

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnosti nasazení progresivních technologií v dopravě

František Horáček

Bakalářská práce

2016/2017

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **František Horáček**  
Osobní číslo: **D13054**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Název tématu: **Možnosti nasazení progresivních technologií v dopravě**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Progresivní technologie v silniční nákladní dopravě
  2. Analýza aplikací progresivních technologií v rámci dopravy ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.
  3. Možnosti nasazení progresivních technologií ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.
- Závěr

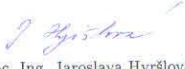
Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí/ho  
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:  
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Nožička, Ph.D.  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: 30. listopadu 2016  
Termín odevzdání bakalářské práce: 2. června 2017

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

L.S.

  
doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.  
pověřená vedením katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2017

Prohlašuji:

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

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

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

V Pardubicích dne 27. 5. 2017

František Horáček

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Jiřímu Nožičkovi Ph.D. za věcné připomínky a rady, dále Ing. Miroslavě Ulmanové z logistického oddělení PLT ŠKODA AUTO a.s. a dalším pracovníkům společnosti za důležité informace pro tuto práci. Velké díky patří mé rodině za podporu a trpělivost.

## **ANOTACE**

Práce se zaměřuje na problematiku ekologie silniční nákladní dopravy. Zabývá se vybranými dodavateli mladoboleslavského závodu ŠKODA AUTO A.S. a aplikací progresivních technologií na jejich činnost.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

progresivní technologie, alternativní paliva, emise, zemní plyn, elektropohon, dodavatel

## **TITLE**

Possibilities of implementing progressive technologies in transport

## **ANNOTATION**

The work focuses on problematic of ecology in road truck transport. It deals with the chosen suppliers of ŠKODA AUTO A.S. MladáBoleslav and application of progressive technologies on their operations.

## **KEYWORDS**

progressive technologies, alternative fuels, emissions, natural gas, electrodrive, supplier

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1    PROGRESIVNÍ TECHNOLOGIE V SILNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVĚ.....	10
1.1    Elektropohony.....	10
1.1.1    Základní rozdělení vozidel s elektrickým pohonem.....	10
1.1.2    Historie elektropohonu v silniční dopravě.....	11
1.1.3    Elektropohon pro nákladní dopravu v současnosti.....	13
1.1.4    Typy dobíjení/dobíjecích stanic.....	16
1.1.5    Problematika „čistoty“ elektropohonu.....	17
1.2    Alternativní paliva.....	19
1.2.1    Zemní plyn.....	19
1.2.2    LPG.....	23
1.2.3    Bionafta.....	24
1.3    Autonomní vozidla.....	25
1.4    Technologie „průhledných“ kamionů.....	28
1.5    Aerodynamické karoserie a návěsy.....	30
2    ANALÝZA NASAZENÍ PROGRESIVNÍCH TECHNOLOGIÍ VE SPOLEČNOSTI	
ŠKODA AUTO A.S.....	32
2.1    Představení společnosti.....	32
2.2    PLT ŠKOTRANS.....	33
2.3    Vnitrozávodová doprava ŠKODA AUTO A.S. a progresivní technologie zde	
využívané.....	33
2.3.1    Vozový park vnitrozávodní dopravy společnosti.....	34
2.4    Externí doprava společnosti.....	36
2.4.1    Transportní koncepty ve společnosti.....	37
2.5    Struktura dodavatelských společností.....	39
2.6    Dostupnost pohonných hmot ve vybraných zemích.....	40
2.6.1    Německo (CNG, LNG, Elektro).....	40
2.6.2    Polsko (CNG,LNG, Elektro).....	42
2.6.3    Česká republika (CNG, LNG, Elektro).....	44
2.7    Současná nařízení doby jízdy a povinných přestávek řidičů v EU.....	45
2.7.1    Doby řízení.....	45
2.7.2    Povinné přestávky.....	45

2.8	Současné trasy vybraných dodavatelů .....	46
2.8.1	Německo .....	46
2.8.2	Polsko .....	48
2.8.3	Česká republika .....	50
3	MOŽNOSTI NASAZENÍ PROGRESIVNÍCH TECHNOLOGIÍ VE SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S. ....	51
3.1	Ekonomická a ekologická výhodnost jednotlivých typů pohonu .....	51
3.2	Aplikace jednotlivých pohonů na vybrané dodavatele .....	53
3.2.1	Německo .....	53
3.2.2	Polsko .....	55
3.2.3	Česká republika .....	57
3.2.4	Návratnost investicí .....	58
3.3	Návrh řešení .....	59
3.3.1	Stav využitelnosti alternativních pohonů .....	59
	ZÁVĚR .....	61
	POUŽITÁ LITERATURA .....	62
	SEZNAM TABULEK .....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	66
	SEZNAM ZKRATEK .....	67



# ÚVOD

Otázka progresivních technologií v silniční nákladní dopravě je v současné době stále více diskutované téma. Silniční kamionová doprava je preferována před železnicí, především díky její flexibilitě, dostupnosti, rychlosti a hustotě dopravní sítě. Velké množství společností využívá systém „Just in time“ a pro jejich účely je silniční doprava nejlepší možnou variantou. Požadovaná komodita se dá přepravit bez jakékoliv překládky přímo na místo určení. Je proto potřeba do budoucna počítat s inovacemi a moderními technologiemi, které budou mít za cíl především snížit množství výfukových emisí, spotřeby energie, ale také zařadit alternativní paliva nezávislá na ropě a petrochemickém průmyslu. Tato práce je psána ve spolupráci se společností ŠKODA AUTO a.s. a především její logistickou divizí PLT ŠKOTRANS.

V první části bude práce zaměřena na jednotlivé progresivní technologie, které jsou používány nebo se vyvíjí pro potřeby silniční nákladní dopravy, jejich výhody a nevýhody. Také zde budou uvedeny ceny technologií a jejich vliv na životní prostředí.

V druhé části bude analyzováno použití progresivních technologií ve vnitrozávodní dopravě ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., dále potom současný stav jízd vybraných externích dodavatelů ŠKODA AUTO a.s. a síť čerpacích stanic pro alternativní paliva v zemích jednotlivých dodavatelů a transportní koncepty ve společnosti.

Ve třetí části bude navrženo řešení na aplikaci některé z popsaných technologií pro vybrané externí dodavatele společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Cílem práce je návrh využití některé z progresivních technologií na stávající externí dodavatele společnosti ŠKODA AUTO a.s. a tím ukázat směr, kterým by se mohla silniční kamionová doprava dále ubírat, co se týče snižování nákladů a především snížení emisí a zlepšení stavu životního prostředí.

# 1 PROGRESIVNÍ TECHNOLOGIE V SILNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVĚ

V této kapitole budou rozebrány jednotlivé typy progresivních technologií, které jsou v současné době využívány nebo se vyvíjí pro potřeby silniční nákladní dopravy. Tyto technologie mají za cíl především snížení výfukových emisí a spotřeby paliva. Velmi důležitým článkem je také nasazování alternativních druhů paliv a pohonů, které budou absolutně nezávislé, nebo pouze minimálně závislé na ropných zásobách.

## 1.1 Elektropohony

### 1.1.1 Základní rozdělení vozidel s elektrickým pohonem

V dnešní době se rozlišují tři základní typy vozů poháněných elektrickou energií. Liší se především podílem elektromotoru na celkovém výkonu vozu.

Prvním typem jsou tzv. hybridy, kombinující standartní spalovací motor s menším pomocným elektromotorem, který pomáhá vozu zejména při rozjezdech, nebo pomalé jízdě např. ve městě. Akumulátory se dobíjí pouze pomocí klasického alternátoru a poté za pomoci rekuperace brzděné energie.

Druhým, vyspělejšším typem jsou tzv. plug-in hybridy. Opět se setkáváme se spojením spalovacího motoru a elektromotoru, který je zde silnější nebo jich je použito více dohromady (většinou dva – na každém kole nápravy jeden). Vůz díky tomu dokáže čistě na elektrický proud fungovat i ve vyšších mimoměstských rychlostech. Při větších zátěžích však pracují oba typy pohonu, přičemž spalovací motor má stejně jako u hybridu za úkol dobíjet akumulátory. Tento typ vozidel se dá nabíjet z elektrické sítě nebo z nabíjecích stanic.

Třetím, nejmodernějším typem jsou elektromobily poháněné čistě elektrickou energií, tzv. elektromobily. Vozy jsou plně závislé na dobíjení ze sítě/nabíjecí stanice. Do budoucna se s tímto typem pohonu počítá nejvíce a již dnes se ve světě především osobních vozů, můžeme setkat s několika zástupci (Tesla, BMW i3/i8 apod.). Největší slabinou těchto vozidel je zatím stále krátký dojezd (okolo 200-500km) na jedno nabití. To by měly v budoucnu vyřešit nové generace vysokokapacitních baterií.

### 1.1.2 Historie elektropohonu v silniční dopravě

Dle serveru Elektromobil (2010) přišly první experimenty s elektromobily v roce 1881, kdy inženýr N.J. Raffard zkonstruoval elektrickou tramvaj pro 31 pasažérů. Její hmotnost byla 8600kg, rychlost 12 km/h a na jedno nabití zvládla urazit vzdálenost 40 km. V roce 1899 pak Chille Jenatzy dokázal jako první pokořit suchozemský rychlostní rekord a ve svém elektromobilu tvarem připomínajícím raketu překonat hranici 100 km/h, přesně tedy 105 km/h.



**Obrázek 1** První elektromobil, který pokořil hranici 100km/h (Elektromobily, 2010)

Největší rozmach elektromobility zaznamenaly Spojené státy americké. Od roku 1891 zde společnost Holtzer Cabot Electric vyráběla elektromobily a do roku 1915 jich bylo v celé USA vyrobeno okolo 35 000 kusů. V té době zde brázdilo silnice více vozů elektrických než těch se spalovacím motorem (popř. parním strojem). Vozidla poháněná elektřinou byla velmi tichá, bez vibrací, ulehčilo se řazení (v té době ne zrovna pohodlné) a také zde nebylo potřeba startovat motor pomocí kliky (elektrické startéry ještě neexistovaly). Automobily dosahovaly rychlosti okolo 30 km/h, byly vhodné pro ženy a především pro městský provoz.

Zlom ve výrobě elektromobilů nastal s příchodem několika zásadních událostí. V Texasu byla objevena ropa, což snížilo cenu benzínu. Výstavba nových a mnohem delších silnic způsobila potřebu automobilů s delším dojezdem (což elektromobily nesplňovaly) a v neposlední řadě byl v roce 1912 sestrojen elektrický startér, díky němuž odpadlo namáhavé a nepohodlné startování klikou. Když pak Henry Ford v roce 1913 uvedl do provozu pásovou výrobu svých modelů T, které bylo možné pořídit takřka za třetinu cenu co srovnatelný elektromobil (650 USD vs. 1750 USD), byl to začátek konce vozidel používajících ke svému pohonu elektrický proud.

V českých zemích byl průkopníkem elektromobilů Ing. František Křížík, jehož první elektromobil disponoval jedním stejnosměrným elektromotorem o výkonu 3.6 kW (4.9 HP). Modernější typ disponoval elektromotorem o výkonu 2.2 kW (3 HP) v každém zadním kole. Třetí verze už měla hybridní pohonnou soustavu (elektro + spalovací motor), což zvýšilo akční radius.

Elektromobily však vlivem rozmachu spalovacích vozidel a dostatku ropy upadly v zapomnění. V několika omezených sériích se vyráběly malé osobní vozy během 2. světové války, ale jinak se peníze investované do jejich vývoje braly jako vyhozené a jakákoli snaha o inovaci v elektromobilovém průmyslu byla brána jako nutné zlo.

Elektromotory se opět dostaly do povědomí veřejnosti až díky ropným krizím v letech 1973 a 1979. Přesto, že sériová výroba byla v tuto dobu ještě v nedohlednu, automobilový průmysl přestal elektřinu ignorovat. Teprve až na počátku 90. let 20. st. se členové státní Rady pro ovzduší (CARB) začaly zajímat o technologie pro výrobu vysokovýkonných elektromobilů, které vlastnila společnost General Motors (GM).

V roce 1990 pak Kalifornie přijala zákon o *Vozidlech s nulovými emisemi* (ZEV – zero emission vehicles) a ten mimo jiné zahrnoval to, že od roku 1996 musí každý výrobce automobilů ve svém portfoliu disponovat alespoň jedním bezemisním vozidlem. To dalo základ pro vznik dnes již kultovních elektromobilů GM EV1. K nim se připojily i další automobilky (Toyota, Ford, Nissan, Honda). Ty některé svoje standartní modely osazovaly elektromotory. Zákon ZVE pak začal platit i mimo USA. Za zmínku stojí koncern PSA (Peugeot, Citroen), který mezi lety 1997-2003 vyrobil do té doby největší sérii elektromobilů. Jednalo se o malé osobní vozy Citroen Saxo Électrique a Peugeot 106 Électrique. Válka mezi výrobcí automobilů a CARB však vygradovala až v ukončení výroby a likvidaci stávajících elektromobilů vlastními automobilkami.



**Obrázek 2** Slavný elektromobil GM EV1 z roku 1996 (Digital Trends, 2013)

Velký zvrat přišel s výrobou hybridů. Na nejznámější z nich, Toyotu Prius 2. generace se v USA čekaly nebývalé pořadníky. Prius kombinuje spalovací zážehový agregát, kterému pomáhají dva elektromotory. (Asociace pro elektromobilitu České Republiky, 2015).

Vlk (2004) ve své publikaci uvádí, že v tuzemsku se v 70. letech začalo experimentovat s projektem EMA (elektrický městský automobil. Typ EMA 1 byl konstruován jako osobní automobil (výkon 6kW, dojezd 50 km) a typ EMA 2 jako lehký užitkový automobil (výkon 13,6 kW, dojezd 60 km). Dobré výsledky EMA 2 vedly k projektu elektrického pohonu pro velkokapacitní autobusy MHD a také elektrického tahače postaveného pro tahání autobusů v autobusových opravnách.

Dále autor uvádí, že Škoda ELCAR s.r.o., dceřiná společnost ŠKODA PLZEŇ A.S. pracovala na užitkových vozidlech poháněných elektrickým proudem, nesoucích označení Beta EL. Byla to dvousedadlová dodávková vozidla poháněná elektromotorem o výkonu 40kW a dojezdem 70-120km dle zatížení. Její provoz byl o 60% levnější než provoz automobilu se spotřebou 10l benzínu.

### **1.1.3 Elektropohon pro nákladní dopravu v současnosti**

Co se týče nákladní dopravy, elektropohon je již několik let diskutovaným tématem. Soukup (2011) uvádí, že automobilka Volvo s její divizí Volvo Trucks, zaměřenou na těžká nákladní vozidla má v nabídce model FE, který kombinuje moderní vznětový agregát D8K o obsahu pouhých 7000ccm s velmi plochou křivkou točivého momentu a plnicím nejpřísnější emisní normu EURO 6 s paralelním elektromotorem. Model je určen především pro práce v technických službách, kdy je elektromotor využíván především při pomalých přejezdech na krátké vzdálenosti. Emise z CO<sub>2</sub> zde klesají o 15-20%. Spotřeba nafty pak díky tomu klesá až o 30%.

S podobným řešením přišla i automobilka Scania, která však použila ještě lepší systém elektrického pohonu. Použila silnější elektromotor, navíc vznětový agregát uzpůsobila pro pohon na bionaftu a HVO (hydrogenovaný rostlinný olej), což ještě napomáhá ekologičnosti celého systému.

Scania (2016) na svých oficiálních stránkách uvádí, že HVO snižuje emise CO<sub>2</sub> až o 85% oproti konvenční naftě. V kombinaci se zmíněným elektromotorem a plněním normy EURO 6, automobilka udává snížení emisí oxidu uhličitého až o 92%. Úspora na pohonných hmotách by pak měla činit 18%. Samozřejmě s předpokladem správného předvídání a plynulého brzdění, umožňujícím dostatečnou rekuperaci brzděné energie zpět do akumulátorů. Oproti standardnímu modelu s konvenčním agregátem je hybrid těžší o 790kg v důsledku

těžkých baterií. Do rychlosti 45 km/h je (při dostatečné kapacitě baterií) možné využít výhradně práci elektromotoru, což bude hrát klíčovou roli při jízdě v oblastech citlivých na hluk nebo při pohybu v budovách. Hlavní úlohou tohoto vozidla budou opět operace v městských a příměstských oblastech, kde bude plnit úkony jako svoz odpadků, sběrných surovin apod.

Dalším typem elektrického pohonu je trolejové vedení. To v roce 2016 testovala ve Švédsku opět automobilka Scania.

Pavlůsek (2014) ve svém článku říká, že základem je opět vůz s vznětovým agregátem spalujícím bionaftu/HVO kombinovaný s elektromotorem. Tahač ovšem nedisponuje velkým množstvím akumulátorů, ale pouze jednou Li-ionovou baterií o kapacitě 5 kWh. Ta je dobijena z elektrického vedení umístěného nad komunikací. O přenos energie se starají dva pantografy (sběrače elektrického proudu) připevněné na střeše kabiny vozidla. Pokud vozidlo jede mimo elektrické vedení, je poháněno spalovacím motorem nebo elektromotorem na baterii (dojezd ale pouze 3km). Ve chvíli, kdy se vozidlo ocitne pod elektrickým vedením, senzory umístěné na střeše vozu detekují jeho přítomnost a systém automaticky za jízdy připojí pantografy k elektrické síti. Automobil je i během připojování na elektrické vedení schopen zatáčet nebo brzdit a řidič tedy není tímto procesem nijak omezen. Pokud chce řidič předjíždět, pantografy se automaticky odpojí, vozidlo provede manévr, vrátí se do pravého pruhu a opět se připojí na zdroj energie.



**Obrázek 3** Hybridní tahač Scania s možností pohonu elektrickými trolejemi (Hybrid, 2016)

Na nejvyšší úroveň elektrifikace se však dostal Mercedes-Benz, který představil plně elektrický a autonomní model E-truck.

Oficiální stránky společnosti Daimler (2017) tvrdí, že se jedná o 18ti a 25ti tunové verze s klasickou skříňovou nástavbou. V roce 2017 Mercedes-Benz dodá první sérii dvaceti vozidel svým majitelům, většinou z oblasti logistiky, skladování nebo likvidace bioodpadu. Společnosti dostanou vůz na dobu dvanácti měsíců, po které se o ně bude starat autorizovaný servis a vývojové centrum Mercedes-Benz.

Pavlůsek (2016) pak ve svém článku dodává, že automobilka k vozům přidá i speciální nabíječky schopné doplnit energii velké třímodulové sadě akumulátorů o obří kapacitě 212 kWh. Díky nim je vozidlo schopno ujet až 200km na jedno nabití.

