

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Obnova vozového parku hromadné dopravy vozy s alternativním pohonem
s ohledem na ekonomický přínos

Hana Černá

Bakalářská práce

2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana Černá**
Osobní číslo: **D10395**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Obnova vozového parku hromadné dopravy vozy
s alternativním pohonem s ohledem na ekonomický přínos**
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. Možnosti alternativních pohonů dopravních prostředků
2. Analýza využití alternativních pohonů dopravních prostředků
3. Návrh řešení na rozšíření alternativních pohonů

Závěr

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

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

Datum zadání bakalářské práce: **29. listopadu 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2014**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. listopadu 2013

Prohlašuji:

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

Byla jsem seznámena 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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 26. 11. 2014

Hana Černá

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Jiřímu Čápovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání bakalářské práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na použití alternativních paliv v oblasti hromadné dopravy. Zmiňuje způsoby jakými stát či Evropské společenství podporuje rozvoj přeměny vozových parků. Mapuje zkušenosti z již zavedených flotil dopravních společností a finanční úspory a naopak náklady navíc, kterých je zapotřebí k provozování vozidel a jejich pořízení.

KLÍČOVÁ SLOVA

alternativní paliva, hromadná doprava, Česká republika, vozový park

TITLE

The Renewal of Vehicle Fleets in Public Transport and Its Economy

ANNOTATION

The work focuses on the question of alternative fuel in public transport. It refers to methods and ways of government of the Czech Republic and European Union to support the transformation and conduct a survey. The work shows savings of costs and the opposite side of buying these kinds of vehicles.

KEYWORDS

alternative fuel, public transport, Czech Republic, vehicle fleets

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 MOŽNOSTI ALTERNATIVNÍCH POHONŮ.....	11
1.1 Pohon ropným plynem LPG.....	11
1.1.1 Bezpečnost nádrží	13
1.2 Pohon zemním plynem CNG a LNG	13
1.2.1 Výhody zemního plynu	14
1.2.2 Nevýhody zemního plynu	14
1.2.3 Srovnání emisí.....	14
1.3 Využití zemního plynu CNG v hromadné dopravě.....	15
1.4 Biopaliva a alkoholy.....	16
1.4.1 Možnosti pro využití biopaliv ve veřejné dopravě	18
1.5 Elektromobily.....	19
1.6 Hybridní pohon	19
1.6.1 Hybridy s technologií Allison	21
1.7 Vodíkový pohon.....	22
1.7.1 Vodíkový autobus v Neratovicích.....	23
1.8 Shrnutí.....	24
2 ANALÝZA VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ.....	25
2.1.1 Usnesení vlády ČR č. 563, ze dne 11. 5. 2005.....	25
2.1.2 Dobrovolná dohoda mezi státem a plynárenskými společnostmi	25
2.2 Stabilizace spotřební daně na CNG od 1. 1. 2007 do roku 2020.....	26
2.2.1 Novela zákona o silniční dani z roku 2008	26
2.2.2 Změna sazby silniční daně	26
2.2.3 Program obměny vozového parku veřejné správy za „ekologicky přátelská“ vozidla	26
2.2.4 Operační program Životního prostředí.....	27
2.3 Nabídka vozidel.....	29
2.3.1 SOR Libchavy	30
2.3.2 Iveco Czech Republic, a.s.	31
2.3.3 Mercedes-Benz.....	31
2.3.4 Solaris – polský výrobce CNG autobusů	32
2.3.5 Autobusy na palivové články	33
2.4 Plnicí stanice CNG.....	35

3	NÁVRH ŘEŠENÍ NA ROZŠÍŘENÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ	39
3.1	Pořízení vozidel na stlačený zemní plyn CNG.....	39
3.1.1	Ekonomika provozu CNG vozidel	39
3.1.2	Cena autobusů	39
3.1.3	Další ukazatele	40
3.1.4	Zhodnocení řešení vozidel na CNG	41
3.2	Pořízení vozidel na kapalný zemní plyn LPG	43
3.2.1	Ekonomika provozu LPG vozidel	43
3.2.2	Cena autobusů	43
3.2.3	Zhodnocení řešení vozidel na LPG	45
3.3	Pořízení vozidel na CNG a výstavba vlastní plnicí stanice	46
3.4	Nákup elektrobusů do vozového parku	47
3.4.1	Ekonomika provozu elektrobusů.....	47
3.4.2	Ceny elektrobusů.....	47
3.4.3	Ostatní ukazatele	47
3.4.4	Hybridní autobusy	49
	ZÁVĚR	50
	POUŽITÁ LITERATURA.....	52
	SEZNAM TABULEK.....	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM ZKRATEK.....	55
	SEZNAM PŘÍLOH.....	56

