bezpečnostního hlediska není možné využívat nákladní vozy na dieselový agregát (viz Obr. 2). „Dalších podobných trolejbusových tratí v afrických dolech je několik, např. v Namibii, Zairu.

Použité vrchní vedení, které je kombinací mezi běžným řetězovkovým vedením pro pantografy a trolejovým vedením pro trolejbusy, je tvořeno dvěma paralelními řetězovkami sloužícími pro přívod proudu. V důsledku nerovnosti terénu a pohybu vozidel vznikají v tomto systému značné výkyvy sběračů proudu, dráty tedy musí být na podpěrných bodech vedeny tak, aby tyto výkyvy nezpůsobily narušování provozu“ (spvd.cz, 2011).





Zdroj: převzato z <http://www.spvd.cz/index.php/template1/trolejbusy/nakladni-trolejbusy-v-jar>

**Obr. 2 Nákladní vozy používané v povrchových dolech v Jihoafrické republice**

Již v roce 1989 byla diskutována nákladní doprava poháněná právě elektrickým trakčním vedením na univerzitě ve Vídni pod vedení prof. Hanse Petera Lenze. Důvodem uvažování o zavedení trakčního vedení byla zvyšující se přeprava přes Brennerský průsmyk a tím i zvyšující se nárůst exhalací a hluku. Během času byl však problém částečně vyřešen díky vývoji šetrnějších motorů. V současné době se o zavedení trakčního vedení pro nákladní automobily v Brennerském průsmyku neuvažuje. Bylo by to však první trakční vedení v Evropě, který by pohánělo nákladní vozy (salzburg.com, 2013).

2) V roce 2013 byl spuštěn evropský projekt ENUBA (viz Obr. 3), který se v reálu zabýval nasazením nákladních vozů, které využívají elektrických pohon z trakčního vedení. Na projektu se podílí firmy Siemens a Mercedes. Právě jejich testovaný vůz byl vybaven hybridním dieselovým motorem a generátorem, který vstřebává elektřinu z trakčního vedení. Připojení a odpojení probíhá maximálně do rychlosti 90 km/h. Za použití vhodných senzorů systém rozpozná, zda je k dispozici trolejové vedení anebo když vozidlo musí opustit vedení při předjíždění, samo se odpojí. Velká výhoda elektromotorů je spatřována v jejich vysoké účinnosti. Na rozdíl od benzínových mají elektromotory vysoký kroutivý moment, což je velmi důležité pro nákladní vozy, které přepravují zpravidla těžké náklady. Účinnost elektrických motorů je zhruba 80 %, kdežto u spalovacích motorů

dosahuje zhruba jen 40%. Nasazení těchto hybridních nákladních vozů zaráží skutečnost, že není na silnicích vybudováno prakticky žádné trakční vedení. Toto řešení by s sebou neslo i vysoké investiční zatížení (kurier.at, 2013).



Zdroj: převzato z <http://kurier.at/lebensart/technik/freie-fahrt-fuer-elektro-lkw/2.725.601>

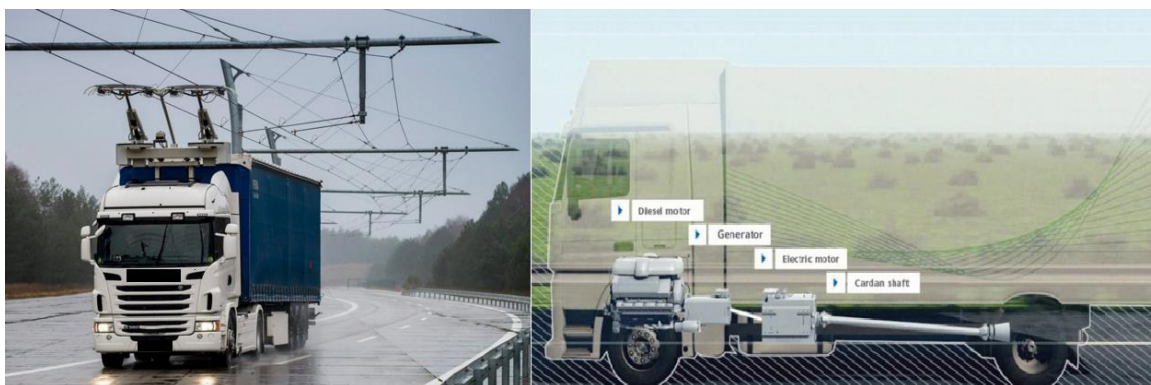
**Obr. 3 Nákladní hybridní vůz (dieselový motor + elektromotor) využívající energii z trakčního vedení**

3) Dalším testovaný nákladním vozem (viz Obr. 4), který pohání elektrická energie z trakčního vedení, byl představen firmou Siemens ve spolupráci s Volvo Group. V praxi byl tedy testován elektrický kamion, tzv. eHighway, který používá troleje jako zdroj napájení, podobně jako u tramvají. Samozřejmě se musí přizpůsobit sběrači na velký výkon a rychlost.

Zkušební dráha, složená ze dvou linií v jedné ulici, byla využita ve městě Carson v Kalifornii. Tento systém je nadějný pro využití poblíž největších amerických přístavů Los Angeles a Long Beach s primárním cílem snížit emise.

EHighway klade za cíl zefektivnit využití elektrifikovaných tratí na úroveň silniční dopravy. Jedná se o speciálně navržené vozy firmou Mack Trucks, dceřinou společností Volvo Group, které jsou vybavené hybridním pohonem a inteligentními sběrači proudu, které se připojí k trolejím, když potřebují energii. Inteligentní kolektory umožňují předjížděcí manévry a automatické připojení a odpojení při rychlosti až 90 km v hodině. Na běžných silnicích bez trolejí, se mohou vozidla odpojit od trolejí a využít hybridní systém, které používají dieselový nebo plynový pohon, popř. baterii.

Prvně vyvíjený systém z roku 2011 měl za úkol sledovat použití trolejí v běžném provozu, kde jsou umístěné dopravní značky nad hlavou, tak aby je troleje nezakrývaly a jiné souvislosti s běžnou dopravní infrastrukturou. Pokud budou testy úspěšné, systém bude zaveden na části dálnice č. 710 poblíž přístavů v Kalifornii, která je velmi zatížená kamionovou dopravou. Nicméně do dnešní doby nebyl tento typ dopravy v Kalifornii sériově zaveden (wired.co.uk, 2014).



Zdroj: převzato z <http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-08/11/siemens-ehighway-tests>

***Obr. 4 Testovaný nákladní vůz v Kalifornii využívající hybridní pohon a inteligentní sběrač proudu***

Trolejová nákladní přeprava by mohla zásobovat továrny materiálem na mnoha místech v Evropě či Asii, využití se nejde samozřejmě i ve městech.

***Příklad dopravníkových systémů s externím napájením v ČR***

Právě v Pardubicích, Hradci Králové, Ústí nad Labem, Českých Budějovicích přešli na hromadnou přepravu osob pomocí trolejbusů, a to hned z několika důvodů:

- podstatně nižší nákladovost přepravy (minimální ztráta při přenosu levné elektrické energie),
- pořizovací prostředky na samotné dopravní trolejbusy poloviční než u autobusů,
- servisní náklady třetinové než u autobusů,
- nespornou výhodou je ekologie (úspora CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a dalších škodlivých plynů),
- jedinou, ale pouze počáteční nevýhodou, je vysoká investiční náročnost vybudování elektrické sítě trolejí a její údržba.

Ve všech městech představuje návratnost takto vložených investičních prostředků do ekologické dopravy středně vysokou hodnotu.

Propojením elektrických sítí trolejí ve velkých městech s nově vytvořenými soukromými sítěmi výrobních závodů v daném celku znamená významný posun v historii přeprav. Průkopníkem se stalo třeba město Drážďany, kde nejen vnitrozávodovou přepravu VW ale i dodávku materiálu od dodavatelů v okolí města zajišťují tzv. nákladní tramvaje. V několika dalších evropských městech zajišťují ekologickou přepravu materiálu, přes města a uvnitř výrobních závodů, nákladní trolejbusy. Tento druh nákladních přeprav má jistě budoucnost. Ukazuje se, jakým směrem by měla pokračovat úspěšná vzájemná spolupráce měst a v nich integrovaných výrobních závodů.

### **1.1.3.3 Kombinované pohony - baterie + kapacitor (BEV-kondenzátor)**

„Novinkou v ukládání elektrické energie s velkým nábojem je tzv. superkapacitor. Jedná se v podstatě o vysoce výkonný kondenzátor s elektrodami s pórovitým povrchem, které jsou schopny absorbovat velmi vysoký náboj (až 1000 Faradů), a to ve velmi krátkém čase nabíjení“ (proelektrotechniky.cz, 2015). Při standardním napětí elektrické trolejbusové trakční sítě nebo obdobných nabíjecích zdrojů s napětím DC 600V postačuje doba pouhých 30 sekund na plné nabití superkapacitoru při zastavení. Nevýhodou pochopitelně je relativně nízká kapacita, která u trolejbusů činí v dojezdové vzdálenosti cca 10 km. V případě kombinované trakce: klasická baterie + superkapacitor + trolejová vnější síť však poskytuje maximální možnou jistotu dojezdu na určené místo i mimo dosah trakční sítě. Unikátnost této sestavy tkví v tom, že jakákoliv zastávka soupravy např. vykládka (nákladního vozu) je vždy delší než oněch proklamovaných 30 sekund. V kombinaci s klasickými bateriemi, které v tento moment mohou být redukovány na minimální dojezd, je kombinovaná přeprava hned z několika pohledů optimální pro nasazení na trolejbusovou přepravu ať už cestujících ve městech nebo pro vnitropodnikovou dopravu nákladů.

Hlavní aspekty superkapacitoru:

- optimální hmotnost vzhledem ke kapacitě baterií a dojezdové vzdálenosti,
- ideální nabíjecí harmonogram,

- není nutný žádný diesellový zajišťovací koncept (zcela postačují trolej + několik rychlonabíjecích stanic přímo v určených zastávkách, skladech),
- optimální rozložení investic a jejich redukce (podstatně méně klasických baterií ve voze, vnější elektrická síť zcela postačuje na hlavních páteřových trasách), minimální servisní náklady,
- počet životních nabíjecích cyklů u superkapacitorů je cca tisícinásobně vyšší než u klasické baterie, tzn., že klasická baterie má 1000 životních nabíjecích cyklů (počítá se do poklesu kapacit baterií na 70 %), kdežto superkapacitor až milion nabíjecích životních cyklů. To ovlivňuje velice výrazným způsobem roční nákladovost tohoto zdroje.

„Abstraktnost této kapitoly lze vyloučit konkrétním, již realizovaným projektem v Číně ve městě Šanghaj (viz Obr. 5), kde je již devátým rokem v trvalém provozu 12 metrový elektrobus firmy Sinautec, jehož jediným zdrojem pohonu jsou superkapacitory o výkonu 5,9 kWh, jež umožňují dojezd 10 km, v maximálně sťažených podmínkách minimálně 6 km. Superkapacitory se dobíjejí během některých zastávek pomocí střešního jednoduchého a tudíž levného sběrače (600V DC/200 A), (viz Obr. 6), po dobu oněch již zmíněných 30 sekund, což bohatě postačuje pro vystoupení/nastoupení 1 cestujícího.



Zdroj: převzato z <http://robodoupe.cz/2015/superkondenzatory-misto-akumulatoru-2/>

**Obr. 5 Autobusy se superkacitory – Šanghaj, Čína**

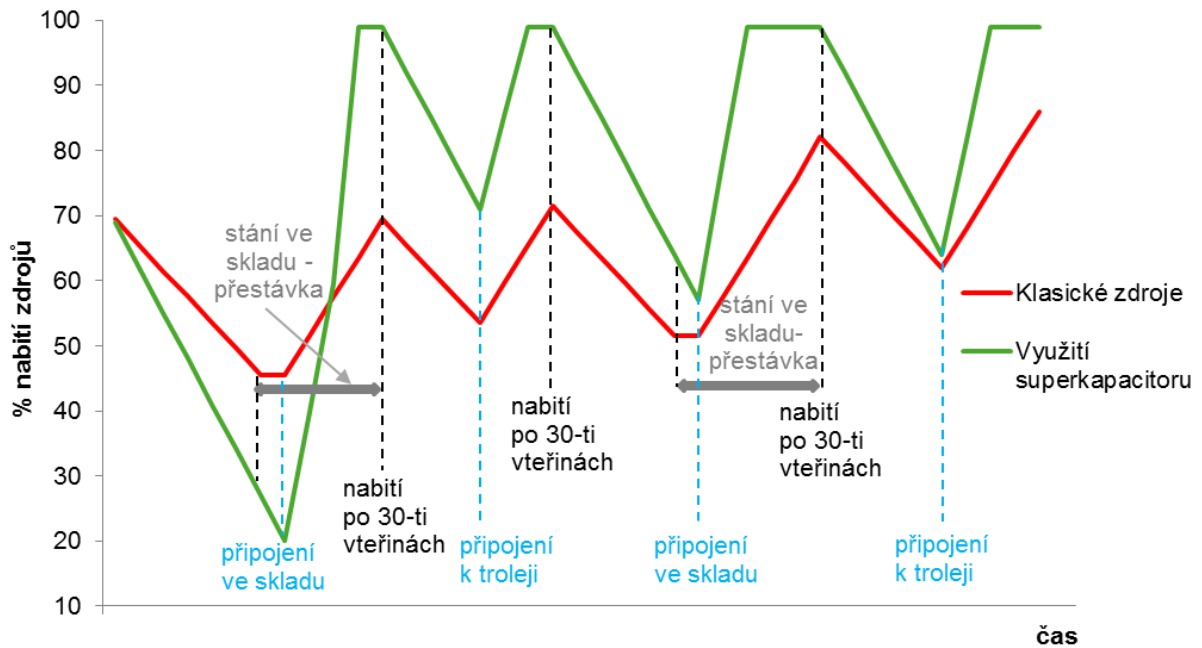




Zdroj: převzato z <http://www.proelektrotechniky.cz/elektromobilita/42.php>

***Obr. 6 Dobíjení konzole pantografového typu***

Existují však i modernější nabíjecí stanice s využitím soustředění energie, příkladem je technologie ABB Tosav provozu ve Švýcarsku v Ženevě“ (proelektrotechniky.cz, 2015). Tyto moderní nabíjecí stanice mají již zabudovanou komunikaci se soupravou a k připojení dochází až po ověření všech aspektů včetně bezpečnostních. Mohla by pak být vybudována celá síť takových to stanic, které 100 % zabezpečí celodenní provoz sítě dopravy. Jediným rozhodovacím aspektem jsou pak pouze ekonomika provozu a vstupní investice. Samozřejmostí u takto rozvinuté dobíjecí sítě je i komunikace s centrálním počítačem, který pak dokáže optimalizovat náklady a svým způsobem i řídit efektivitu dopravy. V tomto ohledu je digitalizace dobíjecí sítě stejně důležitá jako flotila dopravních prostředků samotných. Kapitulu o dobíjecí a řídicí síti by bylo dobré ponechat jako samostatné téma na další práci tohoto typu, neboť rozsáhlost tématu překračuje zadání a možnosti mé vlastní práce.