Vincent (2015) píše, že také automobilka BMW, ačkoliv není producentem nákladních automobilů, má bohaté zkušenosti s elektropohony v osobních vozech. Dosavadní zkušenosti proto využila a na jaře roku 2015 proběhly, ve spolupráci s logistickou společností Scherm Group, testovací jízdy plně elektrického tahače Terberg. Nejedná se ale o lehčí samostatné nákladní vozidlo s nástavbou, nýbrž o čtyřiceti tunovou sestavu tahače s návěsem. Sestava byla nasazena k přepravě komponentů z logistického centra Scherm Group do výrobního závodu BMW v Mnichově. Tento okruh absolvovala osmkrát denně, což bylo možné uskutečnit na jedno nabití (dojezd cca 100km). Plné dobití akumulátorů poté trvá 3-4 hodiny.



**Obrázek 4** Plně elektricky poháněný nákladní vůz Mercedes Benz E-truck (Brad Anderson, 2016)

Dle autora je elektropohon u nákladních silničních vozidel na velkém vzestupu především z důvodu mnoha výhod oproti konvenčním pohonům. Mezi nimi jsou např.:

- Mnohem nižší (hybrid) až nulové (elektromobil) přímé výfukové emise oproti naftovým agregátům
- Velmi tichý provoz (elektromotor vydává při zatížení pouze tlumené „pískání“, které je mimo velmi nízkých rychlostí přehlušeno odvalujícími se pneumatikami)

- Plynulost a komfort provozu v nízkých rychlostech a při častých rozjezdech (např. ve městě) díky velkému točivému momentu elektromotoru, dostupného již od nulových otáček
- Úspory plynoucí ze snížení spotřeby pohonných hmot

Samozřejmě stále je tu i několik nevýhod, kterými jsou:

- Prozatím krátké dojezdové vzdálenosti na jedno nabití (vývoj vysokokapacitních akumulátorů se silnovrstvými elektrodami)
- Velká hmotnost lithiových akumulátorů (několik set kilogramů u hybridů až více než jedna tona u elektromobilů)
- Zatím stále malý počet rychlodobíjecích stanic
- Vysoká cena vozidel
- Paradoxně moc nízký hluk jedoucího vozidla (zapotřebí uměle vytvořené zvuky motoru vypouštěné pomocí reproduktorů ven z vozidla pro bezpečnost chodců a ostatních vozidel)

#### 1.1.4 Typy dobíjení/dobíjecích stanic

Podle Burkoviče (2014), vozidla na elektrický proud jsou sice velmi úsporná, tichá a ekologická, problémem však zůstává pomalé dobíjení akumulátorů. Pokud uživateli konvenčního vozidla začnou docházet pohonné hmoty v nádrži, zamíří k čerpací stanici, vybere si stojan s vhodným palivem a dotankuje nádrž během několika minut. U elektromobilů je to ale komplikovanější. Samotná obsluha dobíjecího stojanu je sice jednoduchá, uživatel pouze otevře víko „palivové nádrže“, za kterým se skrývají zásuvky elektrického napětí, do nichž vloží zástrčku z dobíjecí stanice. Rychlost samotného doplnění elektrické energie je však několikanásobně vyšší. U standardního nabíjení (mimo DC rychlonabíječky typu CHAdeMO, CSS) vždy záleží na výkonu palubní nabíječky samotného vozidla, protože ta musí převést střídavý AC proud na stejnosměrný DC proud, který až poté posílá do baterie.

Autor dále uvádí, že existuje několik typů dobíjení, které se liší především rychlostí nabíjení a cenou.

- 16A domácí zásuvka SCHUKO (AC) – standardní domácí zásuvka pod napětím 220V, poskytující výkon 3,7 kW. Nákladní vůz MAN City Truck s bateriemi s kapacitou 35,3kWh by byl tímto způsobem plně nabitý za 7h.



- 16A 5 kolíková červená třífázová zásuvka 11kW (AC) – zásuvka používaná pro provoz stavebních míchaček, kotoučových pil, štípaček apod. Stejně parametry mají i nejslabší nabíjecí stanice (16A, 11kW, AC). MAN city Truck zde lze s třífázovou palubní nabíječkou alespoň 16A/11kW nabít zhruba za 3,5 hodiny.
- 32A 5 kolíková červená třífázová zásuvka 22kW – nejsilnější zásuvka pro odběr střídavého proudu. Je to v podstatě 11kW zásuvka s dvojnásobným proudem v jedné fázi. MAN city Truck zde lze s třífázovou palubní nabíječkou alespoň 32A/22kW nabít za hodinu a 45 minut.
- Rychlonabíječky CHAdeMO – stanice poskytující stejnosměrný proud. Dobíjí plným příkonem bez ohledu na palubní nabíječku vozu. Např. typ CHAdeMO 44kW by dobil baterie vozu MAN city Truck (aniž by tahač musel být vybaven vysokovýkonnými palubními nabíječkami) za zhruba 50 minut.
- Tesla Supercharger – nejvýkonnější nabíjecí stanice poskytující až 135kW stejnosměrného proudu. Dostupné pouze pro vozy Tesla (které zde mohou nabíjet zdarma). Při představě veřejného využívání by se baterie vozidla MAN city Truck nabily na 135kW stanici za pouhých 16 minut.

### 1.1.5 Problematika „čistoty“ elektropohonu

Bomford (2016) uvádí, že dle vládních orgánů jsou elektromobily cestou ke snížení emisí a zlepšení stavu životního prostředí. Jejich názor se ale rozchází s názorem odborníků. Dle autora norští vědci tvrdí, že za určitých okolností mají elektromobily horší dopad na životní prostředí než vozy se spalovacím motorem. Zde záleží na tzv. mixu zdrojů, který udává, kolik % elektřiny bylo vyrobeno ekologickou cestou a kolik % cestou spalování fosilních paliv (uhlí). Z tohoto mixu se pak určí emise CO<sub>2</sub> vypuštěné do ovzduší při výrobě 1kWh elektřiny. Znamená to tedy, že pro každou zemi je mix zdrojů odlišný a tudíž je velmi spekulativní tvrdit, zda jsou elektromobily ekologičtější než vozy se spalovacím motorem či nikoli, jelikož např. pro Norsko, kde je výroba elektřiny v podstatě bezemisní může masové nasazení elektromobilů snížit produkci CO<sub>2</sub> zásadním způsobem, naopak např. v americké Minnesotě bude mít jeden kilometr průměrného elektromobilu emise 1,5x vyšší než vůz se spalovacím motorem.

Veselý (2016) uvádí, že při výpočtu ekologičnosti elektromobilu je zapotřebí počítat se třemi faktory:

- Kolik emisí CO<sub>2</sub> je vypuštěno do ovzduší při výrobě 1kWh
- Kolik emisí CO<sub>2</sub> je vypuštěno do ovzduší při těžbě surovin k výrobě akumulátorů

- Kolik emisí CO<sub>2</sub> je vypuštěno do ovzduší při výrobě akumulátorů pro elektromobily  
Samozřejmě i výroba vozidla se spalovacím motorem zapříčiní určité množství emisí CO<sub>2</sub> a rafinace ropy a její transport také.

Pro porovnání celkových emisí vybral autor osobní vůz Ford Focus jak v elektrické verzi, tak v ekologické benzinové motorizaci. Tvrdí zde, že po vyjetí vozidla z výrobního závodu si s sebou „nese“ elektromobil 3,4 tun CO<sub>2</sub>. Je to tedy o 2,8 tun více než u vozu se spalovacím motorem. Jeho útroby totiž obsahují naopak díly, kterými elektromobil vůbec nedisponuje (převodovka, mechanické části motoru, spojka apod.) a na jejich výrobu se vypustí do ovzduší 0,6 tun CO<sub>2</sub>. Spotřeba elektromobilu je zde stanovena na 18kWh/100km a reálná spotřeba benzinového vozu 6l/100km. Pro český mix zdrojů platí, že výroba 1kWh má za následek emise 0,5g CO<sub>2</sub>. Počítá se také s 10% ztrátou energie v síti a 10% ztráty energie při nabíjení. Ve vzorci 1 je uveden výpočet celkových emisí elektrického vozu.

$$Emise(CO_2) = \frac{(spotřeba) * (emise na kWh) * 100}{(100 - (ztráty sítě)) * (100 - (ztráta baterie))} \quad (1)$$

Legenda:

spotřeba ..... spotřeba kWh na 100 km jízdy

emise na kWh... emise CO<sub>2</sub> vypuštěné s výrobou 1kWh

ztráty sítě ..... ztráty energie v elektrické síti

ztráta baterie .... ztráty energie při nabíjení

Výsledek po dosazení veličin je výsledek vztahu 111 gCO<sub>2</sub>/100km. Vůz se spotřebou 6l benzínu pak vypustí do ovzduší 145 gCO<sub>2</sub>/km. Jelikož však tato práce pojednává o nákladních vozidlech, bude provedeno orientační porovnání elektrického a diesellového tahače na základě tohoto vztahu a určen.

Pro porovnání (v tabulce č. 1) bude vybrán Diesellový tahač se spotřebou 28l/100km a emisemi 750g CO<sub>2</sub>/km a Elektrický truck se spotřebou 100kWh, nepřímými emisemi 617g CO<sub>2</sub> a bateriemi o kapacitě 212kWh, což je devětkrát více než Ford Focus Electric, tím pádem energie pro výrobu baterií a těžbu materiálu k jejich výrobě bude zhruba také devětkrát větší, to znamená 3,4x9 = 30,6 tun CO<sub>2</sub>na výrobu elektro tahače. Benzinový Ford Focus má pak „výrobní“ emise z mechanických součástí 0,6 tun CO<sub>2</sub>. Jeho pohotovostní hmotnost je 1250 kg, což je šestkrát méně než hmotnost tahače. Bude uvažováno, že se pro výrobu mechanických součástí vypustí do ovzduší šestkrát více emisí, což znamená 0,6x6 = 3,6 tun

CO<sub>2</sub>. Cílem je určit po kolika kilometrech se emise CO<sub>2</sub> vyrovnají a elektrický tahač začne být ekologičtější.

**Tabulka 1** Výpočet ekologické výhodnosti elektro tahače

	Dieselový tahač	Elektrický tahač
Spotřeba na 100 km	28l nafty	100 kWh
Emise CO <sub>2</sub>	750g/km (0,75 kg)	617g/km (0,617 kg)
Celkové „výrobní“ emise	3,6 tun CO <sub>2</sub> (3600 kg)	30,6 tun CO <sub>2</sub> (30 600 kg)
Výpočet bodu ekologičnosti elektrického trucku	$\frac{(30\ 600 - 3\ 600)}{0,75 - 0,67} = 203\ 007\ \text{km}$	

Zdroj: Hybrid (2016)

Podle této úvahy bylo experimentálně odhadnuto, že elektrický tahač provozovaný v ČR musí ujet 203 007 km a až od tohoto bodu začne být ekologičtější než tahač dieselový. Je však nutno podotknout, že do ekologických elektráren se nepočítají elektrárny jaderné. Důvodem je neobnovitelnost paliva (uranu) a také fakt, že v zemích s velkou náklonností pro ekologii např. Německo, Norsko. Francie pochází 80-95% elektrické energie z větrných, vodních a solárních elektráren, takže zde provozování elektromobilů dává daleko větší smysl.

## 1.2 Alternativní paliva

Vývoj paliv, která budou moci v budoucnu nahradit paliva ropného původu je stále na velkém vzestupu. Matějovský ve své publikaci (2005, str. 10) říká, že „*Pro současnou dobu je charakteristické hledání zdrojů a plánovité zavádění tzv. alternativních druhů paliv, rozumí se alternativních k benzinům a motorové naftě z ropy. K alternativním se proto počítají i paliva typu zkapalněných ropných plynů (LPG), zemní plyn, a dále specifikovaná paliva biologického původu.*

Vlk (2004) pak uvádí, že palivy biologického původu se myslí alkoholy a rostlinné oleje, které lze získat z biomasy.

### 1.2.1 Zemní plyn

Adamec a kolektiv ve své publikaci (2008, str. 30) uvádí, že „*Zemní plyn je fosilní palivo, jehož hlavní složkou je metan (min. 85%) a na rozdíl od ropy jsou jeho zásoby odhadovány až na 150 let.*

Matějovský (2005, str. 39) říká, že „*Zásoby zemního plynu jsou odhadovány na 404 biliony kubických metrů, z toho přes 39% se nachází na území někdejšího sovětského svazu,*

*téměř 34% v zemích Středního východu. Současné odhady udávají 146 bilionů kubických metrů známých zásob, těžitelných za přijatelných podmínek současnými technologiemi, dalších asi 150 bilionů objevených, ale zatím neprozkoumaných a předpokládají asi dalších 100 bilionů kubických metrů dosud neobjevených zásob. Odhaduje se, že se těžba zemního plynu do roku 2030 zdvojnásobí a dosáhne množství okolo 4,1 bilionů kubických metrů ročně.*

Veselá (2014) uvádí, že zatímco CNG je bezbarvý plyn uchovávaný v tlakových lahvích pod tlakem 200 barů, LNG tvoří namodralou kapalinu o teplotě  $-162^{\circ}\text{C}$  a je potřeba ho skladovat výhradně v tzv. kryogenních nádobách, které jsou dokonale zaizolované proti okolním teplotním podmínkám. Pokud chceme mít zemní plyn ve formě LNG, musíme ho po vytěžení zkapalnit a přepustit je do kryogenních nádob, ve kterých je transportován buď prostřednictvím tankerů, železniční dopravy a okrajově také po silnici (především na kratší vzdálenosti). Po převozu je opět zplynován a plynovody dodáván konečnému spotřebiteli. I přes takto složitý proces, který je náročný jak z technologického, tak finančního hlediska (drahé zkapalnění plynu) zažívá LNG především v posledních letech velký rozvoj a to především v námořní dopravě (pohon tankerů). Do budoucna se s nárůstem jeho využití počítá v Číně a Korei, ale také ve vyspělých evropských zemích jako jsou Německo, Španělsko nebo Anglie.

Hlavní výhodou zkapalněného zemního plynu oproti stlačenému je menší objemová náročnost. Zatímco CNG má objem 200krát menší než surový zemní plyn, LNG pak dokonce 600krát. Dojezdový radius vozidel na LNG je tedy až 3krát delší v porovnání s CNG. Problémem LNG je především fakt, že se i přes téměř dokonalou izolaci kryogenních nádob pomalu vypařuje do ovzduší. Nevýhodou je také již zmíněná náročnost skladování a zkapalňování, což také spotřebuje určité množství energie. (Vše o CNG, 2016)

V současné době je na území ČR prozatím jediné tankovací místo na LNG v Lounech. V Evropě se již nachází okolo 120ti čerpacích stanic, především v Holandsku, Anglii a Španělsku. (LNG, Blue Corridors, 2017)

První silniční vozidla se spalovacím motorem paradoxně nepohánělo kapalné palivo (benzin, nafta), ale palivo plynného skupenství. Vlk ve své publikaci (2006) uvádí, že první, kdo začal experimentovat s výbušným plynovým motorem byl v roce 1777 Alessandro Volta, který mísil bahenní plyn se vzduchem a pomocí pistole ze skla a mosazi, zkoušel zápalnost této směsi. Dále autor uvádí, že v roce 1807 vojenský vysloužilce, major Isaac de Rivaz, vyrobil první výbušný motor na principu Voltovy pistole. Byl to jednoválcový motor poháněný svítíplynem.

Autor (str. 71) říká: „*Jako válec motoru posloužila dělová hlaveň, ve které se pohyboval píst s připevněnou ozubenou tyčí. Tyč roztáčela ozubené kolo, jehož otáčky se přenášely na kola vozu. Francouzská vláda udělila Rivazovi 30.1. 1807 patent na první výbušný motor světa.*“. Svítiplyn, vyráběný zplynováním hnědého uhlí pak poháněl i první prakticky využitelný motor, kdy si roku 1859 vědec Jean Joseph Etienne Lenoir nechal patentovat první výbušný motor právě na toto palivo. Klasický stlačený zemní plyn byl poprvé použit v Ottově spalovacím motoru v roce 1872. Současně s ním se však začala používat i kapalná paliva jako petrolej (1863), benzín (1873) a později i nafta, která do konce 19. st. vytlačila z trhu plynné alternativy.

S příchodem první a poté i druhé světové války nastal nedostatek ropných paliv z důvodu velké spotřeby pro válečné účely (tanky, letadla, vojenské vozy) a jelikož většina států disponovala uhelnými ložisky, začalo se znovu jezdit na svítiplyn. Ten byl jak levnější, tak ekologičtější a tehdejší motory na něj dokonce reagovaly lépe než na kapalná paliva. Byl používán jak v osobní tak i městské hromadné dopravě (tramvaje, autobusy).

V českých zemích získal svítiplyn uplatnění jak v osobní, tak nákladní silniční dopravě, dále pak v MHD nebo zemědělské technice. Na konci 30. let byly v Čechách tři tankovací stanice se svítiplynem. V Německu roku 1934 přišly na řadu i zkapalněné uhlovodíkové plyny, které zaznamenaly velký úspěch, a v roce 1937 již brázdilo Říši 12 tisíc nákladních automobilů poháněných tímto palivem.

Opětovné nasazení klasického zemního plynu bylo zaznamenáno roku 1972 na Mnichovské olympiádě, kdy vyrazily do ulic autobusy poháněné jak stlačeným, tak zkapalněným zemním plynem. Roku 1989 pak bylo v Holandsku uvedeno do provozu deset autobusů poháněných CNG.

V Československu byla první přestavba vozidla na CNG dokončena roku 1981 a o osm let později vyrostla v Měcholupské plynárně první čerpací stanice na CNG. V roce 1991 pak zahájilo provoz pro Praze pět plynových autobusů. V následujících letech se flotila vozidel rozšířila a našla uplatnění především v moravských městech (Frýdek-Místek, Havířov, Prostějov). Sériově vyráběná vozidla však byla velmi drahá (a dostupná pouze u zahraničních výrobců), tudíž musela být všechna vozidla přestavována z naftových na plynové individuálně jedno po druhém. Přestavby se však v praxi příliš neosvědčily a proces plynofikace dopravy se tím velmi zpomalil, až zastavil, čímž ČR ztratila přední místo v plynofikaci dopravy ve světě. Zvrat přišel až v roce 1999, kdy byly v ČR schváleny hromadné přestavby na CNG a šíření tohoto paliva nabralo na obrátkách. Od té doby čerpacích stanic, registrovaných vozidel a prodaného množství roste. (Vše o CNG, 2016)

Jak je vidět v tabulce č. 2, především mezi lety 2005/2006 byl % nárůst prodeje největší. Poté nastal úpadek růstu, avšak v posledních letech je o CNG stále větší zájem.