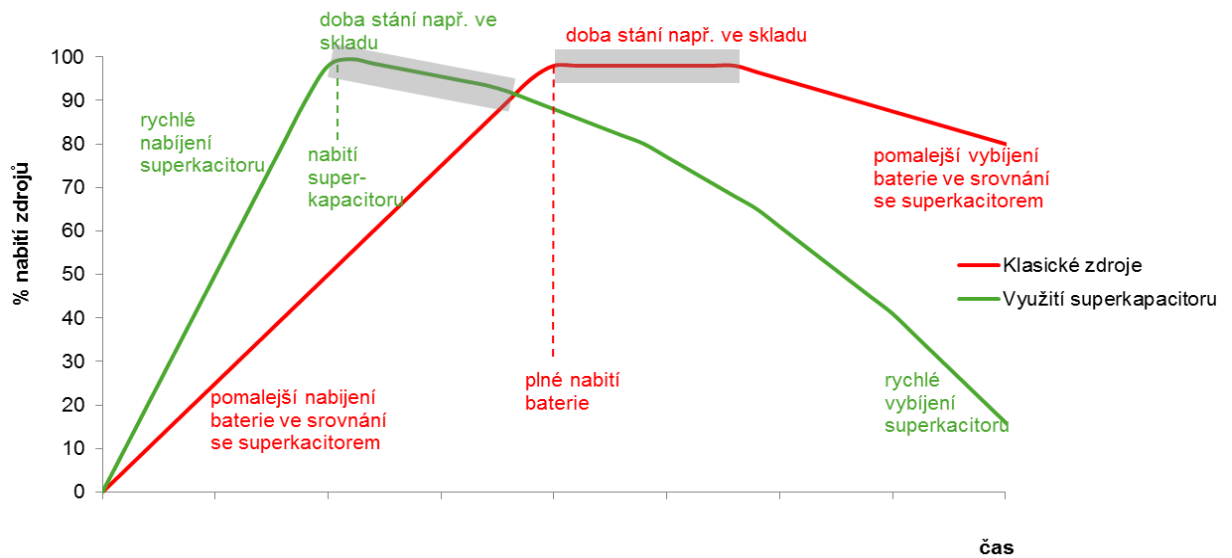


Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 7 Proces nabíjení a vybíjení klasických zdrojů (baterie) a superkapacitoru nainstalovaných v nákladních vozech**

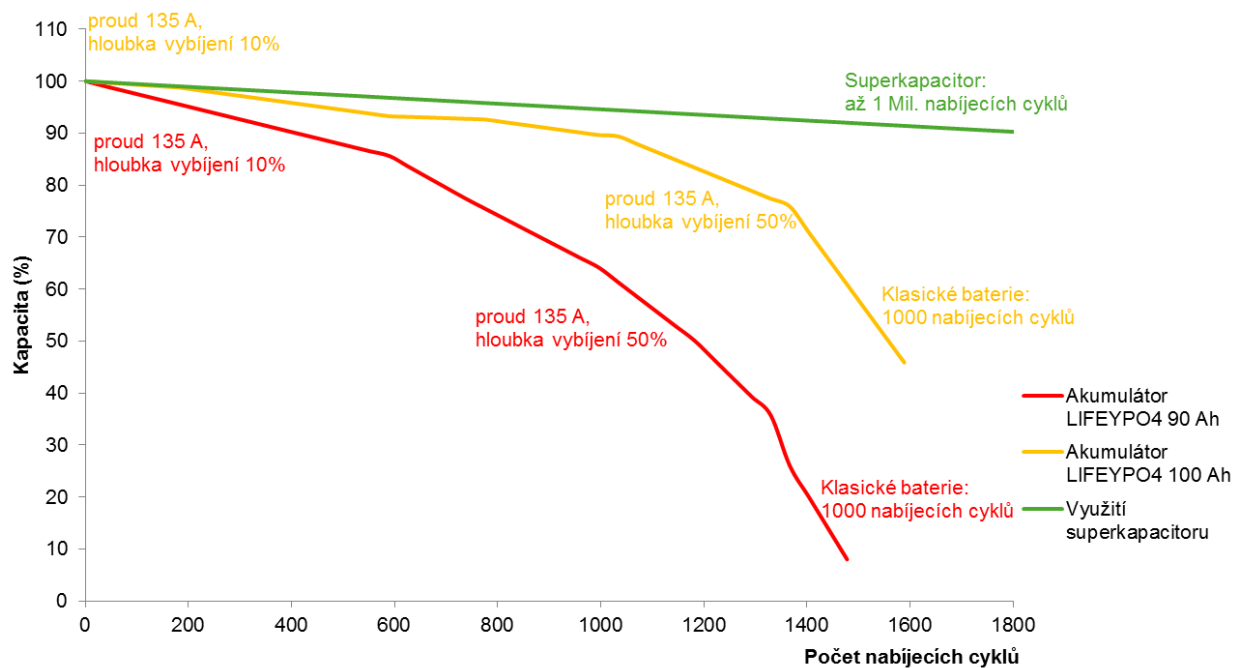
Obr. 7 porovnává postupné vybíjení zdrojů během jízdy e-busu. V prvním případě, kdy je využívána pouze baterie (např. lithiová) a ve druhém případě, kdy se v e-busu použije superkapacitor. Je patrné, že při prvním připojení k trakčnímu vedení (počátek dobíjecího cyklu) se superkapacitor nabije na 99 - 100 % a to za pouhých 30 sekund z výchozího bodu 20 % nabití. Oproti tomu se baterie nabije za 30 sekund pouze na 70 % z výchozího bodu 45 % nabití. Z porovnání je zřejmé, že superkapacitor umožňuje pojmout 3,2x více energie než v případě klasické baterie.

Velká výhoda superkapacitoru je tedy spatřována ve velmi rychlém nabití (viz Obr. 7, 8) na hodnotu 100 % za dobu přibližně 30-ti sekund po připojení na trakční vedení, což velmi ovlivňuje také spotřebované náklady na energii. Na druhou stranu se rychle vybíjí ve srovnání s klasickou baterií. Další nevýhoda superkapacitoru spočívá v tom, že se vybíjí, i když se nachází v klidovém stavu, není tedy v provozu.



Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 8 Proces nabíjení a vybíjení klasických zdrojů (baterie) a superkapacitoru**

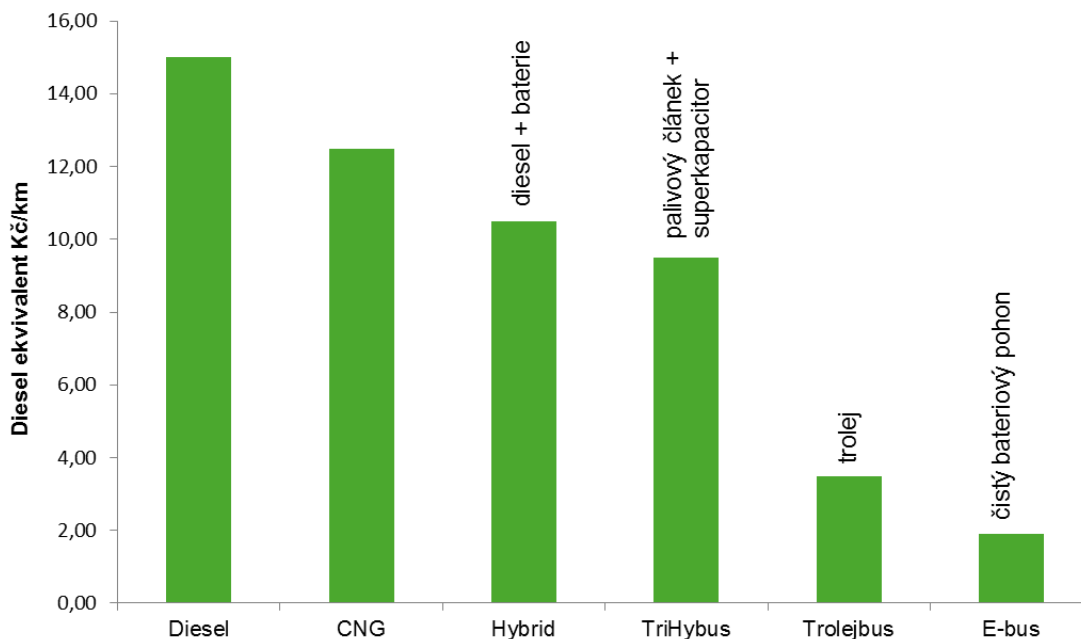


Zdroj: převzato a upraveno z <http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie2015.pdf>

**Obr. 9 Kapacita klasických baterií a superkapacitoru v závislosti na počtu nabíjecích cyklů**

Jak již bylo zmíněno výše, zvládá superkapacitor daleko více nabíjecích cyklů ve srovnání s klasickou baterií. Po 1800 nabitích má stále kapacitu v rozmezí 95 – 97 % původní maximální udávané kapacity (viz Obr. 9).





Zdroj: převzato a upraveno z <http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie2015.pdf>

**Obr. 10 Nákladovost trakčního paliva/energie na km u autobusu**

Obr. 10 porovnává různé druhy pohonů autobusů/trolejbusů pomocí přepočítávacího koeficientu tzv. dieselekvivalentu v hodnotách Kč/km. V tomto grafu je patrná ekonomika provozu jednotlivých trakcí. Doba, kdy CNG bylo výrazně levnější, nebo dokonce nejlevnější ze všech druhů pohonů, je dávno pryč. V podstatě by se dalo říci, že je druhé nejdražší. Některá města však plánují i nadále velké investiční prostředky do nákupu takto poháněných strojů. Přínosy hybridů, když připočteme nejvyšší investiční náklady, nejsou také nijak lukrativní. Teprve s TriHybusem se dostáváme na polovinu. A to s přihlédnutím k pomocnému pohonu palivovým článkem. Výrazný pokles pak nastává až s nástupem trolejí, kde však hrozí vyšší náklady na jejich údržbu. Dále e-bus, třeba jen s dobíjecími stanicemi, který vede v tabulce ekonomiky provozu. Jeho provozní nákladovost je pouhou desetinou ve srovnání s dieselovým motorem. A to nezohledňujeme další jednoznačně pozitivní vítězství třeba v ekologii, optimalizaci investic, progresivitě řešení, obslužnosti, tichosti provozu.

## 1.2 Společenská odpovědnost firem

Cílem většiny firem je především spokojenost zákazníka, získání velkého tržního podílu, mít konkurenceschopné výrobky, spokojené zaměstnance atd. Toto vše a mnoho dalšího vede k jedinému cíli, a to dosáhnout maximálního zisku. Hlavním

faktorem a nositelem zisku je tedy zákazník. Existuje spousta způsobů, jak získat zákazníky. Vše začíná marketingovým výzkumem a zjištěním zákaznických potřeb, dále následuje vývoj produktu, přizpůsobení výroby, naplánování odbytu, umístění výrobku na trh a marketingová komunikace. Samozřejmě, že výčet těchto činností je velmi zkrácený, v reálu zavedení výrobku znamená složitý proces, který závisí na mnoha firemních odděleních.

Zákazníci jsou v současné době již nároční a nestačí jim, že budou mít doma výrobek té či oné firmy. Zajímají se také o to, jak jsou výrobky vyráběny po ekologické stránce, jak se firma chová ke svým zaměstnancům, zda finančně podporuje sociálně prospěšné projekty, činnosti atd. V této souvislosti se často hovoří o společenské odpovědnosti firem, ve světě známé jako „Corporate Social Responsibility“. „Pod tímto pojmem zatím neexistuje žádná jednotná celosvětová definice. K zajímavým poznatkům ohledně vymezení CSR dospěl Alexandr Dahlsrud a vymezil pět základní aspektů, které se v definicích vyskytovaly nejčastěji. Jedná se o:

- oblast environmentální,
- oblast sociální,
- oblast ekonomickou,
- stakeholdery,
- dobrovolnost.

První tři z nich zajišťují firmám trvale udržitelný rozvoj“ (Kunz, 2012).

Například Evropské unie a dalších mezinárodní organizace berou tyto aspekty jako dobrovolné (Kunz, 2012). Evropská unie sice tvrdí, že tyto aspekty jsou zcela dobrovolné, ale na druhou stranu zavádí předpisy, které právě nutí firmy, aby snižovali emise u svých produktů (jedná se zejména o automobilový průmysl). Pokud firmy nedodrží maximální hranice vyprodukovaných CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> u nových vozů, nemohou být na trhu nabízeny. Kde se nachází hranice mezi dobrovolností a nutností, je velmi diskutabilní. Ve většině firem jsou však tyto aspekty součástí jejich firemní kultury a dlouhodobé strategie, cílů. Tato diplomová práce je zaměřena jen na jednu oblast, a to environmentální.

Každý jednotlivec, firma, stát a i celý svět by měli mít na paměti, že pokud budeme do nekonečna produkovat nebezpečné zplodiny do vzduchu, může to mít fatální

důsledky na celý svět. Z ekologického hlediska se stále mluví o globálním oteplování, což sebou nese např. tání ledovců a tím i zvyšování mořských hladin, rozšiřování pouští atd. V konečném důsledku může mít vypouštění CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> za následek to, že lidé se budou snažit soustředit do oblastí, kde jsou příznivější podmínky pro život. Což s sebou samozřejmě nese boje o území, resp. válečné konflikty atd.

### **1.2.1 CO<sub>2</sub> oxid uhličitý - lokální efekt**

Oxid uhličitý, který je považován za jeden z tzv. skleníkových plynů, vzniká hlavně díky činnosti lidí. Oxid uhličitý, který vzniká činností lidí, tvoří až 57 % všech skleníkových plynů, dalších 17 % oxidu uhličitého vzniká činností rostlin. Ke skleníkovým plynům patří dále metan, oxid dusný a F-plyn, tedy fluorované uhlovodíky (epa.gov, 2008).

#### **1.2.1.1 Základní informace**

Oxid uhličitý je přirozenou součástí atmosféry, odkud je odebírán rostlinami, které ho používají při fotosyntéze. V posledních letech však v atmosféře oxid uhličitý přibývá, jednak díky kácení deštných pralesů a také lidé produkují více tohoto plynu. Produkce skleníkových plynů způsobuje to, že se mění klima na naší planetě. Dochází k tomu tak, že skleníkové plyny tvoří v atmosféře vrstvu. Když k Zemi dorazí sluneční záření, vrstva propustí toto záření skrz, planeta se může ohřát, avšak záření odražené od země je už špatně propuštěno zpět do vesmíru. Nejvíce CO<sub>2</sub> lidé vyprodukují spalováním fosilních paliv (uhlí, zemního plynu a ropy) na získání energie tepla a na dopravu (epa.gov, 2014).

#### **1.2.1.2 Nebezpečí pro životní prostředí, vliv na organismus člověka**

Následky změn klimatu, tedy oteplování planety, způsobuje řadu problémů:

- změny v počasí (časté a silnější hurikány, přivalové srážky a na druhou stranu sucha vlny veder),
- zdravotní komplikace u lidí (častější výskyt astma a alergií, teplé počasí přispívá k šíření infekčních onemocnění),
- změny v ekosystémech (vymírání živočišných a rostlinných druhů, např. okyselováním oceánů dochází k umírání korálových útesů nebo táním ledovců mají lední medvědi méně potravy a umírají hlady),

- tání ledovců a zvyšování mořské hladiny (nrdc.org, 2008).

Nejlepší způsob, jak redukovat množství emisí CO<sub>2</sub>, je omezit spalování fosilních paliv. Je několik přístupů, jak toho dosáhnout:

- používání energeticky efektivních zařízení, tedy takových, která pro svůj výkon nespotřebují tolik paliva/ energie,
- šetření energie (např. vypínání elektrických zařízení, když nejsme doma),
- přechod na jiné palivo (používání obnovitelných zdrojů),
- zachycování uhlíku a jeho skladování (epa.gov, 2010).

### 1.2.1.3 Společenská odpovědnost firem (jednotná strategie EU)

Podle stanoviska Evropského hospodářského a sociálního výboru došlo k návrhu nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se mění nařízení (ES) č. 443/2009 za účelem vymezení způsobů, jak dosáhnout cíle snížení emisí CO<sub>2</sub> z nových osobních automobilů do roku 2020 a návrhu nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se mění nařízení (EU) č. 510/2011 za účelem vymezení způsobů, jak dosáhnout cíle snížení emisí CO<sub>2</sub> z nových lehkých užitkových vozidel do roku 2020.

Podle tohoto nařízení by mělo být sníženo množství emisí CO<sub>2</sub> z automobilové dopravy, jež má celkový podíl na tvorbě skleníkových plynů 24 % a z toho 12,5 % tvoří osobní automobily, sníženo o 50 % do roku 2050.