**Tabulka 2** Vývoj použití CNG v ČR

	Veřejné čerpací stanice CNG	Vozidla na CNG	Osobní vozy	Busy	Prodej CNG mil. m <sup>3</sup>	Nárůst prodeje CNG v %
2004	9	250	150	100	2,773	-
2005	9	450	280	165	3,010	8,5
2006	11	580	400	180	3,584	19,1
2007	17	900	680	195	5,790	61,6
2008	17	1200	950	215	6,758	16,7
2009	23	1800	1465	270	8,082	19,6
2010	32	2500	2112	300	10,058	24,4
2011	34	3250	2807	336	12,089	20,2
2012	45	4300	3818	362	15,242	26
2013	50	6300	5747	404	21,952	44
2014	75	8055	7205	518	29,912	36,3

Zdroj: Vladimír Samanek (2015)

Mimo zemního plynu v osobní silniční dopravě a MHD se tato alternativa k naftě stále více rozšiřuje také v nákladní dopravě a to především u těžkých návěsových tahačů nejvyšší hmotnostní kategorie (N3 – nad 12t). Používá se zde CNG a okrajově taky LNG.

DieselGas (2016) píše, že vznětové motory používané v nákladních vozidlech se dají upravit na hybridní pohon kombinující vstřikování zemního plynu a nafty, což se obejde bez jakéhokoliv zásahu do motoru. Stačí pouze osadit agregát reduktorem tlaku plynu, řídicí jednotkou plynu (ta ovládá plynové vstřikovače) a EGT senzorem, který snímá teplotu výfukových plynů. Tento systém umožňuje spalovat naftu a CNG v poměru až 30:70 a v určitém režimu jízdy je motor schopen fungovat v podstatě na CNG pouze s minimální (volnoběžnou) dávkou nafty. Směs vzduchu, nafty a zemního plynu je vznícena v důsledku vysokého tlaku stejně jako u konvenčního naftového motoru. CNG však ve směsi působí jako katalyzátor hoření a usnadňuje zapálení nafty i její prohoření. Tím klesá produkce emisí až o 70% a s tím související nižší koncentrace pevných částic ve výfukových plynech o 50-80%. Motory upravené tímto způsobem mají také díky lepšímu spalování vyšší točivý moment,

měkčí chod (CNG má vysoké oktanové číslo = vyšší odolnost směsi proti samozápalu) a vyšší účinnost motoru. Úspory za pohonné hmoty se pohybují okolo 10-20%.

Složitější, modernější, dražší, ale ekologicky i ekonomicky výhodnější je výroba vozu, potažmo agregátu schopného spalovat čistý zemní plyn. Zde je zapotřebí rozsáhlejší zásah především v motorové části.

Podle obchodního zástupce společnosti Scania je kvůli vysokému oktanovému číslu CNG potřeba u vznětového motoru vyměnit hlavu válců a instalovat navíc zapalovací soustavu, jakou disponují zážehové motory. Motor je potom schopen spalovat jak CNG tak i naftu. Emise ( $\text{NO}_x$ , CO) klesají v tomto případě o 80-90%, množství prachových částic až o 95% a produkce  $\text{CO}_2$  klesá o 15% (oproti standardnímu diesellovému vozidlu). Jelikož má kilogram CNG vyšší energetickou hodnotu než litr nafty, pokud diesellový tahač spotřebuje 28l nafty na 100km, tahač na CNG spotřebuje 23,5 kg zemního plynu. Úspory za pohonné hmoty se pohybují okolo 30%.

Autor dále tvrdí, že verze na CNG stojí o 50% více než průměrné diesellové vozidlo. Typ vozidla spalujícího LNG pak stojí o 100% více než konvenční model s diesellovým agregátem.

### 1.2.2 LPG

ČSN EN 589 v publikaci Vladimíra Matějovského (2005, str. 149) říká, že „*Pod názvem Zkapalněné ropné plyny (LPG), používané jako motorové palivo, se rozumí směsi zkapalněných uhlovodíků tvořené převážně propanem a butany, tj. nasycenými uhlovodíky se 3 a 4 atomy uhlíku v molekule.*

Historicky je toto palivo relativně nové. Vlk ve své publikaci (2004) říká, že plynná skupenství paliv jsou používána již od prvopočátků spalovacích motorů. LPG však začal být středem zájmu až v druhé polovině 80. let 20.st. Jako palivo pro pístové motory má velmi kvalitní vlastnosti jako je vysoká antidekonační schopnosti (oktanové číslo 105) a vysokou výhřevnost, dokonce vyšší než nafta (46,06 MJ vs. 42,6 MJ).

Díky tomu že je palivo kapalné, má mnohem vyšší koncentraci energie než plynné alternativy (CNG) a tím pádem není tak náročné na skladování.

Podle DieselGas (2014) se LPG v nákladní dopravě používá velmi zřídka a ve většině případů v kombinaci s konvenční naftou. Na standardní diesellové vozidlo se instaluje systém vstřikování LPG a plynové nádrže. Motor pak spaluje naftu zároveň s LPG v poměru 70:30. To je výhodné nejen díky nižší ceně LPG (45% ceny nafty), ale především díky vysoké teplotě plynu lépe prohořívá nafta, což snižuje hluk motoru i emise.

Dle Kalkulátoru rentability Dieselgas (2014), při průměrné spotřebě 28l nafty na 100km pak v této kombinaci bude potřeba 18,5l nafty a 9,5l LPG na 100km. Produkce pevných částic pak klesá o 50%. Hodnoty CO<sub>2</sub> samotného LPG jsou o 1,8% nižší, zde tedy klesají cca o 0,6%. Přestavba klasického dieselového vozidla na kombinovaný pohon (diesel+LPG) stojí při použití velké 250l nádrže zhruba 90 tisíc korun.

### 1.2.3 Bionafta

Další alternativou ke konvenční ropné naftě je tzv. bionafta. Adamec a kolektiv ve své publikaci (2008, str. 27) říká, že: „*Technickým termínem bionafta jsou myšleny 100% čisté metylestery mastných kyselin (FAME), které se vyrábí reesterifikací rostlinných či živočišných olejů*“. Dále autor uvádí, že v ČR je nejvýznamnější surovinou pro výrobu bionafty řepka olejná (MEŘO), v zahraničí se vyrábí FAME ze sójového, palmového oleje a dalších olejnatých plodin.

V současné době se však v důsledku rostoucích cen olejnatých plodin hledají další zdroje surovin jako např. použitý fritovací olej nebo odpadní tuk a kůže ze zbouraných zvířat na jatkách.

Autor (str. 27) také říká, že: „*V sortimentu nabízených automobilových paliv se můžeme setkat jak se 100% čistými metylestery mastných kyselin, tak se směsným motorovým palivem složeným z motorové nafty a příměsí bionafty 20% (obvykle v zahraničí) nebo 30%*“.

Výrobci B100 tvrdí, že jejich palivo dokáže plnohodnotně nahradit konvenční naftu, ale pouze při dodržení určitých zásad. Vlk (2006, str. 135) ve své publikaci uvádí, že: „*Při přechodu na provoz na bionaftu je dobré zkontrolovat palivový filtr. Bionafta je detergentnější (více rozpouští), než běžná nafta, takže může odplavit a rozpustit některé usazeniny, které v motoru a celé soustavě vznikly při provozu na motorovou naftu. To motoru ve výsledku prospěje. Tyto usazeniny se ale někde musí zachytit, pokud se rovnou nespálí. A zachytí se zpravidla v palivovém filtru, který je dobré vyměnit dříve, než normálně, aby se nezhoršila jeho průchodnost a tím se celkově neovlivnil chod motoru*“.

Vhodné je zkrátit intervaly výměny motorového oleje na 62% a u filtrů (palivového/olejového) na 75% z původního továrního doporučení (při provozu na naftu). Spotřeba je také o něco vyšší než u klasické nafty a rozdíl závisí především na jízdním stylu řidiče. Emise CO<sub>2</sub> klesají zhruba o 60%.

Dle serveru Biopaliva (2013) testoval Agropodnik Domažlice B100 na 12ti osobních vozech, 30ti nákladních vozech a dvou zemědělských strojích v časovém období duben-prosinec 2013. Spotřebováno bylo 820 tisíc litrů nafty a hrubé úspory čistě na palivu činily



890 tisíc korun. Po odečtení zvýšených nákladů souvisejících s odlišnou údržbou motorů, zvýšenou spotřebou (v průměru o 8,5%) a častější výměnou filtrů a oleje, které činily cca 25-30% dosáhla výsledná úspora 560 tisíc korun. Bionafta B100 byla výhodným palivem oproti naftě ale pouze v mimozimních obdobích. Bezproblémové startování a provoz totiž zaručuje pouze do teploty -15°C. Při teplotách nižších než -18°C, vůz na B100 při delší odstavce tuhne a je tudíž nepoužitelný pro pohon motoru. Ideální alternativou se zdála být SMN30, která odolává i hlubokým mrazům a v tuzemsku je navíc velmi dobře dostupná.

Záměrně je psáno o bionaftě a jejich směsích v minulém čase, jelikož se v roce 2016 rapidně snížila cena ropy a klasická nafta začala být levnější než ta z obnovitelných zdrojů. Proto většina prodejců od B100 a SMN30 upustila a zatím nemají důvod tyto alternativy do stojanů čerpacích stanic vracet.

Vlk (2004) ve své publikaci uvádí, že největšími výhodami B100 oproti standardní naftě jsou především:

- Lepší proces hoření a tím snížené emise oxidu uhličitého, síry, pevných částic a zhruba 50% kouřivost
- 100% obnovitelnost zdrojů
- Lepší mazací schopnosti mající pozitivní vliv na vstřikovací jednotky a rotačních vstřikovacích čerpadel, schopnost rozpouštění karbonových usazenin
- Vyšší cetanové číslo zajišťující měkčí chod a lepší ohřívání motoru

Nevýhodami B100 jsou potom:

- Vyšší spotřeba a nižší výkon zapříčiněné nižší energetickou hodnotou B100
- Vyšší agresivita vůči pryžovým těsněním, hadicím a dalším komponentům (způsobuje bobtnání pryže), způsobuje korozi
- Častější výměny motorového oleje z důvodu rychlejšího znehodnocení při provozu na B100
- Tuhnutí při teplotách nižších než -15°C

### **1.3 Autonomní vozidla**

V silniční nákladní dopravě se stále častěji začíná objevovat slovní spojení „autonomní vozidlo“. Slovo autonomous pochází z řeckého „autonomos“ (nezávislý). Tato vozidla by tudíž měla být pouze minimálně závislá na lidském faktoru a z velké části fungovat za pomoci umělé inteligence, která pracuje podle zadaného programu, tím pádem se

vyloučí faktor lidského chybování. To by mělo vést ke snížení spotřeby paliva a výfukových emisí, zvýšení bezpečnosti, produktivity práce a v neposlední řadě také snížení nákladů vynaložených na mzdy řidičů vozidel. Řidičů nákladních vozidel je např. v ČR velký nedostatek a vývoj autonomních vozidel by mohl zvýšit zájem uchazečů o tyto pracovní pozice (nebude zapotřebí tak dlouhá praxe a zkušenosti se řízením NV). Vývojem autonomních nákladních vozidel (kategorie N3), se v současné době zabývá několik společností nejen z automobilového průmyslu.

Pavlůsek (2014) uvádí, že hlavní společností zabývajících se touto technologií je výrobce automobilů Mercedes (koncern Daimler), který začal první autonomní vozidla testovat v roce 2014 na modelu Actros 1845 EURO 6. Z tohoto modelu také vychází Future Truck 2025 (na obrázku č. 5), který byl téhož roku představen na autosalonu v Hannoveru. První testovací jízdy pak proběhly v Bádensko-Wurtenbersku (domovský stát Daimleru). Automobil je poháněn konvenčním přeplňovaným dieselovým agregátem o objemu válců 12,8 litru a výkonem 330kw. Spřažen je potom s dvanáctistupňovou automatickou převodovkou a plní nejpřísnější emisní normu EURO 6. Tahač disponuje optimálním aerodynamickým odporem a v sestavě s návěsem Aerodynamics trailer (vyvinutém v roce 2010) je možné snížit spotřebu paliva soupravy až o pět procent. Nejdůležitějším prvkem vozidla Future Truck 2025 je samotný systém autonomního řízení. Je zde použit elektronický systém „Highway pilot“. Ten dává impulsy jednotlivým ovladačům, které se starají o samotné řízení vozidla.

Dle autora se jedná především o dvojici radarů umístěných v přídí vozidla. První detekuje oblast ve vzdálenosti 250m před vozidlem pod úhlem 18ti stupňů, druhý pak oblast 70m před vozidlem pod úhlem 130ti stupňů. Oba tyto radary mají za úkol především udržování bezpečné vzdálenosti od vpředu jedoucích vozidel. Sekunduje jim pak pod čelním oknem umístěná stereokamera s dosahem 100m a schopností snímat jak horizontální (45st), tak vertikální (27st) úhel. Tato kamera slouží jako řidičovy „oči“. Umí detekovat veškerá dopravní značení, chodce, ostatní dopravní prostředky včetně vozidel s právem přednostní jízdy, před kterým varuje a zajistí vozidlu vhodný úhybný manévr. Kromě toho kamera plní základní funkci autonomního řízení, což je udržování vozidla (soupravy) v jízdním pruhu. Součástí systému jsou pak ještě dva radarové snímače, každý na jedné straně před zadní nápravou tahače s dosahem 60m pod úhlem 170ti stupňů, kontrolující dopravní situaci po stranách vozidla.



**Obrázek 5** Autonomní tahač návěsů Mercedes-Benz Future Truck 2025 (Mercedes-Benz 2015)

Autor dále uvádí, že informace ze všech těchto zařízení zpracovává mikroprocesor, který získané údaje zkombinuje s podrobnými trojrozměrnými mapami a GPS navigací, čímž díky zjištění kopcovitosti terénu zajistí co nejplynulejší a nejekonomičtější jízdu (např. z kopce nechá sestavu rozjet více, aby dostatek kinetické energie pomohl zdolat následné stoupání). Future truck 2025 není samozřejmě plně autonomní vozidlo a autopilot sám rozezná, kdy je potřeba zásahu řidiče a kdy nikoli. Poté nabídne řidiči možnost odpočinku nebo naopak vyzve k tomu, aby se plně chopil volantu a dalších ovládacích prvků vozidla. Co se týče sériové výroby, tak tu Mercedes plánuje, jak již z názvu plyne, na rok 2025.

Dle autora článku společnosti Scania (2016) testuje autonomní technologie i na svých vozech. Svůj záměr ale rozděluje do dvou odvětví. Prvním z nich je tzv. „autonomní dopravní řešení“. Jde o systém provozu nákladních vozidel v uzavřených prostorách, jako jsou doly, přístavy nebo terminály.

Vedoucí inženýr společnosti Scania Tom Nyström říká: „Zvolili jsme aplikaci v průmyslové sféře jako naši první obchodní oblast, protože má velký hospodářský potenciál. Z právního hlediska je zde možné provozovat samostatně řízená motorová vozidla a celé prostředí je relativně pod dohledem“. Společnost Scania začala s vývojem autonomních vozidel v průmyslových oblastech jako první a jelikož se ostatní společnosti zaměřují pouze silniční vozidla, Scania může mít do budoucna velký technologický náskok a vybudovat si monopol v tomto odvětví.

Pavec (2016) říká, že Scania zároveň neztrácí ani co se týče vozidel využívaných na veřejných dopravních komunikacích. V dubnu roku 2016 dorazilo do nizozemského přístavu

Rotterdam šest kolon nákladních autonomních souprav, z nichž nejdelší trasu (2000 km) urazily právě vozy značky Scania.

Pánek (2016) ve svém článku píše, že do vývoje autonomních technologií se zapojila také společnost Google, která spustila v roce 2009 vlastní divizi pro rozvoj autonomních technologií, kterou později pojmenovala Waymo. Vyvinula systém, kterým si majitel vozidla může za částku přibližně 30 000 amerických dolarů dovybavit své vozidlo systémem autonomního řízení. Při této ceně by se dopravcům vrátila investice pouze na výplatách do dvou let, v případě že by byl automobil schopný fungovat sám v každém jízdním režimu. Teoreticky by pak měl dopravní průmysl díky samořízeným vozidlům ušetřit ročně až 168 miliard amerických dolarů (cca 4 miliardy korun). Na platech by z toho mělo být asi 70 miliard, další velké úspory by přinesla snížená nehodovost (úspora asi 36 mld.) a také menší spotřeba paliva (asi 35 mld.).

Otázka úspor platu je ale zatím velmi spekulativní, jelikož plně autonomní vozidla bez potřeby řidiče mají stále ještě malou šanci na reálné uplatnění. Mikroprocesor řídící celý systém auta je přeci jenom stále přístroj, který může selhat a nechat několik desítek tun vážící soupravu napáchat obrovské škody.

Výhoda autonomních vozidel je především v již zmíněné snížené nehodovosti, jelikož řidiči pomáhají s kontrolou dopravní situace nejmodernější bezpečnostní prvky a snížené spotřebě paliva způsobené lepším využitím pohybové energie a menším používáním brzdové soustavy díky předvídání elektronických „pomocníků“. Velmi dobrý tah je také do budoucna využít plně autonomní vozidla v uzavřených komplexech (areály závodů, přístavy, lomy), kde by vozidla samostatně operovala při malých rychlostech a na předem určených okruzích. Nevýhodou je prozatím malá pravděpodobnost nasazení plně autonomních vozidel na veřejných komunikacích.

#### **1.4 Technologie „průhledných“ kamionů**

Především mimo dálnice je velmi nebezpečné a riskantní předjíždět kamion s návěsem dlouhým okolo dvaceti metrů. Řidič vozidla za ním musí neustále najíždět do protisměrného pruhu, aby se ujistil, zda má volnou cestu pro provedení manévru, což není bezpečné ani příjemné ani pro jednoho z účastníků dopravní situace.

Podle článku společnosti Samsung (2016) má tento problém vyřešit technologie „Safety Truck“ (viz. obrázek č. 6). Ta funguje na chytrém a zároveň jednoduchém principu. Za předním sklem vozidla je umístěna bezdrátová kamera přenášející obraz na displej složený ze čtyř LCD obrazovek, umístěný na zadní části návěsu. Kamera je navíc vybavena i nočním

viděním, takže je obraz viditelný v jakoukoliv denní dobu. Skrz spojení kamery a obrazovek může řidič vidět veškeré dění odehrávající se v jízdním pruhu před kamionem a v protisměrném pruhu. Systém má řešit především situaci na nepřehledných úsecích a všeobecně jednopruhovách komunikacích, kde kvůli špatné viditelnosti dochází k častým nehodám způsobeným přehlédnutím protijedoucího vozidla v okamžiku předjížděcího manévru.

První testy proběhly v roce 2015 v Argentině, která je známá svými úzkými silnicemi a nelichotivou statistikou jednoho usmrčeného člověka následkem dopravní nehody v průměru každou hodinu.



**Obrázek 6** Kamion s „průhledným“ návěsem (Samsung, 2015)

Autor dále uvádí, že i přestože se tato technologie jeví jako velmi dobré řešení pro snížení nehodovosti na silnicích, je podle odborníků nereálné ji finančně pokrýt z důvodu velké pořizovací ceny čtyř velkých LCD obrazovek na přívěs vozidla. Pokud by byl o tuto technologii velký zájem, bylo by teoreticky možné začít vyrábět LCD obrazovky unifikované pouze pro návěsy kamionu, které by byly z levnějších materiálů a s menším rozlišením než obrazovky v domácnostech.

Díky úsporám na výrobním materiálu a masové produkci jednoho typu výrobku by bylo možné stlačit cenu dolů a učinit tak technologii dostupnou pro více uživatelů.

Alternativou pro tuto technologii by mohlo být řešení vyvinuté společností Ford pojmenované Vehicle to Vehiclecommunication (zkráceně V2V communication). Systém funguje na principu sítě mezi jednotlivými automobily, pomocí které mohou řidiči skrze hlasový hovor komunikovat, varovat se navzájem před nebezpečím na trase, nehodami nebo třeba nebezpečnou jízdou ostatních účastníků dopravy.

## 1.5 Aerodynamické karoserie a návěsy

Sajdl (2011) ve svém článku uvádí, že: „Aerodynamika je věda zabývající se obtékáním (prouděním) vzduchu kolem těles. Obecně platí, že čím nižší je aerodynamický odpor vzduchu vozidla, tím hospodárnější je jeho provoz. Velikost aerodynamického odporu je charakterizována pomocí součinitele aerodynamického odporu vzduchu  $c_x$ . Hodnota tohoto součinitele je měřítkem kvality tvarů vozu z hlediska obtékání jeho karoserie vzduchem.

Dále autor uvádí, že moderní osobní vozidlo má  $c_x$  okolo 0,30. Největší vliv na něj má především tvar karoserie a její dílčí komponenty (podběhy, maska chladiče, zpětná zrcátka, sklon čelního skla, výdechy na kapotě motoru apod.). Proto velké americké offroady a pick-upy s hranatými kabinami, velkými podběhy a otevřenými maskami chladiče mají koeficient velmi vysoký (0,5 i více), oproti tomu prototypy vozů s kapkovitým tvarem karoserie, krytými podběhy a výdechy vzduchu dosahují hodnot i pod 0,2.

Velmi zajímavý koncept vytvořila Americká společnost AirFlow Truck. Místo složitých hybridních technologií a alternativních paliv se zaměřila na základní vlastnost vozidla ovlivňující spotřebu velkou měrou a tou je právě aerodynamický odpor.

Grohmann (2014) ve svém příspěvku uvádí, že na přelomu roku 2013/2014 představila nákladní automobil s názvem Bullettruck (na obrázku č. 7). Americké honosné pochromované trucky s velkými čelními plochami (viz. obrázek č. 8) podle odhadů totiž vynaloží až 50% energie na překonání aerodynamiky a jejich spotřeba se pohybuje okolo 35-40 litrů nafty na 100km. Bullettruck přišel s vizí snížit spotřebu až o polovinu, což se mu následně povedlo. Při testovací jízdě přes spojené státy z Connecticutu do Kalifornie (okolo 3000 km) vykázal tahač typu Bulletproof s přívěsem (dohromady 30 tun) spotřebu pouhých 17,5 litru nafty na 100 km, což je o 50% méně než klasické americké trucky a o 30-40% méně než standartní tahače návěsů (Volvo FH, DAF XF, Scania R440 apod.).

Dále zde autor říká, že mimo dokonalé aerodynamiky sází Bullettruck na úsporné spotřebiče, jako přístrojový panel LCD, hybridní klimatizaci a upravený posilovač řízení. Ve hře je také nahrazení klasických zpětných zrcátek kamerami pro ještě nižší odpor vzduchu.

Velmi zajímavá jsou pak čísla ročních úspor. Pokud by technologii převzaly veškeré tahače, ročně by se ušetřilo 28,4 miliard litrů nafty a s tím souvisejících 21 milionů tun emisí oxidu uhličitého.



## 2 ANALÝZA NASAZENÍ PROGRESIVNÍCH TECHNOLOGIÍ VE SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S

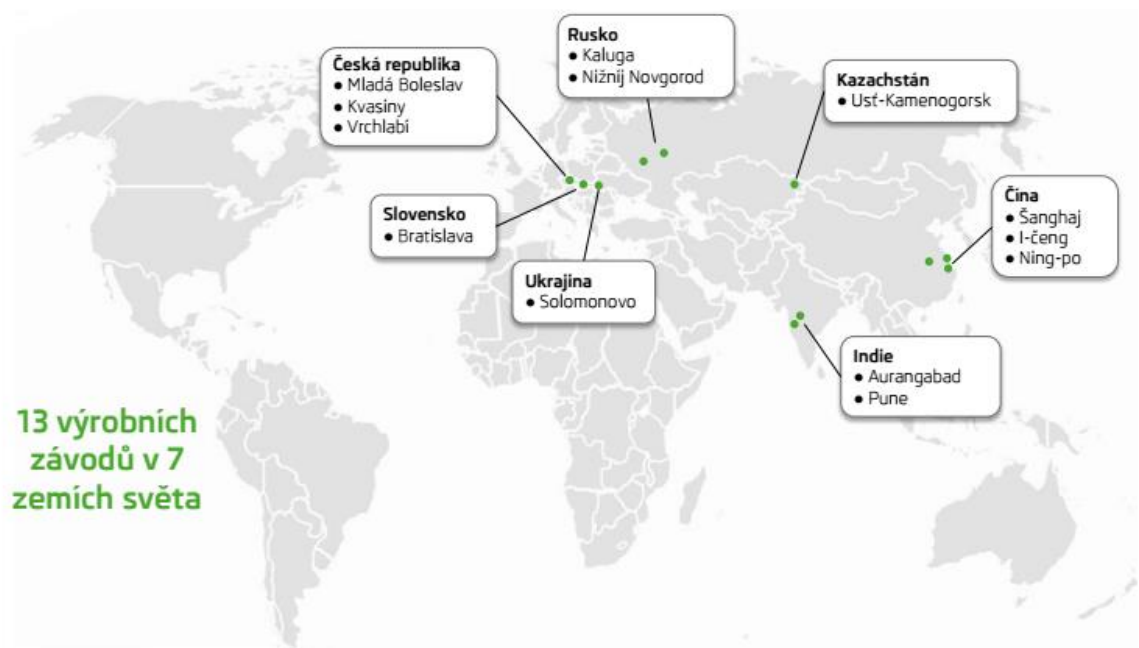
### 2.1 Představení společnosti

ŠKODA AUTO a.s. je největším producentem osobních automobilů v ČR. Mateřskou společností a zároveň majitelem společnosti je koncern Volkswagen Group se sídlem v německém Wolfsburgu. Jeho zakladatelem byl Ferdinand Porsche a dnes pod jeho křídla patří automobilky produkující osobní automobily: Audi, Seat, Volkswagen, Škoda auto, sportovní vozy: Porsche, Lamborghini, Bugatti, dále pak luxusní vozy Bentley, motocykly Ducati a v neposlední řadě společnosti zabývající se výrobou výhradně nákladních vozidel MAN, Scania.

Sídlo společnosti ŠKODA AUTO a.s. se nachází v Mladé Boleslavi, kde je současně i největší tuzemský výrobní závod. Vyrábí se zde pět modelových řad (včetně jedné ze sesterské značky Seat) a dále motory, převodovky a nápravy pro další koncernové vozy.

V ČR se pak nachází ještě další dva pobočné výrobní závody a to v Kvasinách (čtyři modelové řady) a ve Vrchlabí (výroba dvouspojkových převodovek DSG).

Celkově ŠKODA AUTO a.s. provozuje 13 výrobních závodů v Evropě a Asii (viz. obrázek č. 9).



Obrázek 9 Mapa výrobních závodů ŠKODA AUTO a.s. (ŠKODA AUTO a.s., 2015)



## 2.2 PLT ŠKOTRANS

Logistický útvar PLT ŠKOTRANS zabezpečuje kvalitní a včasné zajištění přeprav na základě požadavků interních zákazníků pro výrobu a trhy značky Škoda. Respektuje přitom koncernové normy pro kvalitu, servis a náklady. VLT působí v závodě Mladá Boleslav, Kvasiny, Vrchlabí, náhradní díly Řepov a zaměřuje se na činnosti spojené s tématy:

- Plánování přepravy materiálů, SKD/CKD, originálních dílů a příslušenství
- Transportmanagement materiálu
- Plánování přepravy vozů (jak kompletně smontovaných FBU tak i SKD/CKD)
- Expedice hotových vozů ze závodů Mladá Boleslav a Kvasiny
- Závodová vlečka ve výrobním závodě Mladá Boleslav
- Přeprava nebezpečného zboží a kontrola přepravného

ŠKODA AUTO a.s. používá k transportu vozidel, dílů a materiálu všechny čtyři druhy dopravy (letecká, železniční, vodní, silniční). Tato práce se bude zabývat pouze silniční dopravou, okrajově vnitrozávodní a poté především externí.

## 2.3 Vnitrozávodová doprava ŠKODA AUTO a.s. a progresivní technologie zde využívané

Vnitrozávodová doprava v Mladé Boleslavi zajišťuje přepravu výrobního materiálu, automobilových komponentů, částí vozidel, obalových materiálů apod. v rámci vymezeného prostoru. Každé vozidlo má svůj předem určený okruh a veškeré informace o jeho činnosti jsou zapsané a zakreslené v tzv. layoutech. V nich jsou zaznamenány velmi důležité informace, kterými jsou:

- Přesná trasa vozidla barevně vyznačená ve schematické mapě závodu a místo vykládky a nakládky
- Typ nákladu (svařenec, výlisek, komponent, výrobní materiál apod.)
- Užitečnou hmotnost vozu a kapacitu nákladového prostoru
- Systém sundávání plachty ze skříňové nástavby/návěsu/přívěsu
- Rezervní vozidlo

### 2.3.1 Vozový park vnitrozávodní dopravy společnosti

K dispozici je tu dvaadvacet nákladních vozidel. Základ tvoří devět koncernových těžkých nákladních vozidel Scania G440 s přívěsem o celkové kapacitě  $2 \times 55 \text{m}^3$ . Tyto vozy se používají na přepravu velkých a špatně skladných komponentů především ze svařoven. Poháněné jsou diesellovým agregátem s výkonem 327kw a plnicím emisní normu EURO 6.

Nástavby ani přívěsy nejsou u těchto vozů kryty standartní plachtou a rámem s výdřevou, nýbrž moderními „krovkami“ zn. BOSE. Boční stěny nákladového prostoru se pomocí hydrauliky odklopí do strany, odtud také pochází slangový výraz „krovky“, jelikož tento mechanismus opravdu připomíná hmyz při vzletu. Jako materiál jsou zde použity vysokopevnostní slitiny a karbon, které zabezpečí náklad proti poškození a pohybu.

Technologie má za cíl ušetřit čas strávený se zdlouhavým zajišťováním nákladu, instalací výdřevy a manipulací s plachtou. Tyto procesy v praxi mohou trvat okolo 30 minut (15-20 minut zajišťování nákladu, 10 minut výdřeva a manipulace s plachtou). Samotné otevření „krovek“ však trvá pouze 40s, zavření poté 35s. Reálná úspora času je tak při každém otevření a zavření (jedna nakládka/vykládka) nákladového prostoru až 30 minut.

Dále vozový park čítá šest vozidel Scania G440, tentokrát bez přívěsu. Kapacita nákladového prostoru je tedy  $55 \text{m}^3$ . Jsou obratnější než dlouhé tandemy a používají se pro středně těžké komponenty, jako jsou motory, převodovky, nápravy apod.

Flotila dále disponuje lehčími nákladními vozy značky MAN (také spadající pod koncern VW GROUP). Těch je celkem pět a používají se modely s celkovou hmotností 5, 10 nebo 16 tun. Využívají se pro převoz nalakovaných dílů, barev a drobných dílů pro montáže.

Pro případ nehody některého z vozů je připraven jeden záložní tahač Scania R420 s návěsem a lehký užitkový automobil Volkswagen Caravelle T6 pro drobné operace.

Kontrolu správné pozice vozidel zajišťuje systém ONI, řízený pomocí GPS. Vedoucí oddělení má na obrazovce počítače zobrazeny symboly vozidel pohybujících se v reálném čase po mapce závodu a ke každému z nich několik důležitých informací. Mezi nimi třeba jméno řidiče, telefonní kontakt, typ vozidla a jeho registrační značku, okamžitá rychlost apod. Pokud se vedoucímu zdá něco neobvyklého na plynulosti provozu (auto stojí moc dlouho, jede mimo trasu), má možnost ihned kontaktovat řidiče příslušného vozidla. Takový systém eliminuje dlouhé prostoje vozidla při defektu a také stabilizuje pracovní morálku řidičů. Těch je, jakožto kmenových zaměstnanců, pro vnitrozávodní dopravu určeno 85. Další řidiči jsou pak dle potřeby dodáváni agenturou Manpower.

Roční nájezd všech těchto vozidel je okolo 389 000 km, což v průměru znamená 18 500 km na jedno vozidlo. Celková spotřeba nafty pak činí 177 000 litrů/rok. Pro tankování vozidel se využívá čerpací stanice Benzina v nedalekých Kosmonosích, která leží pouhý jeden kilometr od výrobního závodu. Jelikož jedno vozidlo za celý den (3 směny) ujede pouze 80-100km, stačí jim menší palivová nádrž (220l u G440, standardní velikost přes 600l) a tankování pouze jednou týdně. Rychloplnicí tankovací pistole pak zvládnou doplnit 200 litrů paliva za 3-4 minuty.

Všech těchto 22 vozidel je zatím stále poháněno standardními vznětovými motory na naftu, do budoucna je navržena strategie pro provoz všech vozů na CNG a již v únoru tohoto roku (2017) společnost nasadila pro vnitrozávodní dopravu 4 vozidla na tento typ paliva (Scania G 340 CNG). Počítá se tudíž i s vlastní čerpací stanicí přímo v prostorech závodu. Do té doby se bude nadále využívat služeb čerpací stanice v Kosmonosích. Zde je ovšem zapotřebí nahradit středotlaký systém tankování vysokotlakým systémem pro snížení doby naplnění nádrží. Ta by se poté měla pohybovat mezi 4,5-5 minutami.

Vozidla tedy absolvují malé denní nájezdy, ovšem ve velmi nízkých rychlostech a otáčkách motoru. Mimo to se během jednoho dne až 54x zastavuje a znovu rozjíždí, přičemž většinu zastavení doprovází i zhasnutí motoru a opětovné startování. Při standardní dobíjecí soustavě by se akumulátory vinou této velké zátěže brzy vybily a vůz by zůstal stát. Proto jsou zde instalovány alternátory s výkonem 120A (oproti běžným 40A), které jsou schopné udržet kapacitu baterií (jak vozidla, tak nástavby) v provozuschopném režimu. To bohužel neplatí pro zimní období, kdy se příčinou nízkých teplot samovolně snižuje kapacita baterií a je proto nutné baterie dobíjet. Akumulátory ve vozidlech se používají klasické kyselinové s životností 5 let. Pro nástavby jsou pak určeny gelové články, které jsou sice dvakrát dražší s poloviční životností, ale s kratší nabíjecí dobou, lepší manipulací, nižší hmotností a lepší vodivostí.

Mimo nákladních vozidel poháněných spalovacími motory disponuje vozový park vnitrozávodní dopravy ještě deseti elektrickými tahači zn. STILL, za které je možné připojit dva speciální návěsy EDIS. Společnost vlastní 32 návěsů (12 do prostojů). Na obrázku č. 10 je znázorněn tahač s dvojicí návěsů (2ks), disponujícími technologií solárního pohonu. Na střeše obou z nich je rozměrný solární panel, který za příznivého počasí mění sluneční energii na elektrickou. Ta je poté rozváděna kabely a akumulována v bateriích návěsů i samotného tahače.

Na území České republiky nedopadá dostatek slunečních paprsků na to, aby zajistily absolutní energetickou nezávislost sestavy, přesto tato technologie chytrým a jednoduchým způsobem šetří jak životní prostředí, tak finanční prostředky a snižuje četnost dobíjení baterií v nabíjecích stanicích cca o 10%. Pokud se tento systém osvědčí, počítá se do budoucna s výraznějším nasazením.



**Obrázek 10** Elektrický tahač STILL a dva návěsy EDIS se solárními panely (ŠKODA AUTO a.s., 2016)

## 2.4 Externí doprava společnosti

Společnost ŠKODA AUTO a.s. nedisponuje vlastní nákladní dopravou, ale objednává si externí dopravní společnosti. Ty zajišťují jak dovoz (INBOUND) výrobního materiálů a originálních dílů, tak vývoz (OUTBOUND) hotových i rozložených vozů a náhradních dílů. Analytická část je zaměřena pouze na mladoboleslavský závod a najít pro jeho dopravce nová alternativní řešení týkající se zejména nahrazení motorové nafty jiným typem paliva (pohonu) a s tím související snížení emisí CO<sub>2</sub>, nezávislost na zásobách ropy a nastolení tzv. „zelené logistiky“.

### 2.4.1 Transportní koncepty ve společnosti

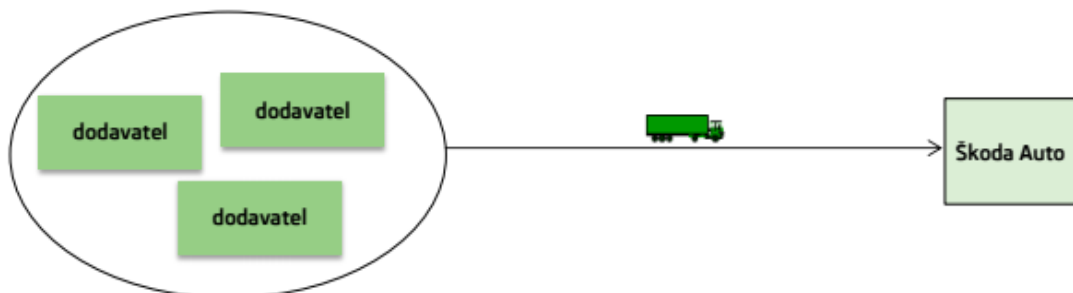
Externí dopravci společnosti používají pro svoji činnost čtyři různé transportní koncepty. Záleží zde na počtu dodavatelů, kteří se podílejí na celkovém vytížení jedné dodávky. Mezi tyto koncepty patří:

- Přímá jízda – tento transportní koncept (viz. obrázek č. 11) je tím nejjednodušším, který může ve vztahu dodavatel/odběratel vzniknout. Vozidlo je plně vytíženo jedním dodavatelem a poté absolvuje přímou trasu do závodu, kde je kompletně vyloženo.