Komise hodlá do roku 2020 dosáhnout následujících cílů:

- průměrné hodnoty 147 g CO<sub>2</sub>/km u lehkých užitkových vozidel,
- průměrné hodnoty 95 g CO<sub>2</sub>/km u nových osobních automobilů.

Pokud by firmy při výrobě svých vozů překročily povolené hodnoty emisí, pokuta by činila 95 EUR za gram emisí CO<sub>2</sub>. Vzhledem k tomu, že se na každém vyrobeném vozu hledají v procesu plánování úspory třeba i několika centů, znamenalo by pro automobilové firmy překročení povolených norem CO<sub>2</sub> značné snížení zisku. (webapi.eesc.europa.eu, 2012). Podrobný přehled emisních norem EU se nachází v tabulce 1.

### **1.3 Finanční podpora pro optimalizaci emisí těžkých nákladních vozů**

Zavedení ekologičtější nebo zcela ekologické nákladní dopravy s sebou nese samozřejmě nemalé vstupní investiční prostředky a náklady. K těm nejdůležitějším patří náklady na vývoj, personál, plánování, řízení, administrativu atd., do investic lze započítat také investice na zavedení nákladních vozů, které produkují velmi nízkou hodnotu emisí nebo je neprodukují vůbec. Pro každou firmu je velmi důležité na tyto projekty získat určité podpůrné peněžní prostředky tak, aby si vše nemusela hradit z vlastních zdrojů. Kromě vlastních zdrojů mohou použít cizí zdroje, tedy financování od bank, věřitelů nebo vklady od akcionářů. Nicméně takto získané prostředky nejsou pro firmu optimální. Jako neoptimálnějším zdrojem těchto projektů se jeví využívání dotací ze státního, evropského rozpočtu, anebo z různých dalších programů. Dotace a programy nevyžadují totiž navrácení poskytnutých financí a umožní tím podnikům výrazný rozvoj.

„Jedním z těchto programů na podporu optimalizace emisí těžkých nákladních vozidel a integrace elektrických vozidel do dopravního systému, je HORIZONT 2020. Tento program vypsál výzvu na téma Ekologická vozidla 2015. Výzva je rozdělena na dvě specifické oblasti, z čehož první část se koncentruje na skutečné snížení emisí a spotřeby těžkých nákladních vozidel. Návrhy žádostí by se měly zaměřovat na způsoby zlepšení optimalizace kontroly pohonných jednotek s přihlédnutím ke specifickým přepravním úkolům. Výsledná technologie by měla přinést optimální celosvětovou spotřebu škodlivých emisí. Počítá se s tím, že každá investiční žádost bude podávána v rozmezí 5 až 7 milionu €. Druhá část tohoto programu je zaměřena tedy na integraci elektrických vozidel do dopravního systému a dopravní sítě. Koordinace musí být přizpůsobena nejen cestujícím v elektromobilech, ale musí také splňovat požadavky pro elektrické autobusy, dodávkové a nákladní automobily, které potřebují vysoce výkonné rychlo dobíjení.“ (dotacni.info, 2014). Program Horizont 2020 podrobně popisuje, co vše musí žadatel o dotaci splnit, aby mu mohla být poskytnuta. Podpora zavedení ekologických vozidel z různých fondů, je pro firmy velmi klíčová, avšak stále nedostačující.

„Alternativou pro program Horizont 2020 je využití domácího programu Technologické agentury České republiky EPSILON. Tento program si klade za cíl:

- zvyšovat podíl kapalných biopaliv jako náhrada fosilních zdrojů,
- zvyšovat podíl elektrické energie pro pohony jako náhrada fosilních zdrojů,
- výhledově zavádět využití vodíku jako zdroje energie pro pohon v dopravě.

Podmínkou financování je spolupráce podniku a výzkumného subjektu. Podpora se pak pohybuje v rozmezí 25 – 100 %“ (proelektrotechniky.cz, 2015).

## **1.4 Nákladní doprava**

Přeprava, ať už čehokoliv, má svou dlouhou historii. Již od starověku, ale i déle, lidé potřebovali vždy něco přepravovat. Příkladem mohou být vojenské potřeby, materiál na stavbu významných paláců, domů, lidský personál atd. Význam nákladní dopravy nabývá v posledních 100 letech na významu a je jedním z klíčových faktorů, který hýbe ekonomikou téměř každého státu světa. Bez možnosti přepravovat zdroje, materiál, výrobky, lidské zdroje atd. by téměř nebylo možné uživit planetu. Dá se tedy konstatovat, že se dnešní silně globální svět bez nákladní dopravy již neobejde. Většinová část jednotlivých typů dopravy potřebuje pro svůj provoz nutně ropu. Nabízí se otázka, co se stane, až zásoby ropy budou zcela vyčerpané. Spousta firem se snaží hledat alternativní zdroje energie pro dopravu, nicméně cesta k plnému vyloučení ropy je ještě velmi daleká.

V současné době je konkurence na trhu velmi neúprosná. Společnosti musí hledat jakoukoliv redukci nákladů, nejen při samotné výrobě, ale právě i při samotné přepravě materiálu, hotových výrobků, personálu. Snaží se tedy kombinovat různé typy dopravy, aby bylo dosaženo minimálních nákladů. Náklady se liší nejen dle typu dopravy, ale i dle toho, co je přepravováno. Optimalizace nákladů není však jedinou prioritou firem, ale také již zmiňované snižování CO<sub>2</sub> a dalších škodlivých zplodin vznikajících při dopravě.

### **1.4.1 Silniční doprava**

„V současné době je silniční doprava považována za nejdůležitější druh pozemní dopravy. Její výkonnost je důležitou podmínkou pro rozvoj moderního hospodářství a také kvalitní mobility obyvatel. Nákladní doprava slouží jako forma přepravy zboží z výchozího místa až na místo určení anebo funkčně navazuje na ostatní více kapacitní druhy dopravy“ (geography.upol.cz, 2008). Kvalitně a v dostatečné míře vybudovaná infrastruktura je jednou z podmínek jak do daného státu nalákat nové investory. Pro ně je silniční doprava mimo jiné klíčovým

rozhodovacím faktorem, aby na daném místě vybudovali svoji výrobní provozovnu. Vybudování silniční infrastruktury má tady velmi významný vliv na ekonomiku daného státu. Umožní snížit nezaměstnanost, zvýšit HDP, bohatství obyvatelstva, zvýšit příjmy státního rozpočtu atd.

Silniční doprava je všeobecně velmi kritizována, a to především z hlediska ekologické zátěže. V posledních letech došlo ke snížení NO<sub>x</sub> u kamionových doprav, a to zavedením již zmíněné kapaliny Adblue (viz kapitola 1.1.1). Výrobci nákladních vozů tvrdí, že pokud nebude v nádrži tato kapalina, nebude možné se s kamionem vůbec rozjet. Nicméně pár přepravních společností se pokusilo vyřadit systém vstřikování Adblue do katalyzátoru. Otázkou tedy je, kolik % z celkového počtu kamiónu skutečně dodržuje toto opatření. Problematika CO<sub>2</sub> je též řešena v rámci euro norem, ale i po zavedení Euro VI. není možné tvrdit, že silniční přeprava bude ekologičtější, než jiné druhy přeprav (viz Tab 1).

„TOP výhody silniční dopravy:

- nejkratší doba dopravy,
- hustá síť silniční infrastruktury,
- flexibilita,
- vysoká bezpečnost zásilek v přepravě, nízká administrativní náročnost“ (dk.upce.cz, 2011, pdf. str. 13).

„TOP nevýhody silniční dopravy:

- vysoká nehodovost,
- malá kapacita,
- vliv vnějších podmínek na plynulost dopravy,
- silná zátěž pro životní prostředí“ (is.vspj.cz, 2012, pdf. str. 19).

### **1.4.2 Železniční doprava**

„19. století je považováno za počátek železnice, během dvou století se značně rozvinula, a to zejména ve vyspělých zemích“ (is.vspj.cz, 2012, pdf. str. 21). Železniční síť je ve světě poměrně hustá, nicméně nedosahuje takového pokrytí jako silniční doprava. Firmy si zpravidla nevystačí pouze se železnicí, ale musí pro přepravu svých výrobků většinou využívat též silniční dopravu, neboť železnice nedokáže zpravidla přepravit vše přesně do místa určení. „Železniční doprava je především vhodná na přepravu velkotonážních zásilek na dlouhé vzdálenosti.

Významným konkurentem tohoto typu dopravy je potrubní doprava, která se využívá pro přepravu surovin“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 5).

„TOP výhody železniční dopravy:

- přepravování velkotonážních zásilek,
- nezávislost na konkrétní intenzitě dopravního provozu na silnicích,
- možnost přepravy nebezpečných nákladů,
- dobrá predikce přepravního času“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 6)
- při velkých vzdálenostech nižší náklady než u kamionové přepravy“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 6),
- větší šetrnost k životnímu prostředí (vypouštění nebezpečných zplodin) ve srovnání s dopravou silniční, neboť umožňuje přepravit větší množství zásilek na jednu jízdu.

„TOP nevýhody železniční dopravy:

- omezená posunovací možnost,
- snížený manévrovací prostor,
- vysoký podíl fixních nákladů, omezená flexibilita“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 6).

### **1.4.3 Vodní doprava**

Rozsáhlost vodní, resp. říční dopravy je možné ovlivňovat v nejnižší míře ze všech druhů dopravy. Jistě nelze vybudovat umělé řeky, z toho důvodu je říční doprava velmi omezená. „Nicméně je možné investovat do splavnosti jednotlivých toků, které však vyžadují vysoké investiční náklady. Konkrétně Česká republika má velké problémy s hustotou vodních cest a musí tedy využívat jiné možnosti dopravy“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 4). Na druhou stranu přeprava nákladů po moři vyžaduje nízké investiční náklady, když si odmyslíme vybudování nových přístavů a nákup velkotonážních lodí. Z ekologického hlediska je vodní doprava také kritizována z důvodu znečištění řek a moří z důvodu častějších nehod námořních lodí. Již několikrát se stalo, že právě z plavidel uniklo několik stovek litrů ropy, pohonných hmot, které měly nedozírné následky nejen na mořskou hladinu, ale i na pobřeží. Na druhou stranu velké trajekty umí převézt velké a těžké množství zásilek. Silniční ani železniční doprava nejsou schopné najednou přepravit takové množství produktů jako právě námořní doprava. „Ekonomické



efekty se při provozování vodní dopravy projevují při přepravě na vzdálenost 300 – 400 km a více. Vodní doprava stále patří k levnějšímu typu přepravy“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 4).

„TOP výhody vodní dopravy:

- přeprava nadměrných těžkých a nadrozměrných zásilek,
- velká kapacita vodních dopravních cest,
- využitelnost pro přepravu na dlouhé vzdálenosti“ (dk.upce.cz, 2011, pdf. str. 16).

„TOP nevýhody vodní dopravy:

- malá rychlost vodní dopravy,
- nízká hustota vodních cest, nezbytné využití silniční nebo železniční sítě pro následné dopravy a překládky v návazných bodech,
- vyšší závislost na meteorologických a hydrologických vlivech“ (dk.upce.cz, 2011, pdf. str. 16).

#### **1.4.4 Letecká doprava**

Ve srovnání se silniční, železniční a vodní dopravou není letecká doprava tolik využívána, pokud se tady zabýváme pouze nákladní dopravou. Důvodem je především vysoká nákladovost. Spousta firem však tento typ dopravy využívá, a to zejména z důvodu překonání velkých vzdáleností za velmi krátkou dobu. Vnitrostátní letecká nákladní doprava se využívá zejména u velkých států, ale jistě ne u těch států velikosti České republiky. Další velkým problémem je neschopnost přepravit náklad až přímo do konečného místa. Neobejde se bez kombinace s ostatními typy doprav. Z hlediska vypouštění škodlivin do vzdušného prostoru není letadlo příliš dobře hodnoceno.

„TOP výhody letecké dopravy:

- rychlost a spolehlivost,
- nízké náklady na balení u přeprav na delší vzdálenosti,
- minimální vlivy počasí“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 3).

„TOP nevýhody letecké dopravy:

- náklady na přepravu,

- při přepravě na krátké vzdálenosti je výhoda rychlosti relativní (silniční doprava je pak rychlejší),
- omezenost zásilek,
- vysoký stupeň variabilních nákladů“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 3).

#### 1.4.5 Potrubní doprava

„Uplatňuje se zejména při přepravě kapalin a plynů, dále různých chemikálií často na velké vzdálenosti. Nejčastěji je potrubím právě přepravována ropa, nejdelším ropovodem světa je ropovod Družba. Potrubní přeprava ropných produktů je levnější než železniční, avšak dražší než lodí (v případě mezikontinentální dopravy pomocí velkokapacitních tankerů).“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 3).  
Potrubní doprava má tedy velmi ohraničené využití a pro drtivou většinu firem je zcela nevyužitelná.

„TOP výhody potrubní dopravy:

- spolehlivost a bezpečnost realizovaných dodávek,
- omezené riziko znečištění,
- nízká hlučnost a prašnost,
- podporuje spolupráci mezi jednotlivými státy,
- minimální vliv počasí na přepravu,
- nízká hladina variabilních nákladů“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 4).

„TOP nevýhody potrubní dopravy:

- vysoké vstupní náklady na realizaci vedení,
- nedostatečné využití potrubí znamená dlouhodobou návratnost,
- využitelné pro omezenou skupinu přepravovaných komodit“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 4).

#### 1.4.6 Kombinovaná doprava

„Kombinovaná doprava představuje kombinované nasazení dvou nebo více dopravních způsobů (nejčastěji silniční, železniční, vodní, letecká doprava) v rámci jediného dopravního řetězce. Jedná se o přepravu materiálu (věcí, zásilek) naloženého v jedné a téže nákladové jednotce (nákladní automobil, přívěs, výměnná nástavba, velký kontejner) při použití několika druhů dopravy tak, že z jednoho druhu dopravy na jiný druh přechází nákladová jednotka jako celek“

(techportal.cz, 2015, pdf. str. 9). Tento typ dopravy umožňuje výrobcům lépe přepravovat v první řadě materiál potřebný k výrobě a pak samotné výrobky ke koncovým zákazníkům efektivnějším způsobem. Výrobci ušetří především čas a náklady spojených s přepravou a v neposlední řadě také CO<sub>2</sub> a další emisní vlivy. Kombinovaná doprava je vhodná zejména na větší vzdálenosti, nikoliv pokud dochází k dopravě pouze v rámci jednoho např. evropského státu.

„TOP výhody kombinované dopravy:

- větší ekologičnost než kdyby se používal jen jeden typ dopravy,
- výrazné zkrácení doby dopravy,
- optimalizace nákladů“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 9).

„TOP nevýhody kombinované dopravy:

- využitelné pro omezenou skupinu přepravovaných komodit“ (techportal.cz, 2015, pdf. str. 9).

#### 1.4.7 Emisní, nákladové porovnání, doba dopravy, pokrytí jednotlivých typů doprav

Cílem této kapitoly je ukázat, jaký typ dopravy se jeví jako nejvýhodnější z pohledu šetrnosti k životnímu prostředí, nákladovosti provozu, doby přepravy a pokrytí.


**Tab. 2 Emisní, nákladové porovnání, doba dopravy, pokrytí jednotlivých typů doprav**

Typ dopravy	Silniční	Železniční	Vodní	Letecká	Potrubi	Kombinovaná
Šetrnost k životnímu prostředí	5.	4.	3.	6.	1.	2.
Nákladovost provozu	5.	2.	3.	6.	1.	4.
Doba přepravy	5.	4.	6.	1.	2.	3.
Pokrytí	2.	3.	4.	5.	6.	1.
<b>Bodové ohodnocení</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Zdroj: vlastní zpracování

### Legenda k Tab. 2

1. - 6. => pořadí šetrnosti k životnímu prostředí:

 1 = nejšetrnější

 6 = nejméně šetrná

1. - 6. => pořadí nákladovosti provozu bez zohlednění investic:

 1 = nejméně nákladová

 6 = nejvíce nákladová

1. - 6. => pořadí doby přepravy:

 1 = nejkratší doba dopravy

 6 = nejdelší doba dopravy

1. - 6. => pokrytí:

 1 = největší pokrytí

 6 = nejmenší pokrytí

Pokud se v tabulce č. 2 sečtou jednotlivá pořadí u jednotlivých typů doprav, dostaneme bodové ohodnocení. Jako nejvýhodnější typ přepravy se jeví potrubní, nicméně její využití je velice omezené a využitelné jen pro určité typy surovin, např. právě pro přepravu ropy. Pro porovnání není již tedy adekvátní. Firmy často využívají kombinovaný typ přepravy a také se potvrdilo, že je skutečně nejvýhodnějším typem přepravy. Nejméně výhodná je naopak doprava letecká (šetrnost k životnímu prostředí, nákladovost provozu a pokrytí vychází nejhůře ze všech porovnávaných typech přeprav).

## 1.5 SWOT analýza

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analýza je nástroj, který pomáhá firmám v hodnocení svých silných a slabých stránek a také k zhodnocení pozice firmy na trhu. Využívá se hodnocení tzv. vnitřního a vnějšího prostředí. K vizualizaci SWOT analýzy se používá matice 2x2, které zobrazuje silné, slabé stránky, příležitosti a hrozby pro firmu (jednotlivé příklady Obr. 11). SWOT analýza se provádí téměř vždy, když se jakýkoliv subjekt rozhodne např. zavést nový výrobek na trh, potřebuje cokoli změnit, co bude mít vliv na vnější okolí, na konkurenci. Bez této analýzy je velmi riskantní začít vůbec něco vyvíjet, plánovat, realizovat. Pokud známe své silné a slabé stránky, z vnějšího okolí příležitosti a hrozby, můžeme daleko lépe předpovědět, co se stane s naším současným opatřením, záměrem v budoucnu a zda ho máme vůbec začít realizovat.

Vnitřním prostředím se rozumí zhodnocení silných a slabých stránek podniku. Tuto součást SWOT analýzy může firma ovlivnit. Firma může využít své silné

stránky k posílení své pozice, poučit se z chyb, zapracovat na svém zdokonalení a eliminovat slabé stránky.

Vnější prostředí je naopak zhodnocení okolí firmy. Tyto faktory firma ovlivnit nemůže, ale může snížit nebo zvýšit jejich vliv na firmu. Může je využít pro svůj rozvoj, vyvarovat se chybám konkurence nebo k sledování trendů v oboru. Rizika by měla brát firma v potaz, neboť mohou znemožnit její rozvoj (ipodnikatel.cz, 2011).

SWOT analýzu je možné využít při obchodním plánování, strategickém plánování, pro hodnocení konkurence, pro obchodní a produktový rozvoj. Nebo se dá také použít jako cvičení při teambuildingových hrách (businessballs.com, 2015).

<p><b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- výhody</li> <li>- schopnosti</li> <li>- zdroje, aktiva, lidé</li> </ul>	<p style="text-align: right;"><b>W</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nedostatek konkurenční síly</li> <li>- finance</li> <li>- vlastní zranitelnost</li> <li>- časový harmonogram</li> <li>- termíny, nátlak</li> <li>- plynulost, robustnost dodavatelského řetězce</li> </ul>
<p><b>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- možnosti</li> <li>- obchodní a produktový vývoj</li> </ul>	<p style="text-align: right;"><b>T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dopad prostředí</li> <li>- poptávka na trhu</li> <li>- překážky</li> </ul>

Zdroj: převzato a upraveno z <http://pestleanalysis.com/swot-analysis-examples/#prettyPhoto>

**Obr. 11 SWOT analýza**

## 2 Vymezení oblasti zkoumané problematiky

Diplomová práce se zabývá oblastí logistiky, konkrétně vnitropodnikovou přepravou materiálu a dílů s cílem navrhnout optimalizaci nákladů a snížení emisí CO<sub>2</sub> u nákladních vozů v závodě ŠKODA AUTO, a. s. v Mladé Boleslavi. V krátkosti je nejprve potřeba tuto známou společnost představit.

Společnost ŠKODA AUTO, a. s. se v současné době řadí mezi největší firmy v České republice. Svou velikost ukazuje nejen pomocí počtu zaměstnanců, ale také množstvím prodaných produktů, několika světovými oceněními a neustále zvyšujícím se prestižím. Může se pyšnit oblíbeností mezi zákazníky, což představuje pro podnik produkující zisk, hlavní prioritu. Díky své strategii je schopna své závody rozšiřovat, modernizovat a v konečném a hlavním důsledku nabízet kvalitnější vozy s nadčasovým designem. Jen tímto způsobem si zajišťuje obstání ve velmi rychle se vyvíjícím světě neúprosné konkurence. Vedení společnosti ŠKODA AUTO, a. s. a vlastně celý koncern Volkswagen klade velký důraz na neustálé zlepšování procesů, snižování nákladů a flexibilitu celé organizace s ohledem na často měnící se tržní podmínky.

K dosažení svých strategií potřebuje samozřejmě velmi kvalifikovanou a zkušenou pracovní sílu. Velkého významu nabývá úzká spolupráce mezi uznávanými vysokými školami, kde se nachází už v počátcích studia plno talentových potenciálních zaměstnanců. Mezi mladými lidmi se tedy jeví jako nejlepší a nejperspektivnější zaměstnavatel. Není ani divu, že každým rokem získává 1. místo v ocenění „Nejlepší zaměstnavatel roku“.

### 2.1 Historie společnosti

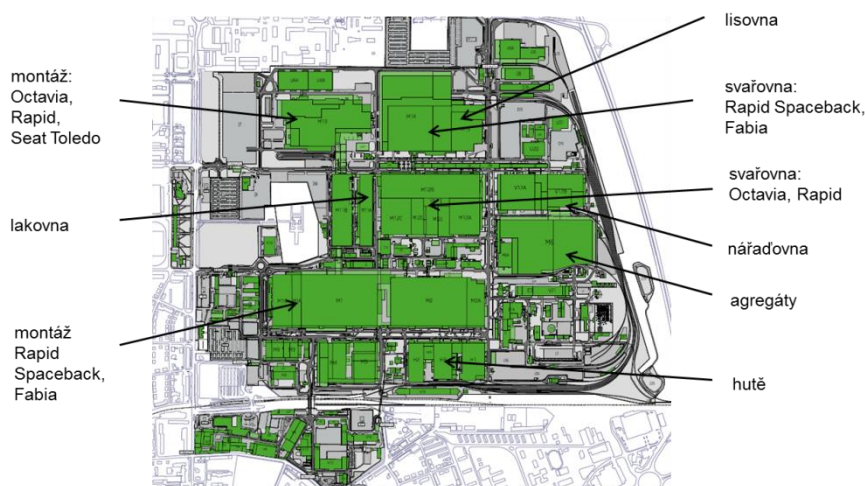
„Historie společnosti ŠKODA AUTO, a. s. sahá do roku 1895, kdy pánové Laurin & Klement založili firmu pod identickým názvem, jako byly jejich jména a vyráběli kola a motocykly. Rok 1905 se označuje jako milníkem zahájení výroby automobilů. Dále v roce 1925 dochází k fúzi s plzeňskou strojírnou Škoda. Od roku 1948 ovládá firmu vláda ČSSR a vozy jsou vyráběny zejména pro blok socialistických republik. Tehdejší zákazníci musí na svůj vysněný automobil čekat i několik let. Automobilový průmysl byl v tehdejším socialistickém Československu během padesáti let velmi decimován. Významný zvrat nastal až v roce 1991, kdy společnost Volkswagen kupuje většinový podíl a ze Škody se stává akciová

společnost a tedy i součást koncernu VW. Od roku 2000 ovládá společnost ŠKODA AUTO, a. s. koncern VW ze 100 %“ (museum.skoda-auto, 2015).

## 2.2 Současnost společnosti

V roce 2010 nastala nová éra pro společnost ŠKODA AUTO, a. s. S příchodem nového představenstva byla vypracována precizní růstová strategie do roku 2018. V současnosti se podnik nachází ve druhé polovině plánu. Polovina úkolů byla splněna. Za uplynulých pět let dokázala firma nabídnout svým zákazníkům dva zcela nové modely Rapid, Rapid Spaceback, omlazena byla Octavie, Fabie, novou tvář dostal Superb a Yeti. V současnosti probíhající mohutné práce na přestavbách linek v závodu Kvasiny, vystavěna byla zcela nová svařovna na výrobu nového vozu Superb, známého pod firemním označením SK48x. Jak již bylo zmíněno v médiích, nedošlo k náběhu pouze nového Superba, ale svého následovníka se dočká také Yeti, ze stejné montážní linky bude sjíždět i Seat.

Tato diplomová práce se však v dalších částech bude zabývat pouze závodem v Mladé Boleslavi, kde se v současné době vyrábí modely Octavia, Rapid, Rapid Spaceback, Fabia, Seat Toledo. V závodu v Mladé Boleslavi jsou zřízeny dvě svařovny, dvě montážní linky, jedna lakovna, zatím jedna lisovna pro všechny vyráběné modely společnosti ŠKODA AUTO, a. s, dále společnost zřídila vlastní nářadovnu a výrobu agregátů (viz Obr. 12). I přesto, že závody ŠKODA AUTO, a. s. jsou velmi modernizované, investují se každým rokem do dalších modernizací a optimalizací vysoké peněžní prostředky.



Zdroj: převzato ze zaměstnaneckého portálu společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 12: Layout závodu ŠKODA AUTO, a. s. - Mladá Boleslav**

### **2.3 Vize budoucnosti**

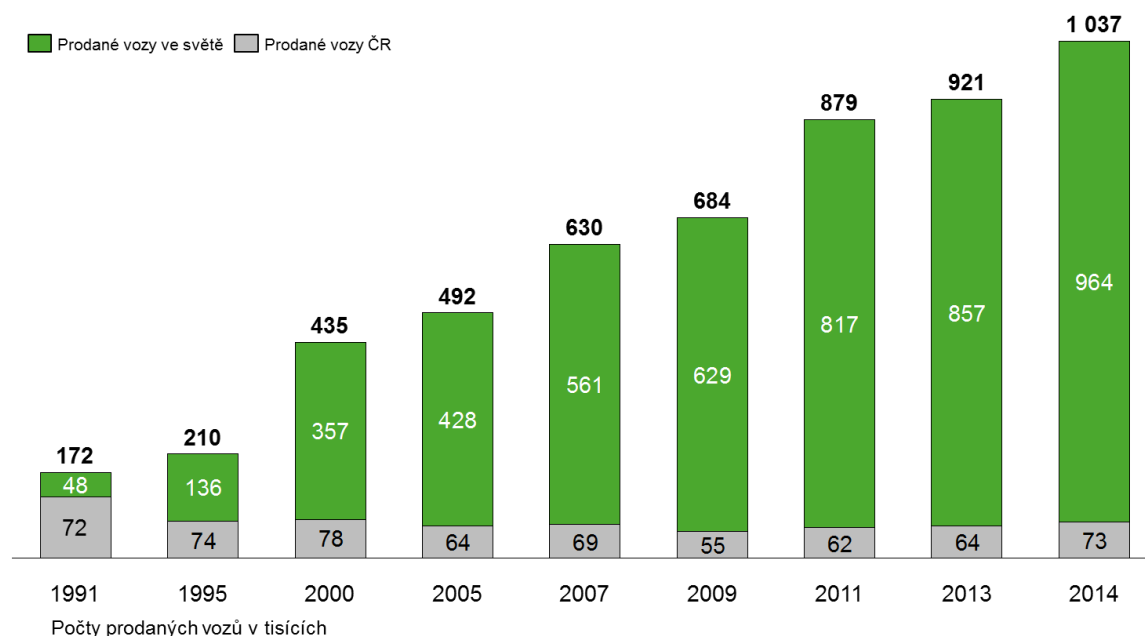
V posledních letech můžeme vidět především v západní Evropě značných nárůst produkce vozidel, označovaných jako A+SUV, např. BMW X5, VW Tuareg, Porsche Cayenne a další. Samozřejmě, že ani ŠKODA AUTO, a. s. nemůže zůstat v tomto trendu v žádném případě pozadu. Dalším cílem bude tedy zaujmout novou skupinu zákazníků. Ve vývojové fázi se zatím nachází další model označovaný sdělovacími prostředky jako „Showman“. Novými atributy vozu se očekává značná úspěšnost.

Růstová strategie v sobě nese významný cíl, a to vyrábět do roku 2018 až 1 500 000 vozů značky ŠKODA AUTO, a. s. každý rok. V roce 2014 poprvé došlo k překročení hranice 1 000 000 vyrobených a prodaných vozů, rok 2013 zaznamenal 920 750 prodaných vozů. I přes velké překážky na poli mezinárodního obchodu je trend prodeje vozů ŠKODA AUTO, a. s. velmi pozitivní.



### 3 Analýza minulého a současného stavu vnitropodnikové přepravy (EDIS, nákladní vozy na dieselový pohon) ve ŠKODA AUTO, a. s.

V roce 1991 dochází k zásadní změně ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s., její podíl kupuje skupina Volkswagen, A. G. Vstup do koncernu umožnil ŠKODĚ AUTO, a. s. opět postupně dobývat trh a stát se opět vážnou a velmi konkurenceschopnou značkou. V devadesátých letech se vyrábělo velmi malé množství vozů oproti současnému stavu, což zobrazuje přehled níže (viz Obr. 13). Existovala tedy pouze jedna výrobní linka svařovny, lakovny, montáže. Navíc prakticky neexistovala komplexita dílů (počet variant dílů). Postupem času musela společnost ŠKODA AUTO, a. s. rozšiřovat svoji nabídku tak, aby uspokojila velké spektrum zákazníků, získala pokud možno velmi významný tržní podíl a obstála ve velmi silné konkurenci.



Zdroj: interní prezentace společnosti ŠKODA AUTO, a. s., (září 2015)

**Obr. 13: Vývoj prodaných vozů společnosti ŠKODA AUTO, a. s. mezi lety 1991 až 2014**

Vzhledem k výrobě pouze jednoho modelu nebylo prakticky nutné transportovat materiál mezi halami, což již neplatí v současnosti. Některé díly, resp. svařence jsou vyráběny pro Fábii na lince Octavie. Samozřejmě, že tyto díly musí být po

opracování transportovány do toku linky svařovny Fabie. Toto byl však jen příklad. Další podkapitoly pojednávají detailněji o vnitropodnikové přepravě, používaných typech nákladních vozů atd.

### **3.1 Vývoj vnitropodnikové přepravy v letech a současný stav**

Vývoj vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. zaznamenal v posledních dvaceti letech významné změny. Od používání nákladních vozů pouze na dieselový agregát se postupně přechází k vozům, které jsou šetrnější k životnímu prostředí a nákladově spořivější.

#### **3.1.1 Přeprava materiálu pomocí nákladních vozů na dieselový pohon**

Do roku 2008 zajišťovali vnitropodnikovou přepravu ve společnosti Škoda pouze „obyčejné“ nákladní vozy na dieselový pohon, které byly velmi nešetrné k životnímu prostředí, ale i nákladově náročné, navíc byly ve vlastnictví firmy ŠKODA AUTO, a. s. což byla velká nevýhoda. Jejich následovníci mezi lety 2008 - 2013 spotřebovávali již méně pohonných hmot, ale stále byli velmi nároční na obsluhu personálem. Při vykládce a nakládce materiálu museli zaměstnanci „odplachtovávat“ a „zaplachtovávat“ nákladní vůz, což bylo samozřejmě velmi neefektivní v přepočtu na spotřebovaný čas. Další nevýhoda byla spatřována v nedostatečné kapacitě nákladních vozů. Vozy nedokázaly na jednu jízdu převézt tolik materiálu jako ty současné (viz Obr. 14).