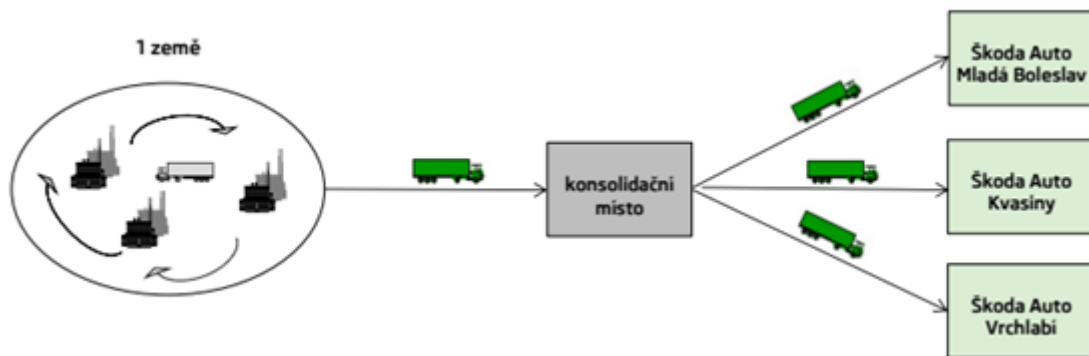
**Obrázek 11** Schematické znázornění transportního konceptu Přímá jízda (ŠKODA AUTO a.s., 2015)

- Milkrun – zde je jedna zásilka složena z materiálu/dílů od dvou až tří dodavatelů (viz. obrázek č. 12). Vozidlo postupně naloží všechny zásilky a poté opět cestu směřuje do místa závodu. Zásilka je zde kompletně vyložena.



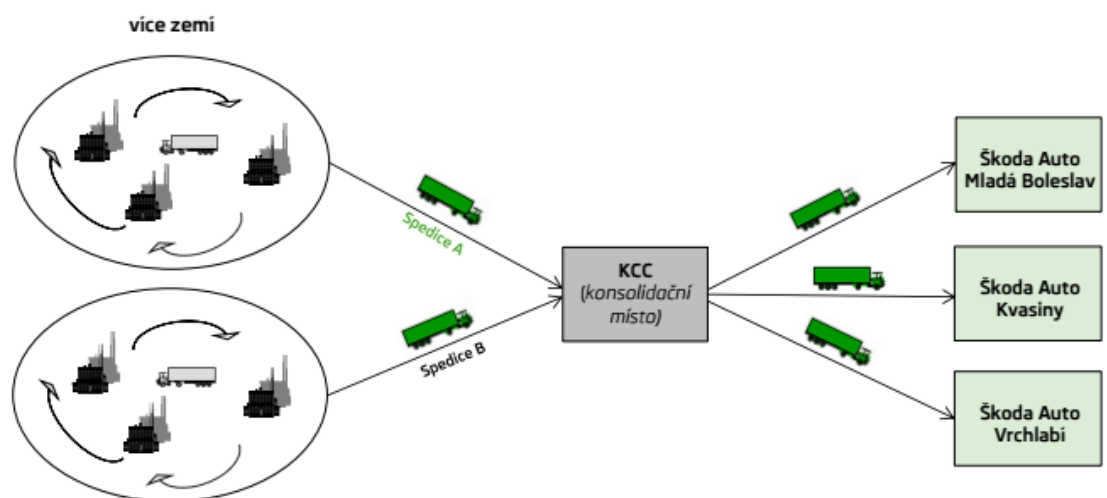
**Obrázek 12** Schematické znázornění transportního konceptu Milkrun (ŠKODA AUTO a.s., 2015)

- Sběrná služba – tento transportní koncept ( obrázek č. 13 ) se vyznačuje zejména tím, že nákladní vozidlo „posbírá“ všechny zásilky v rámci jedné země/oblasti a s nimi pokračuje do konsolidačního skladu, kde je dodávka vyložena a roztříděna. Z tohoto místa se poté vyskladňují nové dodávky, které směřují do jednoho z tuzemských závodů společnosti.



**Obrázek 13** Schematické znázornění transportního konceptu Sběrná služba (ŠKODA AUTO, a.s., 2015)

- KCC – tento transportní koncept (viz. obrázek č. 14) se podobá předchozí sběrné službě, ovšem s tím rozdílem, že do konsolidačního místa se sjíždí dvě a více spedic, každá v rámci jedné země. Náklad se zde vyloží a roztřídí a poté opět v nových dodávkách odjíždí do jednoho ze tří výrobních závodů společnosti. (ŠKODA AUTO a.s. 2016)



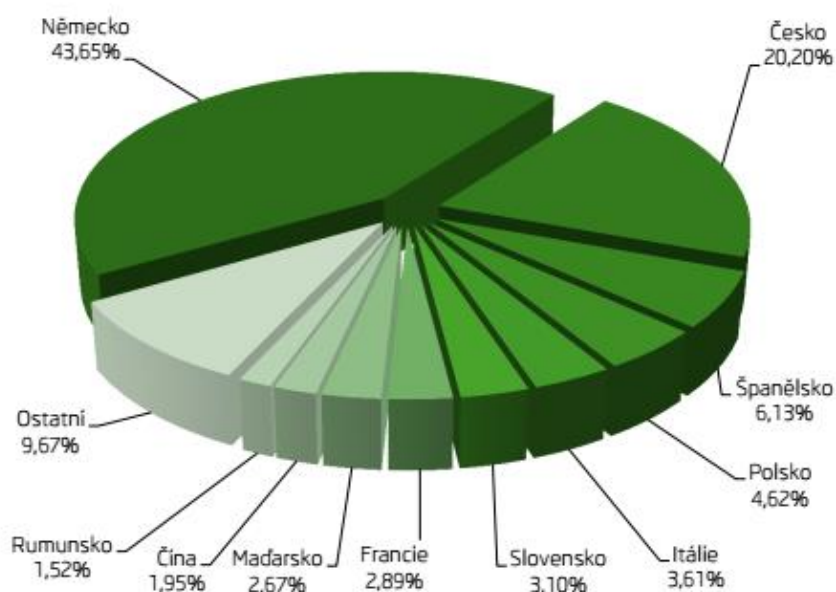
**Obrázek 14** Schematické znázornění transportního konceptu KCC (ŠKODA AUTO a.s., 2015)

## 2.5 Struktura dodavatelských společností

Externí dodavatelské společnosti pro ŠKODA AUTO a.s. sídlí nejen v tuzemsku a sousedních státech, ale také ve Španělsku, Francii a dalších evropských i mimoevropských zemích. V této práci bereme v potaz pouze evropské dodavatele, kteří využívají pro své procesy výhradně silniční nákladní dopravu.

Celkový počet dodavatelů společnosti je 1386 (k roku 2016), z toho 812 pro mladoboleslavský závod (s tímto počtem se v této práci bude pracovat).

Graf na obrázku č. 15 znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých externích dodavatelů společnosti ŠKODA AUTO a.s. v ČR.



**Obrázek 15** Graf procentuálního zastoupení dodavatelů pro ŠKODA AUTO a.s.(ŠKODA AUTO a.s., 2015)

Jak lze z koláčového grafu na obrázku č. 15 vidět, největší dodavatelské zastoupení (více než 2/5 objemu) zastupuje sousední Německo, zde také sídlí mateřská společnost VW Group. Více než pětinový objem dodávek pak zajišťují dodavatelé z tuzemska. Dalšími zásadními dodavateli jsou Španělsko, Polsko, Slovensko nebo Itálie. Vzhledem k velkému množství dodavatelských zemí se zde bude pracovat pouze se třemi středoevropskými státy (Německo, ČR, Polsko). Na vozech jejich dodavatelů pak bude provedena analýza jednotlivých typů pohonných hmot (pohonů), kterými budou konvenční nafta, stlačený zemní plyn (CNG), kapalný propan butan (LPG), bionafta a elektrický proud.

## **2.6 Dostupnost pohonných hmot ve vybraných zemích**

Pro bezproblémovou dopravu nákladu je zapotřebí dostatek čerpacích stanic umístěných přímo na trase. Těžká nákladní vozidla trpí špatnou obratností a zajižďka mimo vytyčenou trasu by mohla znamenat značné zdržení v důsledku dopravní komplikace.

Síť čerpacích stanic nabízejících naftu, bionaftu a LPG je dostatečně široká, proto není zapotřebí zkoumat jejich počet a umístění, je zde jistota, že řidič bude mít vždy více možností pro včasné dotankování. Nemusí mít tudíž obavy, že mu palivo nestačí na cestu od jedné čerpací stanice k druhé.

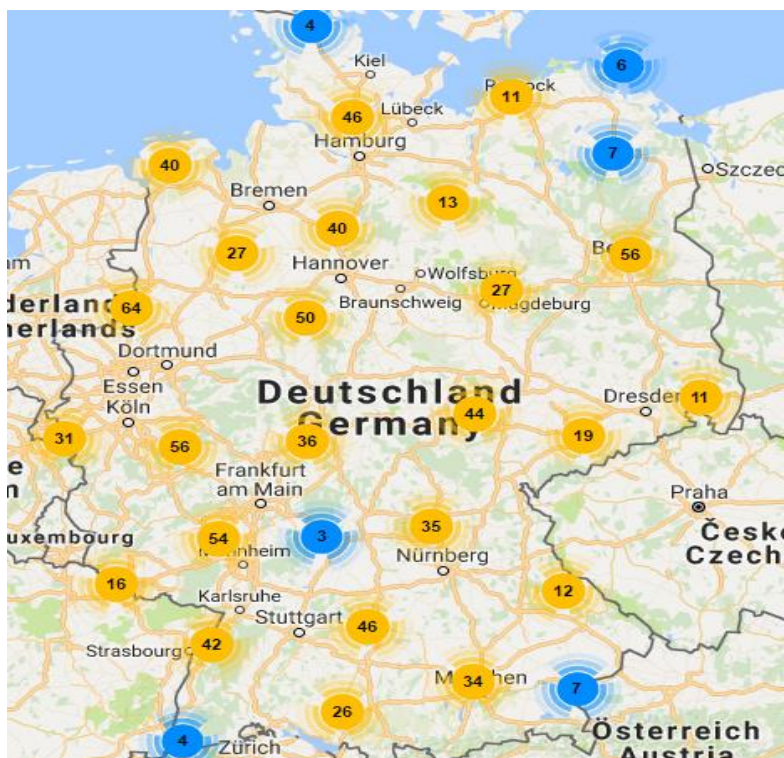
Budou zde tedy zmapovány sítě čerpacích stanic nabízející i plynná paliva (LNG, CNG) a dobíjení stanice na elektřinu a jejich lokalizace.

Průměrnou cenu CNG i LNG uvažujeme 25,-, dobíjení jedné kWh stojí v průměru okolo 5,-.

### **2.6.1 Německo (CNG, LNG, Elektro)**

**CNG** - V Německu je síť čerpacích stanic s nabídkou stlačeného zemního plynu (viz mapa na obrázku č. 16) velmi široká a řidič nákladního vozidla má na výběr z mnoha možností. CNG je v této zemi možné natankovat na 867 místech, s největší koncentrací ve třech spolkových zemích. Těmi jsou Bádensko-Wurttenbersko, Bavorsko a Hessensko, pak především na území a v okolí měst Frankfurt nad Mohanem, Stuttgart, Mnichov a Norimberk. Vysoká koncentrace čerpacích stanic je dále na území dalších velkých měst z jiných koutů země. Mezi ně patří Berlín, Dortmund, Hamburg nebo Kolín. Na obrázku 16 je znázorněna hustota sítě čerpacích stanic CNG.





**Obrázek 16** Mapa čerpacích stanic CNG Německu (CNG Europe, 2017)

**LNG** - Oproti stlačené formě zemního plynu je ta kapalná (LNG) v Německu stále velmi málo dostupnou alternativou. Oproti zemím jako je Holandsko (velký rozmach LNG především v námořní, železniční i silniční dopravě), Anglie nebo Španělsko disponuje spolková republika Německo pouze dvěma čerpacími stanicemi LNG pro silniční vozidla (jedna další je určena pro tankování lodí v brémském přístavu).

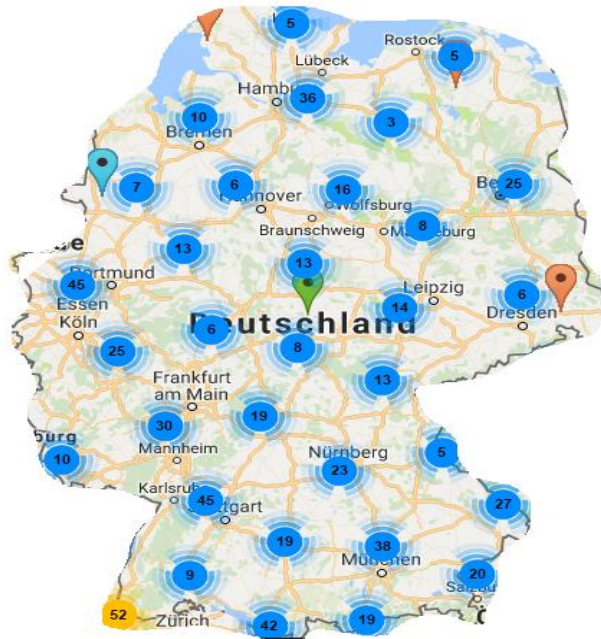
První z nich se nachází ve městě Ulm a o její otevření je v červnu roku 2016 postarala společnost zabývající se výrobou nákladních vozidel Iveco a přední obchodník s tekutým zemním plynem UNIPER. LNG je zde prodáváno pod značkou LIQVIS.

Druhou je čerpací stanice v Berlíně vystavěna ve spolupráci značky LIQVIS (dceřiná společnost UNIPERU) a logistické společnosti MEYER. Otevřena byla teprve v dubnu roku 2017. Cílem společnosti je díky distribuci LNG do pěti let ušetřit životní prostředí o 50 000 kg CO<sub>2</sub>.

**Elektrické nabíjecí stanice** - pokud by byly brány v úvahu všechny typy nabíjecích stanic v německých zemích, jejich počet by dosáhl až 12 730. V tomto čísle jsou zahrnuty všechny typy stanic, z číselné většiny zastoupeny klasickými konektory poskytujícími střídavý proud (AC), proto se zde počítá pouze s rychlonabíjecími stanicemi (CHAdeMO, CCS)

s příkonem více než 43kW které jsou schopny dobít akumulátory vozidla za několik desítek minut, kterých je v Německu více než šest stovek.

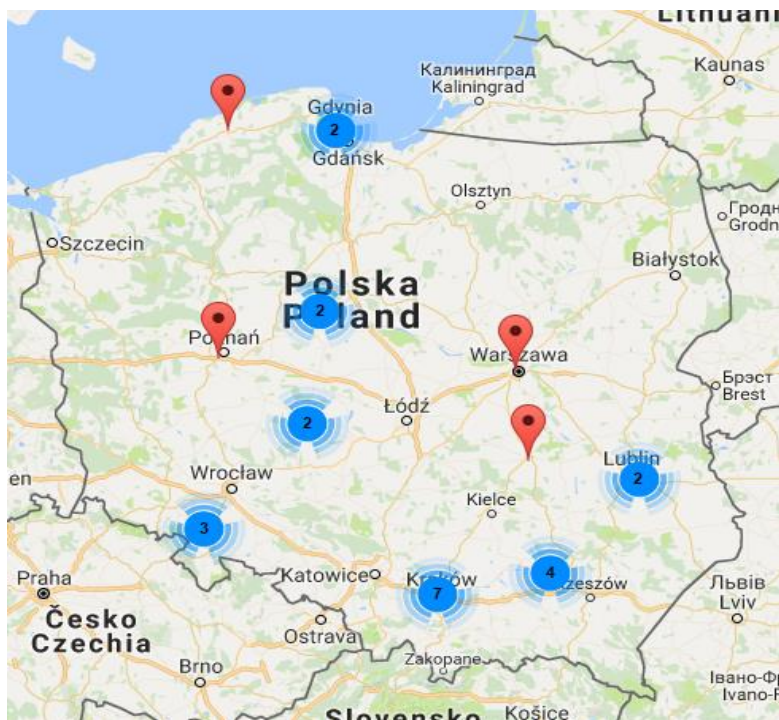
Nabíječky s nižším příkonem se nebudou brát v úvahu. Výkonné rychlonabíječky >43kW se nachází především v okolí a na území měst Stuttgart, Mnichov, Hamburg nebo Dortmund. Hustotu sítě těchto stanic zobrazuje mapa na obrázku 17.



**Obrázek 17** Mapa rychlonabíjecích stanic s >43kW v Německu (Goingelectric, 2017)

## 2.6.2 Polsko (CNG,LNG, Elektro)

**CNG** – Ačkoliv je Polsko sousedním státem Německa, vývoj alternativních paliv je zde na mnohonásobně nižší úrovni. Za vše mluví i velmi řídká síť čerpacích stanic CNG (viz. obrázek č. 18), kterých je v celém Polsku pouhých 26 (oproti 867 v Německu). Největší koncentrace míst, kde je možné natankovat stlačený zemní plyn je v okolí měst Katowice a Krakow a celkově na jihu Polska. Další stanice se nachází především na území nebo v okolí velkých měst (Varšava, Wroclaw, Gdaňsk). Pro zbytek polského území (především západ a severovýchod) je palivo jen špatně dostupné.