Do roku 2008



2008 – 2013

Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 14: Vývoj vnitropodnikové přepravy v letech - pohon nákladních vozů na dieselový agregát do roku 2013**

Od roku 2013 vnitropodnikovou přepravou materiálu obsluhuje

Velká výhoda vozů SCANIA je spatřována nejen v ekologičnosti, ale oproti svým předchůdcům jsou schopny přepravit na jednu jízdu větší množství materiálu z toho důvodu, že mají za kabinou nákladový prostor a jeden přívěs. Nicméně hlavní výhoda spočívá v tom, že přívěsy již nemají standardní plachty, ale tzv. hydraulické bočnice. Jejich otevření, či zavření ovládá právě řidič pomocí elektrohydrauliky. Toto opatření má za následek úspory ve spotřebovaném čase. Již není tedy potřeba složitě „odplachtovat“ a následně „zaplachtovat“ náklad. Řidič vozu je tedy za kratší dobu odbaven při převozu materiálu v rámci vnitropodnikové dopravy, což mu umožňuje rychleji převážet potřebné zásoby mezi halami. Některé nákladní vozy, z celkového počtu dvaceti nákladních vozů, jsou stále ještě vybaveny standardními plachtami na svých přívěsech (interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).

„Výhody a přínosy spojené se zavedením nových nákladních vozů na dieselový pohon se systémem tzv. hydraulických bočnic:

- pravidelná obnova vozového parku,
- snížení provozních nákladů a úspora emisí CO<sub>2</sub>,
- elektrohydraulické bočnice,

- zvýšení produktivity práce obsluhy při nakládce a vykládce,
- jednodušší manipulovatelnost při přepravě k nakládce a vykládce“ (interní materiály společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).



Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 15: Současný stav - pohon nákladních vozů na dieselový agregát, zavedení: rok 2013**

### **3.1.1.1 Technické specifikace nákladních vozů (MAN, SCANIA) a druhy přepravovaných dílů**

Konkrétně nákladní vozy SCANIA jsou schopné převézt dle zákonů ČR 12 t/vůz a 12 t/přívěs. Vozidlo si náklad dokáže samo zvážit a i v rámci možností si ho rozložit mezi nápravy díky vzduchovému pérování (interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).

Komplexně řečeno jezdí vozy SCANIA a MAN pro lisovny, svařovny, lakovny, montáže, hutě, kovárnu, motorárnu a CKD Centrum (interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).

### **3.1.1.2 Údržba, servis, opravy (MAN, SCANIA)**

odborné opravy závad a poškození vozů, údržba elektrohydraulicky ovládaných nástaveb na vozidlech, které nezvládá firma ŠKODA AUTO, a. s. sama, zajišťuje na zavolání servis. Pravidelně jsou plánovány údržby plachet na plachtových vozidlech a mazání pístnic.

### **3.1.2 Přeprava materiálu pomocí nákladních vozů na bateriový pohon EDIS**

Poslední nákladní vozy ve vlastnictví firmy ŠKODA AUTO, a. s. byly postupně vyměněny do roku 2013. Již v roce 2011 se spustil pilotní projekt s názvem EDIS (ekologická doprava interní Škoda).

Tahače využívají pro svůj pohon pouze baterie. Zavedením tohoto typu dopravy byl splněn požadavek na snížení vypouštěných emisí při vnitropodnikové přepravě.

„Výhody a přínosy spojené se zavedením EDISů:

- 
- 
- 
- nižší nároky na kvalifikaci řidičů - postačuje řidičské oprávnění skupiny B,
- standardizace dopravních prostředků a požadavků na servis“ (interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).



do roku 2011

Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 16: Vývoj vnitropodnikové přepravy v letech - provoz nákladních vozů na dieselový agregát do roku 2011, resp. do roku 2013**



Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 17: Současný stav - provoz elektrickými tahači a přívěsy, zavedení od roku 2013**

### **3.1.2.1 Technické specifikace nákladních vozů EDIS a druhy přepravovaných dílů**

Nákladní vozy typu EDIS se skládají z elektrického tahače (viz Obr. 19) a jednoho nebo dvou přívěsů. Přívěsy (viz Obr. 18) jsou určeny k přepravě materiálu po komunikacích firmy ŠKODA AUTO, a. s.

K propojení s tažným vozidlem slouží 12V sedmipólová zástrčka. Brzdová soustava se skládá z provozní brzdy (nájezdová ovládací ústrojí pomocí lanovodů a táhel ovládá kolovou brzdu, která působí na kola zadní nápravy), parkovací (mechanická ovládaná pákou, působí na kola zadní nápravy), automatické (propojení pomocí lanka, které aktivuje parkovací brzdu v případě odpojení přívěsu od tažného vozidla). (interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s., 2015).

Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 18: Přívěs v rámci systému EDIS**



Zdroj: interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

*Obr. 19: Tahače v rámci systému EDIS od firmy STILL ČR, spol. s. r. o.*

### **3.1.2.2 Údržba, servis, opravy (EDIS)**

## **3.2 Souhrnný přehled používaných typů přeprav v současnosti**



**Tab. 3 Přehled vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s., rok 2015**

Vnitropodniková přeprava za rok 2015	EURO	Počet vozidel	Ujetá vzdálenost (km/rok)
Elektricky poháněné tahače STILL RO7 EDIS	-		
Nákladní vozidla na dieselový pohon	5		
Traktor *	4		
Traktor *	3		
<b>Nákladní vozidla celkem</b>	<b>-</b>		

\* v dalších výpočtech již nezohledňováno z důvodu nepřevazy dílů

Zdroj: upraveno dle interních podkladů společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

### 3.3 Ekonomické zhodnocení obou typů přeprav

První část této kapitoly se zaměřuje na výpočet spotřebovaných pohonných hmot v případě nákladních vozů (dieselový agregát) a spotřebovanou energii v případě nabíjení baterií systému EDIS za rok 2015. Výpočet zohledňuje celkové roční náklady (viz Tab. 4). Druhá část shrnuje veškeré náklady, tzn. na pohonné hmoty, energii, personál, leasing, odpisy, údržbu, která není hrazená v rámci operativní leasingu (viz Tab. 5).

**Tab. 4 Celkové náklady vnitropodnikové přepravy na pohonné hmoty a energii za rok 2015**

Vnitropodniková přeprava za rok 2015 (náklady na pohonné hmoty a energii)	EURO	Ujetá vzdálenost (motohodiny/rok); (km/rok)	Průměrná spotřeba/100 km	Náklady na spotřebovanou energii celkem Kč => tahače STILL (cena na 1 kWh)	Náklady na pohonné hmoty celkem Kč (Ø cena dieselu)
Náklady na pohonné hmoty a energie celkem za rok 2015	-	-	-		

Zdroj: vypočteno dle interních podkladů společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Tab. 5 Celkové náklady vnitropodnikové přepravy za rok 2015**

Náklady na vnitropodnikovou přepravu za rok 2015		Počet	Náklady celkem v Kč
Náklady na pohonné hmoty a energii	nákladní vozy (MAN, SCANIA)		
	EDIS		
Náklady na operativní leasing	nákladní vozy (MAN, SCANIA)		
	tahače STILL		
Náklady na personál	nákladní vozy (MAN, SCANIA)		
	EDIS		
Odpisy na přívěsy EDIS	-		
Náklady na údržbu, opravy nad rámec operativního leasingu	nákladní vozy (MAN, SCANIA)		
	tahače STILL		
	EDIS		
<b>Náklady celkem</b>			

Zdroj: vypočteno dle interních podkladů společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Tab. 6 Náklady na vnitropodnikovou přepravu v rozdělení nákladních vozů MAN, SCANIA a systém EDIS za rok 2015**

Náklady na vnitropodnikovou přepravu za rok 2015 v Kč	
Nákladní vozy MAN, SCANIA	EDIS

Zdroj: vypočteno dle interních podkladů společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

### 3.4 Vývoj produkce CO<sub>2</sub> v letech u vozů určených k vnitropodnikové přepravě

Hlavní podstata této kapitoly spočívá v tom, že zobrazuje vyprodukované emise CO<sub>2</sub> nákladních vozů používaných ve vnitropodnikové přepravě při zohlednění najetých kilometrů a převezených tun materiálu a surovin potřebných k výrobě vozů ve ŠKODA AUTO, a. s. za rok 2014. Vyhodnocení roku 2015 není zatím k dispozici.

**Tab. 7 Celkové vyprodukované emise v tunách a v gramech/tunokilometr v období mezi lety 2010 - 2014**

Rok	Počet najetých kilometrů (tkm)	Emise celkem (tCO <sub>2</sub> )	Emise (gCO <sub>2</sub> /tkm)
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
<b>Celkem</b>			

Zdroj: Interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Tab. 8 Vyprodukované emise vztažené v kg na vyrobený vůz v období mezi lety 2010 - 2014**

Rok	Celkové emise (tCO <sub>2</sub> )	Vyrobené vozy v daném roce	Emise v kg na vůz	Vývoj emisí na vůz
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				

Zdroj: Interní podklady společnosti ŠKODA AUTO, a. s.



## **4 Analýza možnosti využití elektrických vozíků pro vnitropodnikovou přepravu napojených na externí elektrickou síť a využití nabíjecích stanic**

Tato kapitola analyzuje především výhody a nevýhody nákladních vozů na elektrický pohon, které budou v dalších kapitolách předmětem navrhovaného řešení pro zavedení do vnitropodnikové přepravy ŠKODA AUTO, a. s. Velmi důležitou součástí je také provedení SWOT analýzy pro zavedení nákladních vozů na elektrický pohon.

### **4.1 Výhody a nevýhody nákladních vozů na elektrický pohon z hlediska produktu**

Nákladní vozy na elektrický pohon nejsou v ostrém provozu na světě plně vyzkoušené, ale lze říci, že v reálném provozu jezdí elektrobusy, které můžeme rovnocenně srovnávat s vozy nákladními. Elektrobusy vykazují dobré výsledky a spokojenost uživatelů, nejen tedy cestujících, ale především dopravních podniků. Ačkoliv nevýhod (viz níže) s nasazením nákladních vozů existuje celá řada, spoustu z nich lze velmi jednoduše eliminovat.

Výhody:

- moderní dostupná technologie BEV,
- rozumná akcelerace bez potřeby řazení,
- velmi nízká až neslyšitelná úroveň hluku,
- ekologický provoz,
- vyvážený poměr cena/výkon,
- optimalizovaná cena výměny baterií pomocí superkapacitoru,
- nejnižší nákladovost ze všech druhů nákladních přeprav,
- možnost využití obnovitelných zdrojů energií,
- nákladní vozy v rozmezí 3 – 30 t nosnosti,
- komfortní pracovní prostředí pro řidiče,
- dobrá pořizovací cena,
- možnost využití obnovitelných zdrojů energií.

Nevýhody:

- technologie není v sériovém provozu v praxi ověřena,

- nutnost pravidelného dobíjení,
- omezená dojezdová kapacita,
- nutnost realizace zajišťovacích nabíjecích konceptů,
- nutnost realizace investice na trakční síť,
- rychlé vybíjení superkapacitoru (zálohová baterie nutností),
- dodatečné náklady na údržbu trakční sítě a dobíjecí stanic.

## **4.2 SWOT analýza pro zavedení nákladních vozů na elektrický pohon**

Na základě teoretických východisek uvedených v kapitole 1.5 byla aplikována SWOT analýza do problematiky zavedení elektrické trakční sítě a dobíjecích stanic a tím následné nasazení nákladních vozů na výhradně elektrický pohon ve firmě ŠKODA AUTO, a. s.

V rámci této analýzy byly identifikovány silné a slabé stránky, které vycházejí z vnitřního prostředí firmy a odpovídají novému navrhovanému stavu. Příležitosti a hrozby vycházejí z analýzy „obecného okolí firmy“, které nelze žádným způsobem zásadně ovlivnit prostřednictvím vnitropodnikových činností. Tomuto stavu by se měla firma snažit přizpůsobit a pružně reagovat na změny v tomto prostředí. K vypracování SWOT analýzy bylo použito primárních informací, které byly získány metodou přímého dotazování u odborného konzultanta ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

<p><b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ultra-rychlé nabíjení superkacitoru</li> <li>- životní prostředí - redukce emisí CO<sub>2</sub></li> <li>- úspora nákladů (např. el. energie)</li> <li>- snížení hluku</li> <li>- ulehčení manipulace</li> </ul>	<p style="text-align: right;"><b>W</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- velmi malé zkušenosti s nasazením nákladních vozů využívající pro svůj pohon elektrický agregát</li> <li>- dojezdová kapacita</li> <li>- rychlost nabíjení (pouze klasické zdroje)</li> <li>- životnost klasických baterií</li> <li>- nutnost zajišťovacích konceptů</li> <li>- nutnost vybudování trakční sítě a nabíjecích stanic</li> </ul>
<p><b>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- emisní normy</li> <li>- vývoj nákladní dopravy</li> <li>- zákony, vyhlášky</li> <li>- požadavky zákazníků, konkurence (trh)</li> <li>- vývoj nových technologií</li> <li>- souvislost s obnovitelnými zdroji</li> </ul>	<p style="text-align: right;"><b>T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ceny paliv</li> <li>- ceny elektrické energie</li> <li>- trendy</li> </ul>

Silné stránky vyjmenované ve SWOT analýze jsou zásadní pro zavedení elektrické trakční sítě nebo nabíjecích stanic ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. Za nejdůležitější silné stránky lze považovat především rychlé nabíjení superkapacitoru (kapitola 1.1.3.3), výrazná redukce (prakticky naprosté odbourání) emisí CO<sub>2</sub> a snížení provozních nákladů na tuhé pohonné hmoty na hodnotu nula v porovnání se současným stavem. Další silná stránka není také zanedbatelná, např. hluk elektrických nákladních vozidel při provozu se blíží téměř nulové hodnotě 0.

Za výraznou slabou stránku lze považovat nezkušenost s nasazením nákladních vozidel na elektrický pohon. Nicméně v několika městech nejen v ČR jsou již nasazeny trolejbusy, které můžeme prakticky srovnávat s nákladními vozy. Z tohoto pohledu by se dalo očekávat, že by v tomto ohledu nemusel nastat zásadní problém. Pro účely vnitropodnikové přepravy není dojezdová vzdálenosti zásadní, protože pokud by se nákladní vůz odpojil od trakčního vedení,

znamenaloby to delší dojezd na baterii nebo superkacitor v řádu minimálně 500-1000 m. Životnost klasických baterií by bylo možné eliminovat nasazením superkacitoru, který má životnost 1000x větší než klasické baterie. Podobný pohled je i v případě rychlosti nabíjení, neboť superkacitor se nabije na 100 % během pouhých 30-ti sekund po připojení k trakčnímu vedení.

S nasazením ekologické přepravy jsou spojeny významné příležitosti. Firma splní emisní normy, které stanovila Evropská unie a dá se předpokládat, že v budoucnosti vyjdou nové přísnější normy, které budou na firmách vyžadovat, aby používaly při samotné výrobě a logistice technologie, které budou šetrné k životnímu prostředí. Tímto opatřením by firma ŠKODA AUTO, a. s. investovala i do daleké budoucnosti. Teoretická kapitola 1.1.3.2 uvádí, že některé firmy ve světě testují použití nákladních vozů na elektrický proud v reálném provozu. Právě odstranění vozů na dieselový pohon ve vnitropodnikové přepravě by znamenal významný předstih před konkurencí a tím i získání zákazníků, kteří se nezajímají pouze o to, že si koupili vůz, který uspokojí jejich potřeby, ale také o to, jak hodně ekologickým způsobem byl jejich vůz vyroben. Pro firmu by ekologická nákladní doprava znamenala velký pokrok na cestě, jak být i tzv. zelenou (ekologičtější) firmou.

Hrozba pro firmu je spatřována především v cenách pohonných hmot a elektrické energie. Pokud se začne přecházet z dieselových pohonů na elektrickou energii, může dojít k tomu, že poptávka po ropě začne výrazně klesat a tím i cena dieselu a na druhou stranu se zvýší poptávka po elektrické energii, což může v konečném důsledku způsobit výrazné prodražení. V našem případě vnitropodnikové nákladní dopravy, které by znamenalo i navýšení cen konečných produktů. Eliminace tohoto faktoru je v plném zapojení vlastních elektráren ŠKODA AUTO, a. s.



## **5 Návrhy a doporučení vhodných řešení pro zkoumanou oblast interní přepravy**

Tato kapitola se bude v prvním návrhu zabývat možnostmi vybudování elektrické sítě, nabíjecích stanic ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. a pořízením nákladních vozů, které využívají pro svůj pohon výhradně elektrický proud a budou uzpůsobeny tak, aby se mohly napojit na elektrickou síť a měly v sobě zabudované baterie (superkapacitor + lithiové baterie), které umožní odpojení se od elektrické sítě s tím, že nákladní vůz bude moci bez připojení dojet minimálně 40 km.

Trakční elektrická síť nepočítá s tím, že bude rozvedena v každém místě závodu v Mladé Boleslavi. Z tohoto důvodu je zapotřebí vybudovat zajišťovací koncept, a to v podobě nabíjecích stanic opět jen na několika vytipovaných místech závodu, kde dochází k nakládce, nebo vykládce materiálu. Po odpojení od trakční sítě nebo nabíjecí stanice bude nákladní vůz nejprve čerpat celou energii ze superkapacitoru a poté v případě potřeby z klasické lithiové baterie. Klasické baterie by měly fungovat jako záložní zdroj, neboť jejich dobíjecí cyklus je značně omezen. Superkapacitory mají životnost 1000x větší než baterie, ale na druhou stranu se rychle vybíjí. Navíc superkapacitor je schopný se nabít během 30 vteřin na 100 % kapacity (viz kapitola 1.1.3.3).

Druhá zvažovaná alternativa již nepočítá s trakčním vedením, ale pouze s nabíjecími stanicemi. Oproti první variantě by jich muselo být vybudováno daleko více a na těch místech, kde dochází k vykládce materiálu, nebo převozu dílů mezi jednotlivými halami.

### **5.1 Zkušenosti s nasazením elektrických vozíků (EDIS)**

Ve firmě ŠKODA AUTO, a. s. je aktivně užíváno 12 elektrických vozíků EDIS, které v soupravě táhnou většinou dva nákladní přívěsy.

Z teoretické části víme, že počet nabíjecích cyklů klasických baterií se pohybuje pouze v řádu tisíců cyklů, což umožňuje praxi ověřenou životnost 3 maximálně 5 let. Tento negativní aspekt si přímo vynucuje nutnost realizace takového projektu formou operativního leasingu.

Závěrem lze konstatovat, že závislost na jediném nezávislém kapacitně omezeném zdroji energie je velmi nevhodná. Vždy je vhodnější kombinovat více zdrojů (klasické baterie + superkapacitor v elektrických nákladních vozech a úseky trolejí + nabíjecí stanice v případě této diplomové práce).

## **5.2 Školení obslužného personálu**

Součástí kontraktu dodávek nákladních vozů BEV-Lorry by mělo být i zaškolení na řízení tohoto typu. Dále je zákonem 309/2006 Sb. ČNS 50 110-1 předepsána znalost a zkoušky na elektrická zařízení a jejich obsluhu. „Vzhledem k rychle se měnící legislativě a stále se zvyšujícím požadavkům na bezpečnost práci, a to zejména dle zákoníku práce a právě zmíněné ČNS 50 110-1 byla pro firmu ŠKODA AUTO, a. s. zpracována metodika bezpečné práce na elektrických zařízeních. Dle směrnice firmy ŠKODA AUTO, a. s. je osobou odpovědnou za elektrické zařízení provozovatel, tj. zpravidla vedoucí organizační jednotka. Povinnosti a práva osoby odpovědné za elektrické zařízení mohou být rozděleny mezi více osob.

- 
- 
- 
-

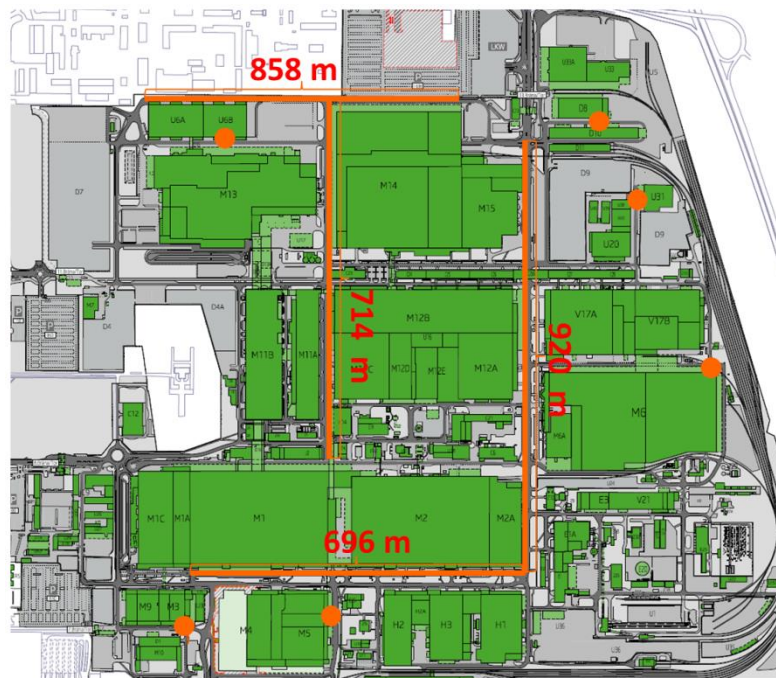
- 
- 
- 
- 

Školení obslužného personálu na elektrické nákladní vozy musí probíhat dle zákona, ČSN a směrnice. Firma ŠKODA AUTO, a. s. by mohla využít na proškolení zaměstnanců externí firmu, která vlastní licenci na provádění školení tohoto typu.

### **5.3 Instalace elektrické sítě a nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a.s.**

#### ***Varianta 1 – elektrické trakční sítě a nabíjecí stanice***

Pro potřeby zajištění vnitropodnikové nákladní přepravy využívající elektrický pohon byly vytipovány trasy v celkové délce 3188 m, na kterých je potřeba vybudovat trakční síť a také 6 nabíjecích stanic (viz Obr. 20). Vzhledem k tomu, že vnitropodniková doprava nemůže být zajišťována pouze jedním zdrojem nabití, ze kterého budou napájeny nákladní vozy, bude zapotřebí vybudovat další zajišťovací koncept, a to nabíjecí stanice (viz Obr. 20). Tyto stanice neslouží pouze jako zajišťovací koncept, ale také jako nástroj k úspoře nákladů. Trakční vedení zajišťuje jen ty nejdůležitější páteřní komunikace. Cílem není zasíťovat kompletně celý závod v Mladé Boleslavi, a to hlavně z nákladových důvodů. I umístění nabíjecích stanic bylo vytipováno dle toho, kde nákladních vozy skládají svůj materiál. Při tomto stání mohou být jejich superkapacitory a lithiové baterie nabíjeny.



Zdroj: převzato a doplněno ze zaměstnaneckého portálu společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 20: Návrh na vybudování elektrické sítě a nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a. s. - Mladá Boleslav**

Legenda:

- trakční síť
- nabíjecí stanice

### **Varianta 2 – pouze nabíjecí stanice**

Tato varianta počítá s návrhem pouze vybudovat 13 elektrických nabíjecích stanic v rámci závodu v Mladé Boleslavi. Jejich umístění bylo vytipováno na základě současného pohybu nákladních vozů v areálu firmy ŠKODA AUTO, a. s. V této úvaze se bralo v potaz, kde nákladní vozy nejčastěji skládají materiál, a tudíž mají i dostatečný čas, aby mohly být dobity jejich superkapacitory a klasické baterie.



Zdroj: převzato a doplněno ze zaměstnaneckého portálu společnosti ŠKODA AUTO, a. s.

**Obr. 21: Návrh na umístění nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a. s. - Mladá Boleslav**

Legenda k Obr. 21:

● nabíjecí stanice

## 5.4 Ekonomické zhodnocení pro firmu ŠKODA AUTO, a. s.

### ***Varianta 1 – elektrické trakční sítě a nabíjecí stanice***

Rozhodujícím faktorem pro zavedení elektrické trakční sítě a nabíjecích stanic jsou investice. Tabulka 9 zobrazuje potřebné investiční prostředky na vybudování elektrické trakční sítě v celkové délce 3188 m (viz Obr. 20). Výpočet jednotlivých položek vycházel z diplomové práce „Perspektivy trolejbusové přepravy v Pardubicích“ z roku 2008. Cena každé položky je povýšená zhruba o 10 % tak, aby celkové investice odpovídaly reálné cenové hladině v roce 2015.

**Tab. 9 Investice potřebné na vybudování elektrické trakční sítě ve ŠKODA AUTO, a. s.**

Položka	Množství	Cena za kus, za metr v Kč	Investice celkem v Kč
Sloupy (betonový základ, povrchová úprava)	162 ks	88000	14 239 238
Závěsy a ukotvení	512 ks	880	450 795
Výložníky	54 ks	19800	1 067 745
Rovinné svorky	206 ks	1100	226 277
Obloukové svorky	305 ks	4400	1 340 324
Ocelová nosná lana	6376 m	55	350 680
Elektromagnetická výhybka	2 ks	275000	550 000
Mechanická výhybka	2 ks	165000	330 000
Úprava křížení trakčního vedení	-	1100000	1 100 000
Odpojovač	5 ks	220000	1 100 000
Trolejový drát (Cu 100 mm <sup>2</sup> )	7129 m	275	1 960 475
Kabelové vedení	3565 m	315	1 121 549
Napájecí bod	10 ks	220000	2 306 972
Revize, výluky		165000	165 000
<b>Mezisoučet</b>		-	<b>26 309 054</b>
Rezerva 20%		-	5 261 811
<b>Investice celkem</b>		-	<b>31 570 865</b>

Zdroj: zpracováno dle diplomové práce: Perspektivy trolejbusové přepravy v Pardubicích

Navrhovaná varianta 1 počítá také se zajišťovacím konceptem, a to s vybudováním osmi nabíjecích stanic (viz Obr. 20 a Obr. 6). Technické řešení ve srovnání s trakčním vedením je o poznání jednodušší. Bohužel náklady však v celkové výši 25 milionů Kč nejsou o poznání nižší, jak by se dalo očekávat.

**Tab. 10 Investice potřebné na vybudování nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a. s.**

Položka	Množství	Přípojka	Cena za kus v Kč	Celkové investice v Kč
Zásuvka, DC vstup	6 ks	600 V DC 300 A	2000000	12 000 000
Rameno s kontakty	6 ks	600 V DC 300 A	700000	4 200 000
Pantograf	6 ks	600 V DC 300 A	800000	4 800 000
<b>Mezisoučet</b>			-	<b>21 000 000</b>
Rezerva 20%			-	4 200 000
<b>Investice celkem</b>			-	<b>25 200 000</b>

Zdroj: zpracováno a upraveno dle <http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie2015.pdf>

Celkové investice na variantu 1 (trakční vedení + nabíjecí stanice) činí tedy po zaokrouhlení 57 milionů Kč (viz Tab. 11). Firma má možnost si tuto částku zahrnout pomocí odpisů do nákladů a snížit si tedy daňový základ. Nicméně celou částku nelze odepsat najednou. Trakční vedení a nabíjecí stanice spadají dle zákona o daních z příjmu, dle části VIII., § 40 – 42 do odpisové skupiny 4. V tomto případě činí doba odepisování 20 let (business.center.cz, 2015). Při výpočtu odpisů v kapitole 5.4.2 se počítá s rovnoměrným odepisováním.

**Tab. 11 Celkové investice na Variantu 1 – elektrické trakční sítě a nabíjecí stanice**

Celkové investice na variantu 1	Investice celkem v Kč
Elektrická trakční síť	31 570 865
Nabíjecí stanice	25 200 000
<b>Investice celkem</b>	<b>56 770 865</b>

Zdroj: vlastní zpracování

### **Variantu 2 – pouze nabíjecí stanice**

Navrhovaná varianta 2 počítá s vybudováním pouze třinácti nabíjecích stanic. V této variantě se neuvažuje o zavedení trakčního vedení. Celkové náklady činí po zaokrouhlení 55 miliónů Kč.

**Tab. 12 Celkové investice na Variantu 2 – pouze nabíjecí stanice**

Položka	Množství	Přípojka	Cena za kus	Celkové investice na variantu 2 v Kč
Zásuvka, DC vstup	13 ks	600 V DC 300 A	2000000	26 000 000
Rameno s kontakty	13 ks		700000	9 100 000
Pantograf	13 ks		800000	10 400 000
<b>Mezisoučet</b>			-	<b>45 500 000</b>
Rezerva 20%			-	9 100 000
<b>Investice celkem</b>			-	<b>54 600 000</b>

Zdroj: zpracováno a upraveno dle <http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie2015.pdf>

### **5.4.1 Financování trakční sítě, nabíjecích stanic a nákladních vozů na elektrický pohon**

Financování trakční sítě a nabíjecích stanic by firma ŠKODA AUTO, a. s. mohla financovat z vlastních zdrojů. Při takové investiční zátěži není potřeba používat bankovní úvěry a vyhledávat věřitele. Velká příležitost se spatřuje ve využití dotací (viz kapitola 1.3). Jakou výši finanční podpory by firma ŠKODA AUTO, a. s. na zavedení ekologické vnitropodnikové dopravy získala, záleží samozřejmě na vypracování projektu a splnění kritérií dotačních programů. Výše finanční podpory nelze odhadnout. Z toho důvodu ve všech výpočtech nelze žádnou fiktivní finanční podporu zohlednit.

Financování nákladních vozů může probíhat jako dosud, a to formou operativního leasingu s pravidelnou obměnou a zajištěním kompletního servisu.

## 5.4.2 Pravidelné roční náklady

Základem pro výpočet nákladů na spotřebovanou elektrickou energii nákladními vozy za rok jsou současné používané EDISy.

Navrhované nákladních vozy by měly mít odhadovaný výkon 90 kW. Náklady na jeden elektrický nákladní vůz dostaneme tedy následovně: 2000 x 90 x 1,2 (přirozená ztráta) x 2 Kč/kWh. Vzhledem k tomu, že elektrické nákladní vozy vychází při výpočtu z EDISů, je potřeba přepočítat náklady na spotřebovanou energii u EDISů tak, aby odpovídaly parametrům nákladních vozů používaných v současnosti ve vnitropodnikové přepravě. Poté se následně provede přepočet nákladů na energii u navrhovaných nákladních vozů. Klíčovými parametry pro přepočet jsou právě ložná plocha, nosnost a rychlost (viz Tab. 13). Podobným způsobem je postupováno i při zjištění potřebného počtu nákladních vozů na elektrický pohon. Zjištění celkového počtu potřebných vozů, které mají nahradit současné nákladní vozy, je základem pro výpočet nákladů na personál, nákladů na operativní leasing, na údržbu a opravy na rámec operativního leasingu. Tyto výpočty se opírají o analýzu současného stav.