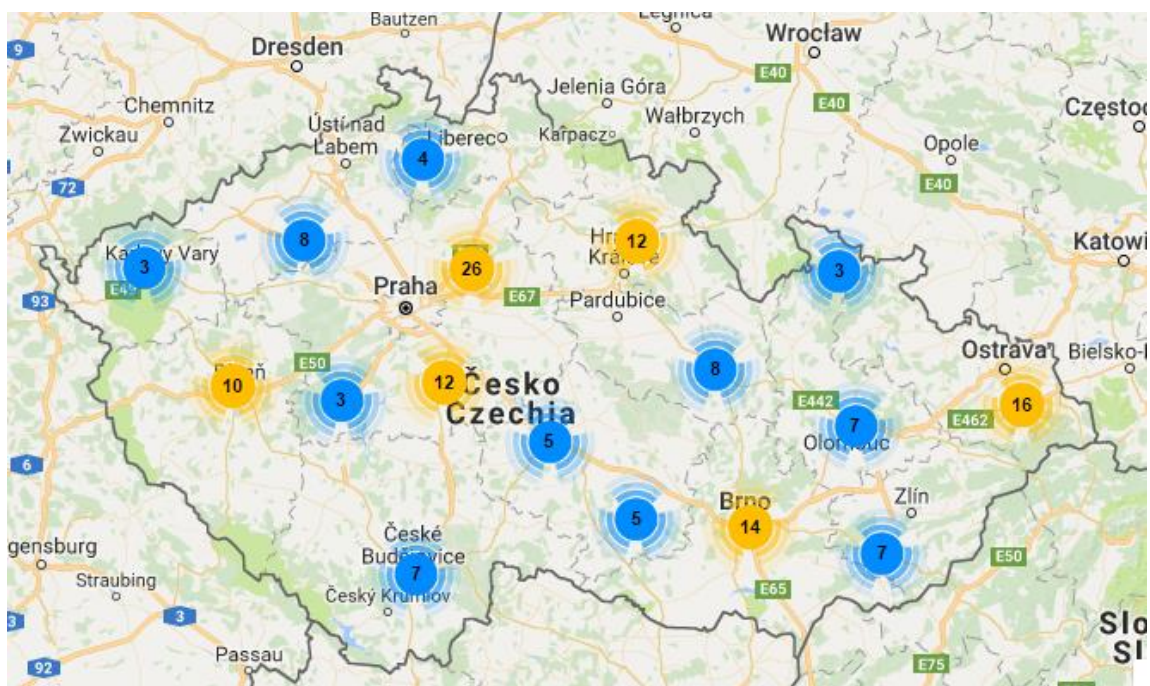
**Obrázek 18** Mapa čerpacích stanic CNG v Polsku (CNG Europe, 2017)

**LNG** - Co se týče kapalně varianty zemního plynu, možnosti natankování jsou dvě, což je stejné jako v Německu. Jedna leží ve Varšavě a slouží primárně pro účely městské hromadné dopravy, druhou najdeme mezi městy Śrem a Zaniemyśl. Ta byla zprovozněna na přelomu roku 2015/2016 polskými veřejnými službami PGK Śrem, zabývajícími se svozem odpadů, odklizením sněhu nebo údržbou zeleně. Na čerpací stanici je možno natankovat jak CNG, tak LNG a PGK Śrem má pro své činnosti k dispozici mimo šesti vozidel na CNG i jedno na LNG (Iveco Stralis LNG). Do budoucna má tato společnost za cíl kompletně přetranformovat svůj vozový park z dieselu na CNG/LNG.

**Elektrické nabíjecí stanice** – V Polsku se nachází jedenáct vysokovýkonných (>43kW) dobíjecích stanic stejnosměrného proudu. Dvě leží na území města Kraków, dvě potom v hlavním městě Varšava. Další jsou rozmístěny v podstatě pravidelně a řidič elektromobilu by neměl mít problém v jakémkoliv směru nalézt tankovací místo. Výjimkou je opět severovýchodní část země u hranic s Litvou a Podkarpatskou rusí, kde se dosud nepodařilo vybudovat žádnou takovou stanici.

### 2.6.3 Česká republika (CNG, LNG, Elektro)

CNG – Síť čerpacích stanic v tuzemsku je vzhledem k rozloze státu velmi dobře rozvinutá. Za poslední tři roky (2014-2017) se zvýšil počet stanic z 50ti na skoro 150 a výstavby dalších jsou plánované v blízké budoucnosti. O výstavbu samostatných plnicích stanic pouze na CNG se zde stará společnost RWE Energo, prodejcem a obchodníkem s pohonnými hmotami je pak Innogy Energo formou outsourcingu. Největší koncentrace čerpacích stanic najdeme ve středočeském kraji a v Praze, dále i na Moravě a ve Slezsku a to především v okolí Brna, Olomouce a Ostravy. Nedostatek míst s možností dotankování CNG je především na území Karlovarska, Šumavy a Jihočeského kraje.



Obrázek 19 Mapa čerpacích stanic CNG v ČR (CNG Europe, 2017)

LNG – s dostupností kapalně formy zemního plynu je to v tuzemsku podobné jako ve dvou již zmiňovaných zemích. V ČR se nachází pouze jedna čerpací stanice, nabízející LNG a to SPOLGAS v Lounech. Do roku 2022 mají přibýt další čtyři stanice. Cílem je vytvořit tzv. Modrý koridor, který bude tvořit síť čerpacích stanic LNG tak, aby na sebe navazovaly a nákladní vozidla se díky nim mohla bez omezení pohybovat po celé Evropě. A jelikož je ČR prakticky ve středu Evropy, křížuje její území velké množství tras nákladních vozidel a je zapotřebí vystavět další LNG stanice pro komfort dopravců provozujících tyto vozy.

**Elektrické dobíjecí stanice** – rychlonabíjecích stanic s příkonem 43kw a vyšším je v ČR 37. Nejvíce jich leží v Praze a středočeském kraji, dále pak v Brně a jeho okolí. Vozy poháněné elektrickým proudem mají tudíž dostatek možností pro dobítí baterií.

## **2.7 Současná nařízení doby jízd a povinných přestávek řidičů v EU**

Při řízení nákladního vozidla nad 3.5t se musí dodržovat povinné přestávky, doba řízení a výkon. V dřívějších dobách platily předpisy známé jako AETR, od roku 2007 se řidiči v EU řídí nařízením „č. 561“ vydaným evropským parlamentem.

### **2.7.1 Doby řízení**

Nařízení zní, že řidič nesmí po dobu dvou po sobě jdoucích týdnů (např. od pondělí 1.5. 0:00 do neděle 14.5. 24:00) řídit více jak 90 hodin. Vychází to tedy 9 hodin na každý pracovní den, což je denní limit. Výjimkou jsou dva dny v týdnu s povolenou desetihodinovou dobou řízení. Maximální doba řízení v jednom týdnu je pak 56h. Pokud řidič v jednom týdnu naplní všech 56h, musí mít týden předtím i týden potom najeto maximálně 34h, aby vždy součet dvou jakýchkoliv týdnů jdoucích po sobě dal maximálně 90h.

### **2.7.2 Povinné přestávky**

- Týdenní doba odpočinku – řidič musí za celý jeden týden odpočívat alespoň 45h. Odpočinek může však zkrátit ze 45h až na 24h. Tento deficit však musí do tří týdnů smazat a to tím že dobu, o kterou jsme odpočinek zkrátili, přidáme ke standární době nějakého týdenního odpočinku. Např. pokud v 1. týdnu budeme odpočívat 24h, v limitu tří týdnů musíme odpočinek prodloužit o deficit. V našem případě by to bylo 45 + 21 (deficitních) hodin.
- Denní doba odpočinku – při každé denní jízdě musí udělat řidič pauzu 11h, třikrát ji potom může zkrátit na 9h.
- Doba odpočinku mezi jízdou – po každých 4.5 hodinách jízdy si musí řidič udělat přestávku o délce 45 minut, pokud mu zrovna nezačíná doba odpočinku. Místo 45 minut si však může v průběhu 4.5 hodin dát pauzu 15 minut a poté zbylých 30 minut.

Doby odpočinků a přestávek jsou velmi důležité a mají za úkol snížit nehodovost a zlepšit pracovní podmínky řidičů. Bohužel se najdou dopravci, kteří tato nařízení porušují a tím snižují přepravní náklady. Cenou za kilometr se poté dostávají pod ceny konkurence, kterým pak nezbyvá, než nařízení porušovat také. Zjištění porušení nařízení se trestá velkými pokutami a navíc tím dopravce riskuje únavu a následné selhání řidiče.

Jelikož platí stejná nařízení pro celou evropskou unii, dopravci/řidiči ve vybraných státech v této práci (Německo, Polsko, ČR) mají naprosto totožné podmínky.

## 2.8 Současné trasy vybraných dodavatelů

Pro tuto práci byly vybrány tři dodavatelské země (Německo, Polsko, ČR). Z každé této země však do mladoboleslavského závodu importuje materiál mnoho dodavatelů (Německo - 340, Polsko - 45, ČR - 176). Proto pro ukázkou trasy od dodavatele k odběrateli bude vybrán vždy jeden zástupce z každé země disponující velkým přepravním výkonem. Jelikož dopravci používají různorodou flotilu vozů, je zde použito standardní vozidlo koncernové značky Scania, jehož technické údaje jsou uvedeny v tabulce č. 3.

**Tabulka 3** Technické údaje standardního dieselového vozidla

Vozidlo	Palivo	Objem Nádrží	Spotřeba	Emisní norma	Emise CO <sup>2</sup>	Dojezd	Cena vozu	Cena za litr paliva
Scania R 410	Motorová nafta	640l	28l/100km	Euro 6	750 g/km	2285 km	2,2 mil korun	29,-

Zdroj: Scania (2016)

Dodavatelé disponují širokou paletou vozů, proto byl jako vzorové vozidlo vybrán standardní tahač návěsů Scania R 410, poháněný dieselovým agregátem. Palivo je uloženo v osmi osmdesátilitrových nádržích. Vozidlo plní nejpřísnější emisní normy EURO 6 a při této průměrné spotřebě (28l) vypustí do ovzduší 750g CO<sub>2</sub> na jeden kilometr jízdy. Cena vozu a cena za litr paliva je průměrná pro tři dodavatelské země (Polsko, Německo, ČR).

### 2.8.1 Německo

Jakožto vzorový dodavatel pro Německo byla vybrána společnost Volkswagen AD, jehož parametry při jízdě ze sídla společnosti do mladoboleslavského závodu se standardním dieselovým vozem jsou uvedeny v tabulce č. 4.

**Tabulka 4** Parametry německého dodavatele

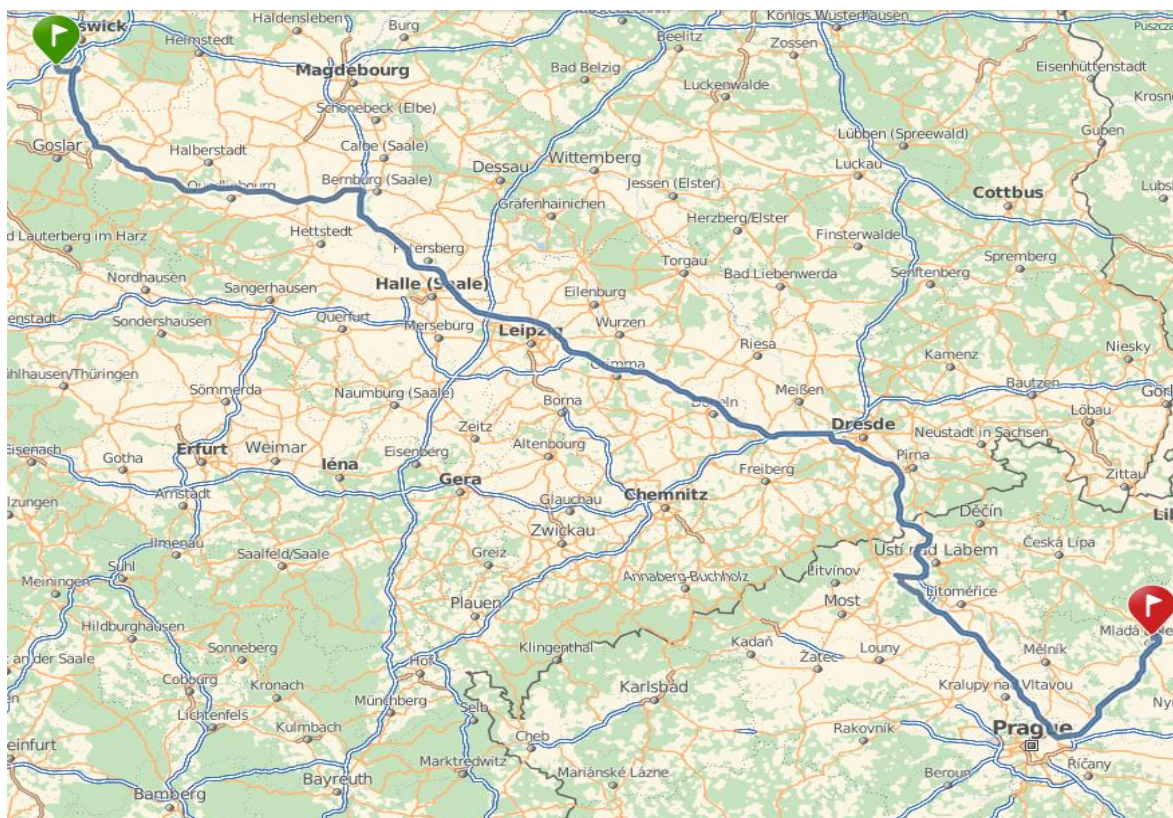
Název společnosti	Sídlo společnosti	Délka trasy (km)	Čas jízdy	Emise CO2 na trasu	Spotřeba paliva na trasu	Náklady za palivo na 1km jízdy	Náklady za palivo na trasu
Volkswagen AD	Salzgitter Beddingen	507,4	7h 27 min (včetně přestávky)	381,1 kg	142,1 litrů	8.12,-	4120,-

Zdroj : ŠKODA AUTO a.s. 2016, Mappy (2017)

Trasa znázorněná na obrázku č. 20, začíná ve výrobním závodě ve městě Salzigitter na silnici číslo 16, poté se ve městě GroßStöckheim kamion napojuje na dálnici č. 395, po ní pokračuje 28,5km dále se napojí na dálnici č. 6 a pokračuje dalších 84,7km. U města Ilberstedt se vozidlo napojuje na dálnici č. 14 a po ní jede dalších 157,3 km. Pokračuje po E4/40 17,3km a 17/E55 44,7km.

Po 4 hodinách a 22 minutách překračuje hranice Německa. V ČR se dálnice 17/E55 značí D8/E55. Kamion následně po 4.5h jízdy zastavuje na povinnou přestávku na čerpací stanici MOL Telnice. Zde čeká 45 minut. Po dálnici pokračuje do Prahy. Zde sjíždí na jižní spojku a jede 2,2km po Kbelské ulici. Poté se napojuje na rychlostní silnici 10/E55, která posléze přechází v dálnici D10/E65.

Po 50,4km použije 46. výjezd k opuštění dálnice a najede na silnici č. 38. Projede přímo dva kruhové objezdy, na třetím použije druhý výjezd do ulice Václava Klementa. Na první světelné křižovatce jede rovně, na druhé doprava a přijíždí k závodu ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav.



**Obrázek 20** Trasa německého dodavatele – označena tmavě modře (Mappy, 2017)

## 2.8.2 Polsko

Vzorovým dodavatelem z Polska byla vybrána společnost Simoldes Plasticos. Parametry pro diesellový kamion jedoucí ze sídla společnosti do mladoboleslavského závodu jsou uvedeny v tabulce č. 4.

**Tabulka 4** Parametry německého dodavatele

Název společnosti	Sídlo společnosti	Délka trasy (km)	Čas jízdy	Emise CO2 na trasu	Spotřeba paliva na trasu	Náklady za palivo na 1km jízdy	Náklady za palivo na trasu
SIMOLDES PLASTICOS	Jelcz – Laskowice	259,9km	5h 21min (včetně přestávky)	195,18 kg	72,7 litrů	8,12,-	2 110,-

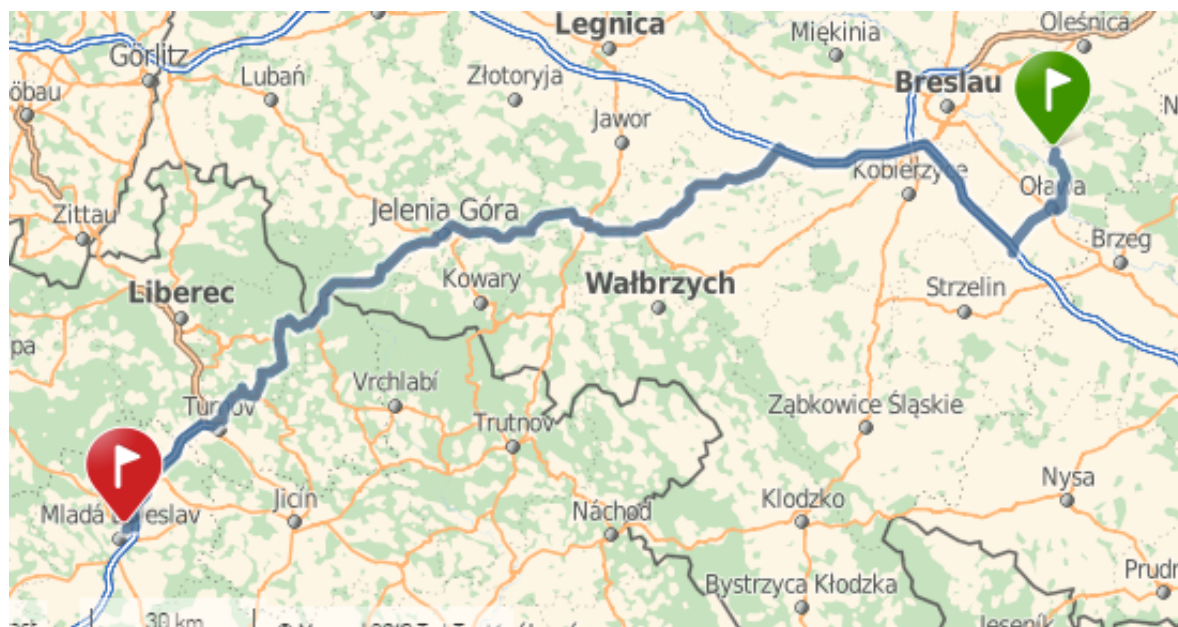
Zdroj : ŠKODA AUTO a.s. (2016), Mappy (2017)



Trasa polského dodavatele znázorněna mapou na obrázku 21, ukazuje, že kamion vyjíždí z výrobního závodu Simondes Plasticos Polska ve městě Jelcz-Laskowice a najíždí na silnici číslo 455. Pokračuje směrem k městu Olawa, které projíždí a dále směrem k nájezdu na dálnici A4. Napojuje se na ní a pokračuje 53,5km, poté využije dálnici č. 5, po níž jede až do města Bolkov, kde se komunikace č. 5 odvrací a po hlavním tahu označeným č. 3. jede až do města Jelenia Góra. Pokračuje stále po silnici č. 3 skrz města Piechowice a Szklarska Poreba až k českým hranicím.

V České republice poté projíždí krkonošským Harrachovem a Kořenovem, dále směr Tanvald poté přes Železný Brod. Poté přes Malou Skálu až do Turnova, kde se napojuje na dálnici D10, po níž pokračuje okolo Mnichova Hradiště až do Mladé Boleslavi, kde sjíždí 46. výjezdem na silnici č. 38. Projede přímo dva kruhové objezdy, na třetím použije druhý výjezd do ulice Václava Klementa. Na první světelné křižovatce jede rovně, na druhé doprava a přijíždí k závodu ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav.

Čas samotné cesty je 4h 36 minut, tudíž 6 minut před příjezdem na místo by si řidič podle nařízení musel dát pauzu 45 minut na čerpací stanici v Mnichově Hradišti (s tím zde počítáme). V reálném provozu by ale nejspíše řidič přetáhl dobu jízdy a dal si z úsporných a časových důvodů přestávku až při vykládce.



**Obrázek 21** Trasa polského dodavatele – označena tmavě modře (Mappy, 2017)

### 2.8.3 Česká republika

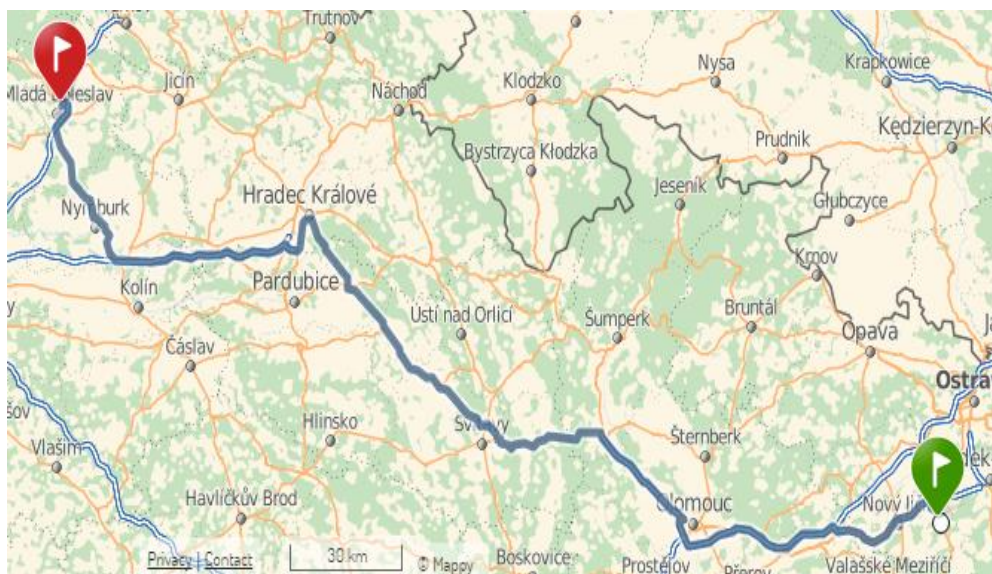
Pro ČR byl vybrán dodavatel TAWESCO s.r.o. se sídlem v Kopřivnici. Údaje o trase ze sídla společnosti do mladoboleslavského závodu jsou uvedeny v tabulce č. 5

**Tabulka 5** Parametry dodavatele z ČR

Název společnosti	Sídlo společnosti	Délka trasy (km)	Čas jízdy	Emise CO2 na celou trasu	Spotřeba paliva na trasu	Náklady za palivo na 1km jízdy	Náklady za palivo na trasu
TAWESCO S.R.O.	Kopřivnice	308 km	6h 8 min (vč. přestávky)	245,95 kg	86,2 litrů	8,12,-	2501,-

Zdroj: ŠKODA AUTO a.s. (2016), Mappy (2017)

Trasa, zobrazená na mapě (obrázek 22), začíná v areálu společnosti TAWESCO s.r.o. (bývalý areál Tatry) v Kopřivnici. Napojuje se na silnici I. třídy č. 480 a na prvním kruhovém objezdu třetím výjezdem najíždí na silnici I. třídy č. 58. U města Příbor se dostává na rychlostní silnici 48/E462 a pokračuje přes Nový Jičín až do obce Běloutín, kde se připojuje na dálnici D1. Ta se v Přerově odklání a kamion pokračuje po D35 okolo Olomouce až k obci Mohelnice, kde dálnice končí a souprava jede dále po silnici E442 přes Moravskou Třebovou, Litomyšl, Vysoké Mýto až do Hradce Králové. Trasa poté směřuje okolo města skrz obec Milovice, kde je možné po 4h jízdy udělat 45 minut přestávku. Kamion pokračuje přes Jičín, Sobotku až do Mladé Boleslavi. Zde projede rovněž dva kruhové objezdy, na třetím použije druhý výjezd do ulice Václava Klementa. Na první světelné křižovatce jede rovněž, na druhé doprava a přijíždí k závodu ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav.



**Obrázek 22** Trasa dodavatele z ČR – označena tmavě modře (Mappy, 2017)

### **3 MOŽNOSTI NAsAZENÍ PROGRESIVNÍCH TECHNOLOGIÍ VE SPOLEČNOSTI ŠKODA AUTO A.S.**

V analytické části byla zmapována síť čerpacích stanic alternativních paliv (LNG, CNG, Elektro) ve třech zásadních dodavatelských zemích (Německo, Polsko, ČR), současné trasy vybraných dodavatelů z jednotlivých zemí do závodu Mladá Boleslav, nařízení povinných přestávek řidičů a okrajově technologie ve vnitrozávodní dopravě ŠKODA AUTO a.s. a transportní koncepty společnosti.

Třetí část práce bude zaměřena na shrnutí ekonomické a ekologické výhodnosti jednotlivých pohonů ve srovnání s konvenčním, reálnou úsporu nákladů a životního prostředí na trase vybraných dodavatelů při použití alternativních paliv a návrh řešení pro současnost i budoucnost kamionové dopravy.

#### **3.1 Ekonomická a ekologická výhodnost jednotlivých typů pohonu**

V této kapitole tedy budou shrnuty jednotlivé typy alternativních paliv/pohonů a jejich ekonomická a ekologická výhodnost.

V tabulce č. 6 je vždy uveden typ pohonu, vzorové vozidlo, které je standartní a (mimo elektropohonu) běžně dostupné. Ceny vozů jsou získány od prodejců vozů Scania ceny paliv z aktuálních statistik.

Spotřeba nafty je orientační a zde záleží na mnoha aspektech v dopravě. Pro dálkové trasy se však pohybuje okolo uvedené hodnoty. Ceny za litr paliva (nabití) jsou průměrné a mohou se v závislosti na lokalizaci čerpací stanice lišit. Jak je z tabulky vidět, nejvyššími emisemi oxidu uhličitého disponuje klasický diesellový pohon (750g/km). V podstatě skoro stejné hodnoty vykazuje kombinace Diesel/LPG (745g/km). O více jak 100g méně vypustí do ovzduší pohony na bázi zemního plynu (638g/km) a při současném mixu zdrojů také elektrický pohon (617g/km). Nejnižším množstvím vypuštěného CO<sub>2</sub> pak disponuje bionafta. Zde je uveden pokles o 60% oproti dieselu, což je spodní hranice. Dle některých zdrojů je pokles CO<sub>2</sub> až 66% a u velmi čistých forem až 85%.

Co se týče elektrického tahače, cena zatím není známá, jelikož sériová výroba dosud nebyla zahájena.

**Tabulka 6** Ekonomická a ekologická výhodnost vybraných typů pohonů

Palivo/ pohon	Vzorové vozidlo	Cena vozu (Kč)	Spotřeba	Cena za litrpaliva	Náklady za palivo	Dojezd (km)	Emisní norma	Emise CO <sub>2</sub>
Diesel	ScaniaR 410	2,2 mil.	28l/ 100km	29,-	8,12,- /km	2285	EURO 6	750g/ km
CNG	Scania G 340	3,3 mil.	23,5kg/ 100km	25,-/kg	5,88,- /km	300	EURO 6	638g/ km
LNG	Scania G 340	4,4 mil.	23,5l/ 100km	25,-	5,88,- /km	900	EURO 6	638g/ km
Bionafta	Scania R 410	2,2 mil.	30l/ 100km	31,-	9,30,- /km	2133	EURO 6	300g/ km
Diesel/ LPG	Scania R 410	2,3 mil.	18.5 nafty +9.5 LPG/100km	29,- /14,-	6,70,- /km	2631	EURO 6	745g/ km
Elektro	MB E- truck	-	100 kWh/ 100km	5,- /kWh	5,-/km	210	-	617g/ km

Zdroj: Scania (2016), Fuel Prices Europe (2017)

## 3.2 Aplikace jednotlivých pohonů na vybrané dodavatele

V této kapitole bude za úkol porovnat současné jízdy vybraných dodavatelů při využití standardního paliva (diesel) s možným budoucím řešením jízd za využití alternativních pohonů. Hodnotí se zde jak náklady na absolvovanou trasu, tak úspora emisí CO<sub>2</sub> a zároveň reálnost nasazení pohonu na dané trase.

### 3.2.1 Německo

V tabulce č.7 je porovnán konvenční dieselový kamion a vozy s alternativním pohonem na trase německého dodavatele. Výpočet nákladů za palivo na trasu se odvíjí od průměrné ceny paliva a ujetých kilometrů. Počet tankování na trasu udává, kolikrát musí řidič zastavit na načerpání paliva pro absolvování celé trasy. Emise CO<sub>2</sub> na trase znázorňují, kolik bylo během jedné cesty do ovzduší vypuštěno oxidu uhličitého.

**Tabulka 7** Srovnání alternativních pohonů s dieselovým pro německého dodavatele

Společnost	Délka trasy	Palivo	Spotřeba	Náklady za palivo na trasu	Počet tankování na trasu	Emise CO <sub>2</sub> na trase
Volkswagen AD	507,4 km	Diesel	28l/ 100km	4120,-	1	380,6 kg
		CNG	23,5kg/ 100km	2984,-	2	323,7 kg
		LNG	23,5l/ 100km	2984,-	1	323,7 kg
		Bionafta	30l/ 100km	4719,-	1	152,2 kg
		Diesel/ LPG	18.5 nafty +9.5 LPG/100km	3400,-	1	378 kg
		Elektro	100 kWh/ 100km	2 537,-	3	313,1 kg

Zdroj: Scania (2016)

Jak lze vidět v tabulce, nejnižší náklady na trasu má elektrický tahač. Problémem ovšem je, že na takto dlouhé trasy musí kamion dvakrát zastavovat na plné dobití baterií, jelikož elektricky poháněný vůz má dojezd pouze 210 km. Je tedy zřejmé, že elektrický tahač na takto dlouhou trasu zatím nelze použít. Co se týče sítě nabíjecích stanic, tak především v Německu ale i v tuzemsku by byl schopen tahač dojet od jedné rychlonabíjecí stanice ke druhé bez problému, ale z časových důvodů by se tento způsob přepravy zatím nevyplatil (dlouhá zdržení na dobíjecích stanicích).

Co se týče LNG, tak ani jedna stanice (Ulm, Berlín) není tak umístěna, aby byla výhodná a kamiony ze Salzgitteru mohly využívat jejích služeb. Tato volba tedy není pro dodavatele z této lokace vhodná.

Vozidlo na stlačený zemní plyn tuto trasu také není schopno absolvovat bez tankování. CNG disponuje velkým objemem tudíž je zapotřebí instalace velkých nádrží, přičemž plynné stádium nemá tak velkou energetickou kapacitu jako třeba Diesel nebo LNG. Pokud by tak vozidlo vyrazilo z výchozího města s plnými nádržemi, bylo by pro bezpečný dojezd zapotřebí natankovat ve městě Dobeln, vzdáleného 265 km od Salzgitteru. Během tankování by si řidič mohl dát 15 minutovou pauzu, kterou by pak mohl dokončit na stejném místě jako v případě dieselového vozu (ČS MOL Telnice). Tím pádem by čas jízdy stejný jako s dieselovým vozem.

Největší náklady na palivo vynaložíme při provozu na bionaftu. Ta je v dnešní době drahá a dopravcům se nevyplatí. Na druhou stranu disponuje velmi nízkými emisemi CO<sub>2</sub>.

Diesel/LPG je obecně dobře dostupná volba, především co se týče nákladů. V současné době se vyplatí dodavateli natankovat obě paliva v ČR. Cena nafty je zde nižší o zhruba 1,70,- za litr a LPG vyjde levněji o 1,10,-.

### 3.2.2 Polsko

V tabulce č. 8 je porovnán konvenční diesellový kamion a vozy s alternativním pohonem na trase polského dodavatele. Výpočet nákladů za palivo na trasu se odvíjí od průměrné ceny paliva a ujetých kilometrů. Počet tankování na trasu udává, kolikrát musí řidič zastavit na načerpání paliva pro absolvování celé trasy. Emise CO<sub>2</sub> na trasu udávají, kolik bylo během jedné cesty do ovzduší vypuštěno oxidu uhličitého.

**Tabulka 8** Srovnání alternativních pohonů s diesellovým pro polského dodavatele

Společnost	Délka trasy	Palivo	Spotřeba	Náklady za palivo na trasu	Počet tankování na trasu	Emise CO <sub>2</sub> na trasu
SIMOLDES PLASTICOS	259,9 km	Diesel	28l/ 100km	2 110,-	1	194,9 kg
		CNG	23,5kg/ 100km	1 528,-	1	165,8 kg
		LNG	23,5l/ 100km	1 528,-	1	165,8 kg
		Bionafta	30l/ 100km	2 417,-	1	78 kg
		Diesel/LPG	18.5 nafty +9.5 LPG/100km	1 741,-	1	193,6 kg
		Elektro	100 kWh/ 100km	1 300,-	2	160,4 kg

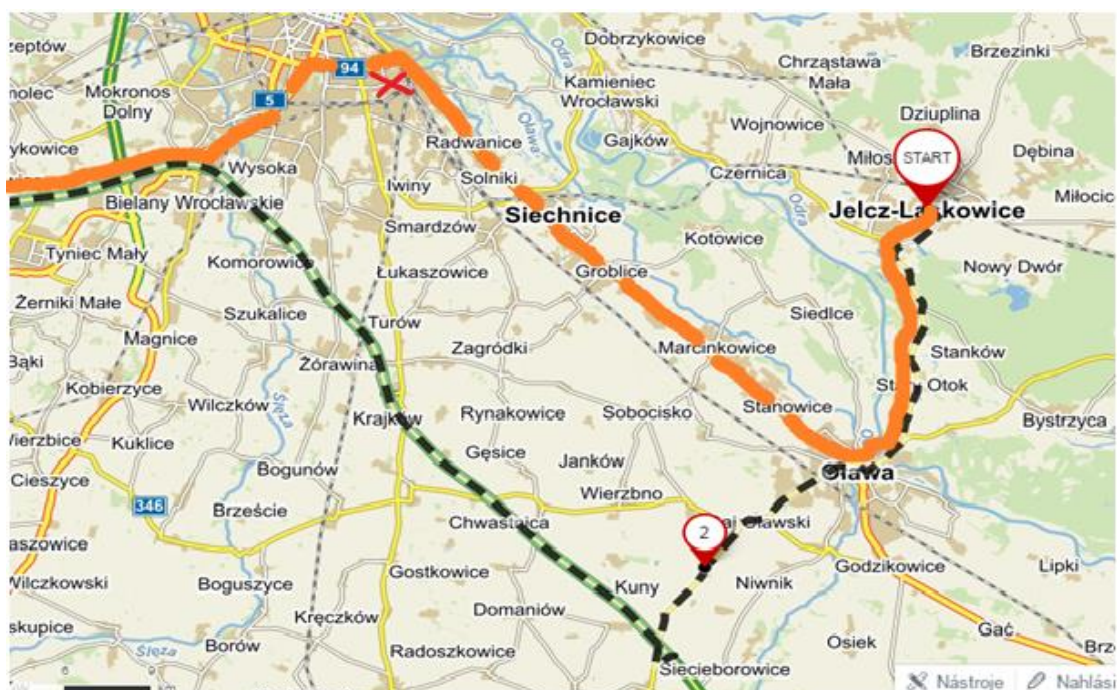
Zdroj : Scania (2016)

Polský dodavatel absolvuje trasu dlouhou pouze necelých 260km, proto je možné ji ujet na všechny typy uvedených pohonů (mimo elektropohonu) na jedno natankování (viz. tabulka č. 8). Pouhou jednu zastávku na trasu (pokud vyjíždí plně nabitý) musí absolvovat elektrický tahač. To se zdá být jako schůdná varianta. I přesto, že v okolí města Jelcz-Laskowice nejsou žádné rychlodobíjecí stanice, bylo by možné vozidlo dobít ze sítě přímo v areálu společnosti. Kamion by vyrazil po stejné trase jako současný diesellový. Po 186km by zastavil na rychlonabíjecí stanici CHadeMO v Hradci Králové a zde by si dal zároveň 45 minutovou přestávku, protože najednou by trasu stejně nezvládl. Počkat by musel dalších 15

minut, aby dobil alespoň 50kWh (50km dojezdu). Pak by dojel do Mladé Boleslavi bez problému. Zde by měl ale naprosto prázdné baterie, které se na 50kW CHAdeMO dobíjí přes 4 hodiny. Opět je tu tedy problém s krátkým dojezdem na jedno nabití.

Co se týče LNG, čerpací stanice u města Srem leží 168km od výchozího bodu. Je tudíž šance, že pokud by jel kamion na dokládku poblíž této stanice (transportní koncept Milkrun), mohl by natankovat na plný dojezd 900 kilometrů a pak absolvovat celou trasu až do Mladé Boleslavi. Když by jel směrem na západ na Chomutov do Německa, mohl by dotankovat na LNG stanici v Lounech. V této práci ale uvažujeme pouze jednoduchou dodávku z bodu A do B, proto je LNG na tuto trasu prozatím nevyužitelné.

Stlačený zemní plyn lze natankovat 27km od výchozího bodu ve Wroclavi, což by se dalo realizovat, pokud by kamion nemířil přímo na dálnici A4, ale ve městě Olawa se napojil na silnici I. třídy č. 94. a pokračoval tudy přes město Siechnice, a u města Wrocław natankoval (viz. obrázek č. 23). S dojezdem 300km by poté zamířil standardní trasou směr Mladá Boleslav. Zde by mohl natankovat CNG na čerpací stanici v Kosmonosích. Tato trasa je o 16 minut (+1 tankování ve Wroclavi cca 15 minut) a 5km delší, ale nejvýhodnější co se týče využití vozidla na CNG a vcelku dobře realizovatelná.



**Obrázek 23** Změněná trasa polského dodavatele s vozidlem na CNG, červený kříž značí první tankování CNG ve Wroclavi (Mapa ČR, 2017)



Bionafta je opět nejméně ekonomicky výhodná, jelikož i v Polsku se kvůli poklesu cen ropy stává dražší než nafta konvenční.

Pro pohon diesel/LPG je pak výhodnější tankovat paliva na polském území, kde je průměrná cena za litr nafty nižší o 3,- a cena za litr LPG nižší o 1,60,- než na českém území.

### 3.2.3 Česká republika

V tabulce č.9 bude porovnán konvenční diesellový kamion a vozy s alternativním pohonem na trase dodavatele z ČR. Výpočet nákladů za palivo na trasu se odvíjí od průměrné ceny paliva a ujetých kilometrů. Počet tankování na trasu udává, kolikrát musí řidič zastavit na načerpání paliva pro absolvování celé trasy. Emise CO<sub>2</sub> na trasu udávají, kolik bylo během jedné cesty do ovzduší vypuštěno oxidu uhličitého.