**Tab. 13 Přepočet současných nákladů na spotřebovanou energii EDIS v podobě základny nákladní vozů (MAN, SCANIA) a výpočet nákladů na energii na nákladní vozy na elektrický pohon**

	Nákladní vozy (MAN, SCANIA) základna		EDIS			Nákladní vozy na el. pohon	
Náklady na pohonné hmoty nebo energie na 1 nákladní vůz nebo 1 EDIS v Kč						432000	
Náklady na pohonné hmoty celkem v Kč						10368000	
	Parametry	Koeficient	Parametry	Koeficient	Δ ke koeficientu nákladních vozů	Parametry	Δ ke koeficientu nákladních vozů
Ložná plocha (m <sup>2</sup> )						52 m <sup>2</sup>	1
Nosnost						30 t	1
Ø rychlost						35 km/h	-0,16
<b>Přepočet nákladů na pohonné hmoty a energie na 1 vůz v Kč</b>						<b>430 898</b>	
<b>Přepočet nákladů na energii a pohonné hmoty celkem v Kč</b>						<b>10 341 562</b>	

Zdroj: vlastní zpracování



Přepočítané náklady na energii u systémů EDIS (viz Tab. 13) jsou zohledňovány v dalších tabulkách, které srovnávají současný stav se stavem navrhovaným, a to z důvodu lepší vypovídací schopnosti.

**Tab. 14 Každoroční náklady na variantu 1 (trakční sítě + nabíjecí stanice) a variantu 2 (pouze nabíjecí stanice)**

Každoroční náklady vnitropodnikové přepravy - navrhovaný stav		Počet - elektrické nákladní vozy	Náklady celkem v Kč - Varianta 1	Náklady celkem v Kč - Varianta 2
Náklady na energii	elektrické nákladní vozy	24 vozů	11 065 471 *	10 341 562
Náklady na operativní leasing	elektrické nákladní vozy	24 vozů	12 132 000	12 132 000
Náklady na personál	elektrické nákladní vozy	50 zaměstnanců/den	27 216 000	27 216 000
Investiční odpisy	trakční vedení nabíjecí stanice	20 let	2 923 700	2 811 900
Náklady na údržbu, opravy nad rámec operativního leasingu	elektrické nákladní vozy	24 vozů	1 560 000	1 560 000
Údržba trakčního vedení - hrubý odhad			1 500 000	800 000
<b>Náklady celkem</b>			<b>56 397 171</b>	<b>54 861 462</b>

\* připočtena odhadovaná ztráta trakčního vedení vysokého napětí dle odhadu ve výši 7%

Zdroj: vlastní zpracování

Celkové náklady na navrhovanou variantu 1 za jeden rok činí 56,40 milionů Kč a na variantu 2: 54,86 milionů Kč.

### 5.4.3 Doba splácení, rentabilita investic

Pro nasazení jedné ze dvou variant je nutné zjištění, zda investice přinese ziskovost a za jakou dobu bude splacena. Pro posouzení ekonomické efektivity se používají zejména dva ukazatele (2) a (3):

Doba splácení investic (DS) = celkové investice / výnosy z investice (2)

Rentabilita investice (ROI) = úspora nákladů / celkové investice (3)

„Doba splácení (2) je období, za které proud výnosů přinese hodnotu, která se rovná původním nákladům na investici. Čím kratší je doba splácení, tím je investice výhodnější“ (dk.upce.cz, Šmirausová, diplomová práce: Perspektivy trolejbusové dopravy v Pardubicích, 2008). Ve výpočtu dob splácení v obou variantách budou zvažovány konstantní výnosy v každém roce a vzorec je upraven pro potřeby vyhodnocení variant.

„Ukazatel návratnosti, rentability investice (3) je odvozen od všeobecně používaných ukazatelů výnosnosti kapitálu, nepřihlíží však k rozložení zisku v čase. Tento ukazatel bude tedy zobrazovat, jaká výše úspor na nákladech připadá na každou investovanou 1 Kč nákladů“ (dk.upce.cz, Šmirausová, diplomová práce: Perspektivy trolejbusové dopravy v Pardubicích, 2008).

### ***Vyhodnocení varianty 1 – elektrické trakční sítě a nabíjecí stanice***

$$\text{Doba splácení investic} = \text{ } = 3,78 \text{ let} \quad (4)$$

Doba splácení investice u varianty 1 činí 3,78 let. Tento výsledek je velmi pozitivní.

$$\text{Návratnost investice (ROI)} = \text{ } = 0,264 \quad (5)$$

Tento výsledek znamená, že každá investovaná koruna přináší firmě výnos (resp. úsporu) 26,4 %. I zde bychom mohli hodnotit velmi kladně.

### ***Vyhodnocení varianty 2 – pouze nabíjecí stanice***

$$\text{Doba splácení investic} = \text{ } = 3,30 \text{ let} \quad (6)$$

Doba splácení investice u varianty 1 činí 3,30 let. I Tento výsledek je pro firmu velmi pozitivní.

$$\text{Návratnost investice (ROI)} = \text{ } = 0,303 \quad (7)$$

Tento výsledek znamená, že každá investovaná koruna přináší firmě výnos (resp. úsporu) 30,3 %. I zda bychom mohli hodnotit velmi kladně.

V souhrnu lze konstatovat, že po ekonomické stránce se firmě vyplatí investovat, jak do varianty 1, tak do varianty 2. Výsledky jsou si velmi podobné.

Výsledky by mohly být ještě potenciálně vylepšeny u obou variant, kdyby se snížily náklady na energii, kterou spotřebují elektrické nákladní vozy. Vypočtené náklady zohledňují neustálé napojení na trakční síť a tím tedy spotřebu elektrické energie, ale jak je zmíněno výše, navrhovaný koncept počítá s tím, že nákladní vozy na elektrický pohon dokáží ujet bez připojení k trakčnímu vedení určitou vzdálenost. Pro účely této diplomové práce je počítáno však se 100 % připojení k síti, a to z toho důvodu, že při návrhu variant nelze určit, kolik z celkových najetých motohodin by byly nákladní vozy odpojeny od elektrické energie a využívaly by zdroj energie ze superkacitoru a klasických baterií.

## 5.5 Ekologická zátěž (CO<sub>2</sub>)

Po případném zavedení nákladních vozů na elektrický pohon do firmy ŠKODA AUTO, a. s. pro účely vnitropodnikové přepravy materiálu by došlo k náhradě všech stávajících nákladních vozů na dieselový agregát a EDISů. Tímto opatřením by došlo k úspoře emisí CO<sub>2</sub> zhruba o 96%, ale pouze v souvislosti s vnitropodnikovou přepravou, kterou zajišťuje společnost ŠKODA AUTO, a. s. Zbývá 4 % emisí CO<sub>2</sub> by produkovaly externí nákladní vozy na dieselový pohon. Využívaly by se v případě poruchy trakčního vedení nebo nabíjecích stanic. Pokud bychom porovnávali pouze současný systém EDIS s navrhovaným řešením dospěli bychom k tomu, že nešetříme žádná emise CO<sub>2</sub>. Nicméně je potřeba dívat na vnitropodnikovou přepravu jako celek a ve vyhodnocení vždy zahrnovat také nákladní vozy na dieselový pohon.

Jak je známo, tak pohony na elektrický proud neprodukují žádné emise, pokud se přihlíží pouze k provozu. Nicméně je potřeba dívat se také na to, z jakých zdrojů se elektrický proud získává. Provedení analýzy ekologičnosti získávání jednotlivých zdrojů je námětem pro další návaznou diplomovou práci.

## 5.6 Doporučení vhodných řešení pro firmu ŠKODA AUTO, a. s.

Pro firmu ŠKODA AUTO, a. s. je nejvýhodnějším řešením navrhovaná varianta 1, ačkoliv je dražším řešením, než v případě zavedení varianty 2. Pokud by byla zavedena pouze varianta 2, tedy nabíjecí stanice, neexistoval by prakticky žádný nouzový koncept v případě, že by některé sousedící stanice najednou přestaly z nějakého důvodu fungovat. Varianta 1 v sobě obsahuje právě i zmíněný nouzový koncept. Umožňuje využívat trakční vedení i nabíjecí stanice zároveň. V případě výpadku jednoho zařízení (např. trakčního), mohou nákladní vozy využívat právě nabíjecích stanic.

Veškerá navrhovaná řešení v této práci jsou odhadované potřeby vycházející z analýzy současného stavu. V době případného zavedení by firma musela provést přesnější šetření, např. kolik nabíjecích stanic bude skutečně potřeba, jak dlouhé a kde všude má vést trakční vedení.

Samozřejmě, že elektrické nákladní vozy nejsou jen jedno řešení pro vnitropodnikovou přepravu (viz kapitola 6.2). Jistě by bylo potřeba analyzovat další možnosti alternativních pohonů s cílem minimální ekologické zátěže a minimálních nákladů.

## 6 Porovnání navrhovaného řešení se současným stavem

Z kapitoly 5.4.3 je patrné, že ekonomické ukazatele (doba splácení a rentabilita investice) vycházejí velmi pozitivně, z toho lze tedy usuzovat, že navrhované varianty oproti současnému stavu vycházejí lépe nákladově, ale i ekologicky.

### 6.1 Ekonomické a ekologické vyhodnocení

Navrhovaná varianta 1 spoří ve srovnání se současným stavem v procentuálním vyjádření 21,03 % a 2. varianta 23,18% za rok (viz Tab. 15). Úspora je tvořena především v redukci potřebných vozidel na vnitropodnikovou přepravu. Místo současných by bylo potřeba „pouze“ 24 nákladních vozů na elektrický pohon. Tato redukce vozidel s sebou nese redukci nákladů na personál, operativní leasing, údržbu, opravy nad rámec operativního leasingu a v případě Naopak náklady navyšují investiční odpisy na trakční vedení, nabíjecí stanice a jejich údržba. Náklady z velké části navyšuje spotřebovaná energie (viz kapitola 5.4.2).

Z ekologického hlediska by se dalo tvrdit, že emise CO<sub>2</sub> při nasazení nákladních vozů na elektrický pohon jsou rovny hodnotě 0, úspora však činí přibližně 96 % (podrobněji viz kapitola 5.5).

**Tab. 15 Porovnání současného stavu nákladovosti vnitropodnikové dopravy s navrhovaným stavem za 1 rok**

Každoroční náklady vnitropodnikové přepravy - současný/navrhovaný stav	Náklady v Kč - současný stav		Náklady celkem v Kč - Varianta 1	Δ k současnému stavu	Náklady celkem v Kč - Varianta 2	Δ k současnému stavu
Náklady na pohonné hmoty a energii/náklady na energii		el. nákladní vozy	24 vozů			
Náklady na energii k systémům EDIS - přírůžka/-		-				
Náklady na operativní leasing současný/navrhovaný stav		el. nákladní vozy	24 vozů			
Náklady na personál současný/navrhovaný stav		el. nákladní vozy	50 zaměstnanců/den			
Odpisy na přívěs EDIS		-				
Investiční odpisy		trakční vedení nabíjecí stanice	20 let			
Náklady na údržbu, opravy nad rámec operativního leasingu současný/navrhovaný stav		el. nákladní vozy	24 vozů			
Údržba trakčního vedení - hrubý odhad						
<b>Náklady celkem</b>						
<b>% vyjádření nákladů</b>	<b>100%</b>		<b>78,97%</b>	<b>-21,03%</b>	<b>76,82%</b>	<b>-23,18%</b>

Zdroj: vlastní zpracování

## 6.2 Příklady dalších možností využití pro Green přepravu

V současném světě se stále hovoří o alternativních zdrojích energie a nahrazení fosilních paliv. Navrhovaný stav v této diplomové práci, tedy zavedení nákladních vozů na elektrický pohon, je jednou z možností jak dosáhnout udržitelné rozvoje v rámci Green logistiky ve ŠKODA AUTO, a. s. Není však jen jednou z možností, jak se stát v tomto ohledu ekologičtější firmou. Velkého významu nabývá také zavedení nákladních vozů na CNG, což je ve firmě ŠKODA AUTO, a. s. velmi reálné řešení, už z toho důvodu, že přímo v areálu byla před dvěma lety zřízena čerpací stanice na CNG.

Další možnost využití alternativní energie spočívá v solárních článkách umístěných přímo na nákladních vozech. Tyto články by však nemohly zcela nahradit dieselové motory z důvodu nestabilitnosti celoročního slunečního záření. Dalším uvažovaným zdrojem energie pro nákladní vozy by mohl být ve formě vodíku, o kterém se hovoří již několik let. Nicméně toto řešení nebylo aplikováno v osobním automobilu, natož v nákladním.

Každé navrhované řešení v této kapitole musí být investičně, nákladově i ekologicky dobře propočítáno, což by mohlo být námětem i na další diplomovou práci a porovnáno se současným a navrhovaným stavem v této diplomové práci.

## Závěr

Podstata diplomové práce spočívala v nalezení návrhu řešení pro optimalizaci vnitropodnikové nákladní přepravy se zřetelem na úsporu nákladů a emisí CO<sub>2</sub>.

První kapitola se zabývá především trendy elektrifikace nákladní přepravy, které se používají, resp. testují ve světě a také v České republice. Neméně zajímavá teoretická část ukazuje, co vše mohou způsobit emise, které produkují nákladní vozy, našemu organismu a také jak se Evropská unie staví k této problematice. Co je však podstatnou informací v teoretické části pro firmy, které využívají pro vnitropodnikovou přepravu nákladní vozy na dieselový agregát. Je fakt, že pokud chtějí být ekologičtější, mohou žádat o dotace z několika fondů na své plánované projekty, které přinesou snížení produkovaných emisí CO<sub>2</sub>.

Druhá kapitola mapuje celkově firmu ŠKODA AUTO, a. s., především historický vývoj, současných stav a výhled do budoucnosti.

Třetí kapitola je zaměřována již na celou podstatu diplomové práce, a to vnitropodnikovou přepravu materiálu ve ŠKODA AUTO, a. s. Analyzuje, jak historický vývoj, tak současný stav a opět s cílem vyčíslení nákladů na vnitropodnikovou přepravu a vyprodukovaných emisí za 1 rok.

Čtvrtá kapitola se již začíná zabývat analýzou možností využití elektrických vozíků pro vnitropodnikovou přepravu pomocí SWOT analýzy, která vychází velmi pozitivně a spíše doporučuje zavést nákladní vozy na elektrický pohon. Dále jsou mapovány výhody a nevýhody elektrických vozíků, z čehož vyplývá, že výhody převažují a nevýhody lze eliminovat.

Pátá kapitola přináší návrh dvou variant na zavedení nákladově a ekologicky optimálnější vnitropodnikové přepravy v závodu v Mladé Boleslavi. První varianta počítá s tím, že by mohlo být instalováno trakční vedení a jako nouzový koncept šest nabíjecích stanice. Druhá varianta uvažuje pouze se zavedením třinácti nabíjecích stanic. K těmto zařízením jsou potřeba nákladních vozy využívající elektrický pohon pro svůj provoz se zabudovanými tzv. superkacitory a klasický bateriemi s možností dojezdu minimálně 40 km po odpojení z elektrické trakční sítě nebo nabíjecí stanice. Ekonomicky byla vyhodnocena obě navrhovaná řešení, a to následovně: investice na zavedení varianty 1 (trakční vedení + nabíjecí stanice) činí 56,77 miliónů Kč, roční náklady poté 56,40 miliónu Kč a varianty 2 činí investice 54,60 miliónů korun a roční náklady 54,86 miliónů Kč.

V ročních nákladech jsou započítány náklady na energii, operativní leasing, personál, údržbu nákladních vozů, údržbu trakčního vedení a investiční odpisy.

Z ekonomického pohledu vychází obě varianty velmi pozitivně, doba splacení investice se pohybuje v rozmezí 3 - 4 roky a rentabilita investic dosahuje 26 - 30 %. Pro společnost ŠKODA AUTO, a. s. by byly navrhované varianty přijatelné a realizovatelné, preferována by však byla varianta 1 z důvodu uvažovaného nouzového konceptu.

Z ekologického pohledu lze říci, že navrhované varianty dokážou snížit emise CO<sub>2</sub> vnitropodnikové přepravy o 96%. Zbývá 4% emisí CO<sub>2</sub> by produkovaly externí nákladní vozy na dieselový pohon. Využívaly by se v případě poruchy trakčního vedení nebo nabíjecích stanic. Ve vyhodnocení se však bere v úvahu pouze vnitropodniková nákladní přeprava obsluhovaná zaměstnanci ŠKODA AUTO, a. s., nikoliv další doprava, kterou zajišťují externí dodavatelé (myšleno dovážené díly z vnějšího okolí firmy). Dále se zde nezohledňuje, z jakého zdroje je elektrický proud získáván, což by mohlo být námětem na dalších diplomovou práci.

V poslední části páté kapitoly je doporučováno zavedení elektrické trakční sítě, nabíjecích stanic a pořízení nákladních vozů na elektrický pohon pro účely vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. Zároveň je však navrhováno provést analýzu a tudíž využití dalších alternativních zdrojů pro účely vnitropodnikové přepravy, což by mohlo být také námětem na další diplomovou práci.

V poslední šesté kapitole je srovnáván současný stav se stavem navrhovaným z nákladového hlediska. Je patrné, že 1. varianta spoří v nákladech ročně 21,03 % a 2. varianta 23,18% oproti současnému stavu vnitropodnikové logistiky. Což je opět velmi dobrý výsledek.

Dále bych doporučil analyzovat dobíjecí a řídicí síti jako samostatné téma na další práci tohoto typu, neboť rozsáhlost tématu překračuje zadání a možnosti mé vlastní práce.

## Seznam literatury

SAJDL, J.: *AdBlue*. AUTOLEXICON.cz [online]. 07. listopadu 2011 [cit. 20. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.autolexicon.net/cs/articles/adblue/>>

*Emissionsgesetzgebung für schwere Nutzfahrzeuge*. AUTO-UMWELT.at [online]. [cit. 16. 09. 2015]. Dostupné z URL: <[http://www.auto-umwelt.at/\\_gesetz/gesvs\\_abg.htm](http://www.auto-umwelt.at/_gesetz/gesvs_abg.htm)>

*Nákladní elektromobily Newton jezdí 2 roky ve Velké Británii*. AUTO.cz [online]. 13. května 2010 [cit. 23. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.auto.cz/nakladni-elektromobily-newton-jezdi-2-roky-velke-britanii-22866>>

HERTL, J.: *Nákladní trolejbusy v Jihoafrické republice*. SPVD.cz [online]. 07. listopadu 2011 [cit. 16. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.spvd.cz/index.php/template1/trolejbusy/nakladni-trolejbusy-v-jar>>

*Elektrische Zugmaschine als Zukunftsmodell*. SALZBURG.com [online]. 09. dubna 2013 [cit. 16. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.salzburg.com/nachrichten/lifestyle/auto-motor/sn/artikel/elektrische-zugmaschine-als-zukunftsmodell-55131/>>

STEPANEK, M.: *Freie fährt für Elektro-LkW*. KURIER.at [online]. 21. ledna 2013 [cit. 28. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://kurier.at/lebensart/technik/freie-fahrt-fuer-elektro-lkw/2.725.601>>

SOLON, O.: *Siemens powers trucks like trams with overhead*. WIRED.co.uk [online]. 11. srpna 2014 [cit. 02. 11. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-08/11/siemens-ehighway-tests>>

KUNZ, V.: *Společenská odpovědnost firem*. 1. vyd. Praha: Grada publishing, a. s., 2012 [cit. 02. 12. 2015]. 208 s. ISBN 978-80-3983-0.

Slavík, J.: *E-mobilita*. PROELEKTROTECHNIKY.cz [online]. 2015 [cit. 20. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie2015.pdf>>

Černý, M.: *Superkondenzátory místo akumulátorů*. ROBODOUPE.cz [online]. 22. dubna 2015 [21. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://robodoupe.cz/2015/superkondenzatory-misto-akumulatoru-2/>>

*Global Greenhouse Gas Emissions Data*. EPA.GOV [online]. 2008 [22. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>>

*Cuses of Climate Change*. EPA.GOV [online]. 2014 [22. 09. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www3.epa.gov/climatechange/science/causes.html>>



*The Consequences of Global Warming*. NRDC.ORG [online]. 2008 [16. 09. 2015]. Dostupné z URL: < <http://www.nrdc.org/globalwarming/fcons.asp>>

*Overview of Greenhouse Gases*. EPA.GOV [online]. 2010 [16. 09. 2015]. Dostupné z URL: < <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>>

NILSSON, S.: *Emise CO<sub>2</sub> – osobní automobily a užitková vozidla*. EUROPA.EU [online]. 12. prosince 2012 [16. 09. 2015]. Dostupné z URL: < [https://webapi.eesc.europa.eu/documentsanonymous/ces2015-2012\\_00\\_00\\_tra\\_ac\\_cs.doc.>](https://webapi.eesc.europa.eu/documentsanonymous/ces2015-2012_00_00_tra_ac_cs.doc.>)

ČEPELÍKOVÁ, K.: *Ekologická vozidla 2015 v programu HORIZONT 2020*. DOTACNI.INFO [online]. 14. ledna 2014 [cit. 16. 11. 2015]. Dostupné z URL: < <http://www.dotacni.info/ekologicka-vozidla-2015-v-programu-horizont-2020/>>

*Silniční doprava*. GEOGRAPHY.UPOL.CZ [online]. 2008 [cit 02. 10. 2015]. Dostupné z URL: < [http://geography.upol.cz/soubory/lide/hercik/GEDP/Prednasky/silnicni\\_doprava.pdf](http://geography.upol.cz/soubory/lide/hercik/GEDP/Prednasky/silnicni_doprava.pdf)>

FIALA, P.: *Analýza možností zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy ve srovnání s jinými druhy dopravy v prostředí ČR*. DK.UPCE.CZ [online]. 2011 [cit 02. 10. 2015]. Dostupné z URL: < [https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/42459/FialaP\\_AnalyzaMoznosti\\_JM\\_2011.pdf;jsessionid=34C40AB32AAEE3BD15DAE42099BD2664?sequence=3](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/42459/FialaP_AnalyzaMoznosti_JM_2011.pdf;jsessionid=34C40AB32AAEE3BD15DAE42099BD2664?sequence=3)>

VRBOVSKÁ, A.: *Porovnání jednotlivých druhů dopravy z hlediska využití v cestovním ruchu*. IS.VSPJ.CZ [online]. 2012 [cit 02. 10. 2015]. Dostupné z URL: < <https://is.vspj.cz/bp/get-bp/student/28591/thema/2138>>

BESTA, P.: *Porovnání jednotlivých druhů dopravy*. TECHNOPORTAL.CZ [online]. [cit 02. 10. 2015]. Dostupné z URL: <[http://www.techportal.cz/download/e-noviny/enlog/porovnani\\_jednotlivych\\_druhu\\_dopravy.pdf](http://www.techportal.cz/download/e-noviny/enlog/porovnani_jednotlivych_druhu_dopravy.pdf)>

*SWOT analýza odhalí pravdivou tvář vaší firmy a pomůže vám nahlédnout do budoucnosti*. IPODNIKATEL.CZ [online]. 26. října 2011 [09. 12. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.ipodnikatel.cz/Marketing/swot-analyza-odhali-pravdivou-tvar-vasi-firmy-a-pomuze-vam-nahlednout-do-budoucnosti.html>>

*SWOT analysis method and examples, with free SWOT*. BUSINESSBALLS.COM [online]. 2015 [09. 12. 2015]. Dostupné z URL: < <http://www.businessballs.com/swotanalysisfreetemplate.htm>>

*SWOT Analysis Examples for Every Business Situation*. PESTLEANALYSIS.COM [online]. 30. prosince 2013 [09. 12. 2015]. Dostupné z URL: < <http://pestleanalysis.com/swot-analysis-examples/#prettyPhoto>>

ŠKODA AUTO, a. s. zaměstnanecký portál: *Historie firmy*. 25. zaří 2012 [cit. 18. 9. 2015]. Dostupný z URL:< <http://museum.skoda-auto.cz/Documents/cs/sk-SKODA-AUTO-History.pdf> >

ŠKODA AUTO, a. s. zaměstnanecký portál: *Prezentace společnosti*. 09. zaří 2015 [18. 9. 2015]. Dostupný z URL:< <https://eportal.skoda.vwg>>

ŠKODA AUTO, a. s. zaměstnanecký portál: *Metodika bezpečné práce na el. zařízeních ve firmě ŠKODA AUTO a. s.* 23. duben 2007 [07. 12. 2015]. Dostupný z URL:<<https://eportal.skoda.vwg>>

ŠMIRAUŠOVÁ, Š.: *Perspektivy trolejbusové dopravy v Pardubicích*. DK.UPCE.CZ [online]. 17. dubna 2008 [cit 16. 12. 2015]. Dostupné z URL: <[https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/30382/SmirausovaS\\_Perspektivy%20trolejbusove\\_RS\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/30382/SmirausovaS_Perspektivy%20trolejbusove_RS_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>

*Zákon o daních z příjmů*. BUSINESS.CENTER.CZ [online]. 2015 [20. 12. 2015]. Dostupné z URL: <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/prilos4.aspx>>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Nákladní elektromobil firmy Newton .....	15
Obr. 2 Nákladní vozy používané v povrchových dolech v JAR.....	16
Obr. 3 Nákladní hybridní vůz (diesellový motor + elektromotor) využívající energii z trakčního vedení .....	17
Obr. 4 Testovaný nákladní vůz v Kalifornii využívající hybridní pohon a inteligentní sběrač proudu .....	18
Obr. 5 Autobusy se superkacitory - Šanghaj, Čína.....	20
Obr. 6 Dobíjecí konzole pantografového typu .....	21
Obr. 7 Proces nabíjení a vybíjení klasických zdrojů (baterie) a superkapacitoru nainstalovaných v nákladních vozech .....	22
Obr. 8 Proces nabíjení a vybíjení klasických zdrojů (baterie) a superkapacitor ...	23
Obr. 9 Kapacita klasických baterií a superkapacitoru v závislosti na počtu nabíjecích cyklů .....	23
Obr. 10 Nákladovost trakčního paliva/energie na km u autobusu .....	24
Obr. 11 SWOT analýza .....	36
Obr. 12 Layout závodu ŠKODA AUTO, a. s. - Mladá Boleslav.....	38
Obr. 13 Vývoj prodaných vozů společnosti ŠKODA AUTO, a. s. mezi lety 1991 a 2013 .....	40
Obr. 14 Vývoj vnitropodnikové přepravy v letech - pohon nákladních vozů na diesellový agregát do roku 2013 .....	42
Obr. 15 Současný stav - pohon nákladních vozů na diesellový agregát - zavedení: rok 2013.....	43
Obr. 16 Vývoj vnitropodnikové přepravy v letech - provoz nákladních vozů na diesellový agregát do roku 2011, resp. do roku 2013 .....	45
Obr. 17 Současný stav - provoz elektrickými tahači a přívěsy, zavedení od roku 2013.....	45
Obr. 18 Přívěs v rámci systému EDIS od firmy LIPRACO, a. s.....	46
Obr. 19 Tahače v rámci systému EDIS od firmy STILL ČR, spol. s. r. o .....	47
Obr. 20 Návrh na vybudování elektrické sítě a nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO a. s. - Mladá Boleslav .....	59
Obr. 21 Návrh na umístění nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO a. s. - Mladá Boleslav .....	60

## Seznam tabulek

Tab. 1	Emisní normy EU pro těžké nákladní vozy v letech 1992 - 2013 .....	12
Tab. 2	Emisní, nákladové porovnání, doba dopravy, pokrytí jednotlivých typů doprov .....	34
Tab. 3	Přehled vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s., rok 2015 .....	48
Tab. 4	Celkové náklady vnitropodnikové přepravy na pohonné hmoty a energii za rok 2015.....	48
Tab. 5	Celkové náklady vnitropodnikové přepravy za rok 2015 .....	49
Tab. 6	Náklady na vnitropodnikovou přepravu v rozdělení nákladních vozů MAN, SCANIA a systém EDIS za rok 2015.....	49
Tab. 7	Celkové vyprodukované emise v tunách a v gramech/tunokilometr v období mezi lety 2010 - 2014 .....	50
Tab. 8	Vyprodukované emise vztažené v kg na vyrobený vůz v období mezi lety 2010 - 2014 .....	50
Tab. 9	Investice potřebné na vybudování elektrické trakční sítě ve ŠKODA AUTO, a. s. ....	61
Tab. 10	Investice potřebné na vybudování nabíjecích stanic ve ŠKODA AUTO, a. s. ....	61
Tab. 11	Celkové investice na Variantu 1 - elektrické trakční sítě a nabíjecí stanice.....	62
Tab. 12	Celkové investice na Variantu 2 - pouze nabíjecí stanice .....	62
Tab. 13	Přepoččet současných nákladů na spotřebovanou energii EDIS v podobě základny nákladních vozů (MAN, SCANIA) a výpočet nákladů na energie na nákladní vozy na elektrický pohon .....	63
Tab. 14	Každoroční náklady na variantu 1 (trakční sítě + nabíjecí stanice) a variantu 2 (pouze nabíjecí stanice) .....	64
Tab. 15	Porovnání současného stavu nákladovosti vnitropodnikové dopravy s navrhovaným stavem za 1 rok.....	67

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Petr Blaha		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	ANALÝZA MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ NÁKLADNÍCH AUTOMOBILŮ NA ELEKTRICKÝ POHON PRO POTŘEBY VNITROPODNIKOVÉ NÁKLADNÍ DOPRAVY		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. David Staš, PhD.		
<b>KATEDRA</b>	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2016
<b>POČET STRAN</b>	75		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	21		
<b>POČET TABULEK</b>	15		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	0		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tato diplomová práce se zaměřuje především na vnitropodnikovou přepravu materiálu, dílů ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. Cílem této práce je navrhnout optimalizaci současného stavu vnitropodnikové přepravy ve společnosti ŠKODA AUTO, a. s. se zřetelem na redukci nákladů a vyprodukovaných emisí. Optimalizační verze jsou navrženy dvě: 1) zavedení trakční sítě + nabíjecí stanice; 2) pouze nabíjecí stanice v závodě automobilky Mladá Boleslav. Obě navrhovaná řešení v sobě nesou pořízení nákladních vozů na elektrický pohon se zabudovanými klasickými bateriemi a superkacitory a tím i kompletní výměnu vozového parku. Bylo prokázáno, že navrhovaná řešení jsou rentabilní s poměrně krátkou dobou splatnosti a především naprosto ekologicky vhodné, pokud není bráno v úvahu, odkud je získává elektrická energie.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<p>Vnitropodniková nákladní doprava  Emise  Náklady  Nákladní vůz na elektrický pohon  Trakční síť, nabíjecí stanice, superkapacitor</p>		
<b>PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI:</b> Ano			

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Petr Blaha		
<b>FIELD</b>	6208T088 Production Management and Global Business		
<b>THESIS TITLE</b>	ANALYSIS OF OPTIONS TO USE FREIGHT ELECTRIC CARS REQUIREMENTS FOR INTERNAL CARGO		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Staš, PhD.		
<b>DEPARTMENT</b>	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2016
<b>NUMBER OF PAGES</b>			
	75		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>			
	21		
<b>NUMBER OF TABLES</b>			
	15		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>			
	0		
<b>SUMMARY</b>	<p>This diploma thesis deals with internal cargo of materials and components in ŠKODA AUTO, a. s. company. The aim of this thesis is to design optimization of current state of internal cargo in ŠKODA AUTO, a. s. company with taking into account reduction of costs and emissions. Optimization is designed in two versions: 1) installation of traction network + charging stations; 2) only charging stations in car factory in Mladá Boleslav. Both designed solutions carry a purchase freight electric cars with built-in classic batteries and supercapacitors thereby and full exchange wagon park. It was demonstrated that both designed solutions are profitable with a relatively short maturity and are absolutely environmentally friendly, if not taken into account, where it gains electrical energy.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	<p>Internal cargo Emissions Costs Freight electric cars Traction network, charging station, superkapacitor</p>		
<b>THIS IS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: Yes</b>			