**Tabulka 9** Srovnání alternativních pohonů s diesellovým pro dodavatele z ČR

Společnost	Délka trasy	Palivo	Náklady za palivo na 1km	Náklady za palivo na trasu	Počet tankování na trasu	Emise CO <sub>2</sub> na trasu
TAWESCO S.R.O.	327 km	Diesel	8,12,-	2 655,-	1	245,3 kg
		CNG	5,88,-	1 923,-	2	208,6 kg
		LNG	5,88,-	1 923,-	1	208,6 kg
		Bionafta	9,30,-	3 041,-	1	98,1 kg
		Diesel/LPG	6,70,-	2 191,-	1	243,6 kg
		Elektro	5,-	1 635,-	2	201,8 kg

Zdroj: Scania (2016)

Dodavatel z tuzemska absolvuje trasu dlouhou 327km. Elektrický tahač by v tomto případě (pokud by vyjel s plně nabitými akumulátory) musel na trase jednou zastavit na dobití (viz. tabulka č. 9). Ideálně ve městě Hradec Králové, kam by dojel s prázdnými bateriemi. Zde by však musel čekat minimálně 1h a 50 minut, jelikož by potřeboval dobít alespoň 90 minut dojezdu, aby byl schopen dojet do Mladé Boleslavi. Už v této chvíli je elektrický pohon nepoužitelný z důvodu časové ztráty a tudíž s ním ani pro takto dlouhou trasu nelze počítat.

Provoz LNG vozidla na této trase rovněž není možný. Jediná tuzemská stanice leží v Ústeckém kraji, což je naprosto mimo plán trasy.

Pokud by byla trasa absolvována s vozidlem poháněným CNG (dojezd 300km), jako nejlepší možnost natankování by se jevila čerpací stanice ve Valašském Meziříčí. Z tohoto města by kamion pokračoval směrem k obci Hranice a posléze k Lipníku nad Bečvou, kde by se napojil na dálnici D1. Poté by pokračoval standartně jako v případě dieselového vozidla. Jelikož je trasa z Val. Meziříčí do Boleslavi dlouhá 310km, bylo by zapotřebí dotankovat CNG ještě před příjezdem do závodu. Jako nejvhodnější volba se jeví čerpací stanice Bonett EUROGAS v Hradci Králové. Trasa se poté odvíjí stejně jako s dieselovým vozem (Hořice, Jičín, Mladá Boleslav).

Bionafta je i v ČR momentálně nedostupná, jelikož se prodejčům nevyplatí nakupovat z důvodu vysoké ceny oproti klasické naftě.

Diesel v kombinaci s LPG lze tankovat v ČR za podobné ceny jako ty, které jsou uvažované v analytické části (nafta 29,-/l, LPG 14,-/l)

### 3.2.4 Návratnost investic

V tabulce č. 10 je spočítána teoretická návratnost investic na přestavbu vozu. Především v případě LNG je nájezd tak vysoký, že se investice jeví jako nesmyslná. V budoucnu je ale možné počítat s daňovými úlevami pro provozovatele vozů s alternativními pohony, tudíž by se i takto vysoké investice mohly vrátit mnohem dříve, než je v tabulce uvedeno.

**Tabulka 10** Návratnost investic jednotlivých pohonů

Palivo	Cena přestavby oproti Dieselu	Rozdíl v ceně paliva za 1km cesty	Nutný nájezd pro návratnost investice
Diesel	-	-	-
CNG	+ 1,1 mil.,-	-2,24,-	491 071 km
LNG	+ 2,2 mil.,-	-2,24,-	982 142 km
Bionafta	0,-	+1,18,-	Nikdy
Diesel/LPG	+ 0,1 mil.,-	-1,42,-	70 422 km
Elektro	N/A	-3,12,-	-

Zdroj: Scania (2016)

### 3.3 Návrh řešení

Většina alternativních pohonů je reálná pro nasazení v běžném provozu. Každý z nich má ale zatím své nevýhody a proto se na rozdíl od univerzálního dieselového pohonu dá využít jen za určitých okolností souvisejících především s kilometrovou vzdáleností ujetou za jeden den. Bude zde uvedeno řešení pro dodavatele v současnosti a do budoucna.

#### 3.3.1 Stav využitelnosti alternativních pohonů

LNG je dle autora vhodné palivo, co se týče emisí, dojezdu i nákladů za litr paliva. Náklady na přestavbu vozu jsou však příliš vysoké a počet čerpacích stanic je velmi nízký až nulový. Pokud by v Evropě vznikly tzv. Modré koridory, zajišťující pravidelné rozmístění čerpacích stanic, palivo by se stalo dobře využitelným jak pro kamionovou tak i dálkovou autobusovou dopravu. Větší počet přestaveb by pak mohl snížit jejich cenu. Pomohla by i daňová úleva ze strany státu. Nevýhodou této alternativy je fakt, že plyn se po vytěžení musí vytěžit, po přepravě zplynovat a před prodejem zákazníkovi znovu zkapalnit, což vyžaduje určité množství energie navíc. Zemní plyn je navíc neobnovitelný a za zhruba 150 let se zásoby pravděpodobně vyčerpají.

Ideálním druhem pohonu pro dálkovou dopravu v současnosti se jeví CNG. Vozy mají dojezd okolo 300 km, což je ale stejně většinou přibližná vzdálenost, po které musí řidič absolvovat 45 minutovou pauzu, takže se tankováním (cca 15 minut) nezdrží. Navíc síť čerpacích stanic (především v Německu, ale i ČR) je dostatečně hustá a lokalizována v okolí velkých měst, takže pokud dispečer správně naplánuje trasu, nebude problém natankovat (platí v podstatě pro celou západní a střední Evropu). Nevýhodou je skutečnost, že kvůli velké objemové náročnosti CNG není v podstatě možné dojezd vozidel prodloužit. Stejně jako u LNG i CNG je zemní plyn, který je neobnovitelný.

Bionafta je kvůli nízké ceně ropy dražší, než ta konvenční, proto je v současnosti v podstatě nepoužitelná. Výhodou jsou ale její nízké emise CO<sub>2</sub> a fakt, že není potřeba vůz k provozu na bionaftu přestavovat. Její šance na využití by zvýšily větší dotace pro zemědělské společnosti pěstující olejniny nebo výrazné zvýšení ceny nafty. Představa, že by všechny dieselové motory spalovaly bionaftu a olejnaté plodiny zabíraly obrovské půdní plochy, není reálná.

Kombinace LPG s Dieselem se také jeví jako výhodná možnost. Přestavba stojí okolo 100 tisíc korun a investice se vrátí zhruba za 70 000 km. Dle autora však není tato možnost ideální, neboť vznětový motor na palivo jiné povahy není stavěný. Jelikož se pak zástavba úprav motorových součástí se netýká a zahrnuje pouze montáž nádrží s LPG a vstříkovačů,

není jisté, zda nevzniknout po několika letech provozu komplikace s chodem motoru vlivem poškození důležitých komponentů hnacího agregátu (písty, ventilová sedla, hlava válců apod.)

Co se týče elektrického pohonu, jeho využití pro dálkovou dopravu v současnosti není reálné. Problémem je především nízký dojezd na plně nabitě baterie, jejichž nabití i za použití rychlonabíječek CHAdeMO/CCS trvá několik hodin. Navíc např. v tuzemsku stojí výroba elektřiny stále velké množství CO<sub>2</sub>. Reálné využití těchto vozů je tedy především v rámci vnitrozávodních provozů nebo městských operací s malým denním nájezdem. V budoucnu je zapotřebí zapracovat především na zvýšení kapacity baterií. Předpokládá se dojezd až 500km. Dálkový kamion je však po dálnicích za jednu denní směnu (9-11h) schopen ujet vzdálenost i 650-800km, což by ani s vysokokapacitními články nebylo možné. Proto se jako ideální možnost jeví kombinace elektropohonu s menším spalovacím motorem, který by skrz výkonné alternátory dobíjel články alespoň pro potřeby denní spotřeby. Pokud by tento motor navíc spaloval bionaftu s nízkou produkcí CO<sub>2</sub> a podléhal nejpřísnějším emisním normám, byla by tato kombinace velmi zajímavou možností silniční nákladní dopravy budoucnosti

## ZÁVĚR

Bakalářská práce je věnována progresivním technologiím v silniční nákladní dopravě v rámci kamionové dopravy ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., která je největším tuzemským producentem osobních vozidel. V její teoretické části byly podrobně popsány progresivní technologie, které jsou v současné době diskutované v kamionové dopravě. Zásadní v této kapitole byly alternativní pohony a paliva, jelikož konvenční spalovací agregáty používající fosilní palivo nebudou v budoucnu schopné plnit přísné emisní normy a bude je zapotřebí nahradit palivem, které bude jak ekologičtější, tak nezávislé na obnovitelných zdrojích.

Druhá kapitola byla věnována analýze progresivních technologií ve vnitrozávodní dopravě společnosti ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi. Byl proveden rozbor vozového parku a strategie, kterou by společnost mohla v budoucnu nasadit. V této kapitole byly dále popsány transportní koncepty využívané externími dopravci společnosti a současná nařízení pro povinné přestávky a odpočinky řidičů. Zásadním bodem kapitoly pak zůstává samotná analýza jízd vybraných dopravců, kde byly detailně popsány jednotlivé trasy ze sídla společnosti dodavatele až do mladoboleslavského závodu. Byla zde vypočítána spotřeba pohonných hmot, doba jízdy a emise CO<sub>2</sub> pro standartní diesellové vozy využívané v současnosti.

Třetí kapitola navazuje na analýzu současného stavu z předešlé kapitoly a zaměřuje se na simulaci jízd za použití alternativních pohonů a paliv u vybraných dodavatelů. Jsou zde vyčísleny náklady za palivo a emise CO<sub>2</sub>, vypuštěné do ovzduší při použití těchto technologií. Dále jsou zde dle potřeby vypsány trasy, které bylo zapotřebí změnit za účelem natankování na vhodné čerpací stanici.

V poslední části je vypočítána návratnost investic do vozidel s alternativním pohonem a také současný stav dostupnosti a ekologicko-ekonomické výhodnosti jednotlivých pohonů a opatření, která je zapotřebí do budoucna zajistit, aby byly tyto alternativy reálně využitelné a zároveň snížily výfukové emise kamionové dopravy a omezily závislost na neobnovitelných zdrojích.

## POUŽITÁ LITERATURA

- ADAMEC, Vladimír et al., 2008. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2156-9
- ASOCIACE PRO ELEKTROMOBILITU ČESKÉ REPUBLIKY, 2015. Stručná historie elektromobilů[online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/stru%C4%8Dn%C3%A1-historie-elektromobilu>
- BOMFORD, Andrew, 2013. How environmentally friendly are electric cars? *BBC News* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.bbc.com/news/magazine-22001356>
- BURKOVÍČ, Radovan, 2014. Nabíjecí stanice, druhy a použití. *Hybrid* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nabijeci-stanice-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-venaletet>
- DAIMLER, 2017. Mercedes-Benz e-Truck - First fully electric truck. *Daimler* [online], [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/urban-etruck.html>
- DIESELGAS, 2014. Jaké výhody má duální pohon diesel na CNG? *Diesel Gas* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/diesel-gas-cng>
- DIESELGAS, 2014. Kalkulátor rentability přestavby Diesel Gas LPG. *Diesel Gas* [online]. [cit.2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/kalkulator-rentability-diesel-gas-lpg/>
- ELEKTROMOBILY, 2010. Historie elektromobilismu. *Elektromobily* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://elektromobil.vseznamu.cz/historie-elektromobilismu>
- GROHMANN, Jan, 2014. Náklad'ák Bulettruck – všemocná aerodynamika. *Hybrid* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nakladak-bullettruck-vsemocna-aerodynamika>
- MAPPY, 2017. *Mappy*[online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <https://en.mappy.com/#/0/M2/THome/N0,0,15.91209,50.47535/Z11/>
- MATĚJOVSKÝ, Vladimír, 2005. *Automobilová paliva*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0350-5
- PÁNEK, Jan, 2016. Autonomní nemají být jen auta, ale hlavně kamiony. *Svět hardware* [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/autonomni-nemaji-byt-jen-auta-ale-hlavne-kamiony/42563>
- PAVEC, Jan, 2016. Konec řidičů? Autonomní kamiony úspěšně projely Evropou a ušetřily palivo. *E15* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/doprava-a->

logistika/konec-ridicu-autonomni-kamiony-uspesne-projely-evropou-a-usetrily-palivo-1286548

PAVLŮSEK, Ondřej, 2016. Scania: První elektrifikovaná trasa otevřená ve Švédsku. *Auto* [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/scania-prvni-elektrifikovana-cesta-otevrena-svedsku-video-96110>

PAVLŮSEK, Ondřej, 2014. Mercedes Benz FT-2025 se představuje. *Auto* [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/mercedes-benz-future-truck-2025-predstavuje-3x-video-83223>

SAJDL, Jan, 2011. Aerodynamika. *Autolexicon* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/aerodynamika/>

SAMSUNG, 2015. The Safety Truck could revolutionize road safety. *Samsung newsroom* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://news.samsung.com/global/the-safety-truck-could-revolutionize-road-safety>

SCANIA, 2016. Autonomní dopravní řešení otevírá svět příležitostí. Scania [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: [https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2016/06/rel-autonomni\\_dopravnieeniotevirasvtpilei-60-598316.html](https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2016/06/rel-autonomni_dopravnieeniotevirasvtpilei-60-598316.html)

SCANIA, 2016. Scania hybrid – revoluce pro městskou distribuci. *Scania* [online]. [cit. 2017-04-24] Dostupné z: [https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2015/10/rel-scania\\_hybridrevolucepromstskoudistribu-60-502076.html](https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2015/10/rel-scania_hybridrevolucepromstskoudistribu-60-502076.html)

SOUKUP, Petr, 2011. Hybridní nákladák Volvo FE jde do výroby. *Hybrid* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/hybridni-nakladak-volvo-fe-jde-do-vyroby>

ULMANOVÁ, Miroslava, 2016. *Prezentace – transport dílů a materiálu*. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO A.S.

VESELÁ, Markéta, 2014. LNG vs. CNG. *CNG Plus*[online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/lng-vs-cng.html>

VESELÝ, Jan, 2016. Je z hlediska emisí výhodnější spalovací auto nebo elektromobil? *Hybrid* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z <http://www.hybrid.cz/pocitame-je-z-hlediska-emisi-vyhodnejsi-spalovaci-auto-nebo-elektromobil>

VINCENT, James, 2015. BMW is first to deploy an electric 40-ton truck on European roads. *The Verge* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2015/7/10/8927489/bmw-electric-truck-europe-terberg>

VLK, František, 2004. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-1602-5.

VLK, František, 2006. *Paliva a maziva motorových vozidel*. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-6461-5

VŠE O CNG, 2016. Historie CNG. *CNG* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:  
<http://www.cng.cz/cs/historie-131>



## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> Výpočet ekologické výhodnosti elektrotahače.....	19
<b>Tabulka 2</b> Vývoj použití CNG v ČR .....	22
<b>Tabulka 3</b> Technické údaje standardního dieselového vozidla .....	46
<b>Tabulka 4</b> Parametry německého dodavatele .....	47
<b>Tabulka 5</b> Parametry dodavatele z ČR .....	50
<b>Tabulka 6</b> Ekonomická a ekologická výhodnost vybraných typů pohonů.....	52
<b>Tabulka 7</b> Srovnání alternativních pohonů s dieselovým pro německého dodavatele.....	53
<b>Tabulka 8</b> Srovnání alternativních pohonů s dieselovým pro polského dodavatele .....	55
<b>Tabulka 9</b> Srovnání alternativních pohonů s dieselovým pro dodavatele z ČR.....	57
<b>Tabulka 10</b> Návratnost investic jednotlivých pohonů.....	58

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> První elektromobil, který pokořil hranici 100km/h .....	11
<b>Obrázek 2</b> Slavný elektromobil GM EV1 z roku 1996 .....	12
<b>Obrázek 3</b> Hybridní tahač Scania s možností pohonu elektrickými trolejemi .....	14
<b>Obrázek 4</b> Plně elektricky poháněný nákladní vůz Mercedes Benz E-truck.....	15
<b>Obrázek 5</b> Autonomní tahač návěsů Mercedes-Benz Future Truck 2025.....	27
<b>Obrázek 6</b> Kamion s „průhledným“ návěsem .....	29
<b>Obrázek 7</b> Aerodynamický kamion „Bullettruck“ .....	31
<b>Obrázek 8</b> Standartní americký kamion .....	31
<b>Obrázek 9</b> Mapa výrobních závodů ŠKODA AUTO A.S.....	32
<b>Obrázek 10</b> Elektrický tahač STILL a dva návěsy EDIS se solárními panely.....	36
<b>Obrázek 11</b> Schematické znázornění transportního konceptu Přímá jízda .....	37
<b>Obrázek 12</b> Schematické znázornění transportního konceptu Milkrun .....	37
<b>Obrázek 13</b> Schematické znázornění transportního konceptu Sběrná služba .....	38
<b>Obrázek 14</b> Schematické znázornění transportního konceptu KCC .....	38
<b>Obrázek 15</b> Graf procentuálního zastoupení dodavatelů pro ŠKODA AUTO A.S. ....	39
<b>Obrázek 16</b> Mapa čerpacích stanic CNG Německu .....	41
<b>Obrázek 17</b> Mapa rychlonabíjecích stanic s >43kW v Německu.....	42
<b>Obrázek 18</b> Mapa čerpacích stanic CNG v Polsku .....	43
<b>Obrázek 19</b> Mapa čerpacích stanic CNG v ČR .....	44
<b>Obrázek 20</b> Trasa německého dodavatele – označena tmavě modře .....	48
<b>Obrázek 21</b> Trasa polského dodavatele – označena tmavě modře .....	49
<b>Obrázek 22</b> Trasa dodavatele z ČR – označena tmavě modře .....	51
<b>Obrázek 23</b> Změněná trasa polského dodavatele s vozidlem na CNG.....	56

## SEZNAM ZKRATEK

CNG	Compressed Natural Gas Stlačený zemní plyn
CKD	Complete Knocked-Down Kompletně rozložený vůz
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide Oxid uhličitý
ČR	Česká Republika
FBU	Full Built Unit Kompletně složený vůz
GPS	Global Positioning System Globální polohový systém
HVO	Hydrogenized VegetableOil Hydrogenizovaný rostlinný olej
kWh	KiloWatt na hodinu (kilowatthodina)
LCD	Liquid Crystal Display Displej z tekutých krystalů
LNG	Liquified Natural Gas Zkapalněný zemní plyn
LPG	Liquified Petroleum Gas Zkapalněný ropný plyn
MHD	Městská Hromadná Doprava
SKD	Semi Knocked-Down Polorozložený vůz