ÚVOD

Moderní doba vyžaduje stále nové technologie, stále nové cesty, které vyplývají z potřeby vyplnit mezery a nastartovat nové směry ve vývoji. Potřeby jsou různé. Snižování nákladů a tím dosažení větší efektivity. Vyhledávání nových možností vzhledem k tomu, že přírodní zdroje jsou vyčerpatelné. Vzhledem k vysoce rozvinuté civilizaci je významnou otázkou zhoršování životního prostředí. S rychlým zvyšováním civilizace se stav životního prostředí zhoršuje úplně stejným tempem, kterým roste civilizace. Čím dál více sledujeme nejenom cenu služby či výrobku ale také jakým způsobem je služba provozována, z čeho je výrobek vyroben, jak výrobce zajistil likvidaci odpadů, která při výrobě nebo provozu vznikla. Jsou to otázky, kterým se v současné době nelze vyhnout. Zákazník se stává více a více informovaným a posuzuje nákup výrobku nebo použití služby z několika hledisek.

Veřejná doprava je velice citlivé téma, které vychází z pohledu zákazníka nebo voliče, který chce nejenom kvalitní službu, ale také si přeje, aby v ostatních ohledech byla služba vyhovující. V otázce znečištění je stále více náročný, cena již není nejvyšší prioritou, důvodem je velký vliv „čistého životního prostředí“ na jeho zdraví a způsob života. Stále častěji upřednostňuje kvalitu před kvantitou. Právě to je důvodem velkého nárůstu vozidel na alternativní pohon ve veřejné dopravě. Podniky hromadné dopravy jsou často provozovány městem a volení zástupci si uvědomují, že bez toho, aby věnovali pozornost tomuto ožehavému problému, který voliče znepokojuje, nemohou počítat s podporou svého volebního programu.

V mnoha ohledech tato změna vyvolává nepřehledné množství problémů, které souvisí s novými, tedy ještě masově nezavedenými technologiemi. Je mnohem náročnější na organizaci a přípravu. Také, samozřejmě, zavedené technologie jsou připravené, vyzkoušené, zpravidla nepotřebují velké vstupní náklady, bez kterých se v tomto případě nelze obejít. Je možné vyslechnout mnoho kritických názorů, které nejsou neoprávněné.

Vlastně zatím neexistuje žádný pádný důvod, který by přesvědčil dopravce, aby vozový park přeměnili. Čas nevyzpytatelně zasahuje do každého oboru lidské činnosti nám však může ukázat, že právě něco z toho bylo klíčovým momentem nového vynálezu, který naprosto změní kvalitu našeho dopravního systému.

Cílem této bakalářské práce je na základě analýzy navrhnout efektivní řešení přeměny vozového parku.

1 MOŽNOSTI ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

Hledání nových způsobů jak pohánět motorová vozidla jsou způsobené především tím, že zásoby ropy na zemi nejsou neomezené. Vzhledem k obrovským nárokům na množství vytěžené ropy, které má stále stoupající tendenci je nezvratné, že v budoucnosti budeme muset za ropu najít náhradu. Ač většina alternativních pohonů je na ropě více či méně závislá, přesto každý posun vpřed má obrovský význam. Nejsou to totiž jen zásoby ropy, co vede týmy vědců a techniků, aby nalézali stále nové alternativní pohony, ale je to také špatný stav životního prostředí, které trpí pod tíhou stále se rozvíjející civilizace. Některé z nich se již v dnešní době běžně používají a to jak v osobní dopravě, tak i hromadné. Nejrychleji se začleňují do vozových parků zajišťující dopravní obsluhu měst. Právě městská hromadná doprava má nejlepší podmínky a nejdůležitější důvody k tomu, aby alternativně poháněných vozidel využívala. Právě města jsou zplodinami nejvíce zatěžována. K dopravní obsluze ve městech jsou využívány jak pohony plynové, tak i elektrické a hybridní. V České republice máme již jednu linku hromadné dopravy, kde jezdí vodíkový autobus. V budoucnosti by se mohli používat i pohony sluneční a vzduchové. U těch však ještě není dořešeno mnoho otázek, týkajících se výkonu, trvanlivosti, dojezdu a v neposlední řadě také nákladů, které jsou dnes na tyto druhy pohonu velmi vysoké.

Za alternativní paliva, která nahrazují benzín a motorovou naftu se považuje ropný plyn, stlačený zemní plyn, bionafta a paliva z řepkového oleje, metanol a etanol jako alkoholy, vodík a elektrický proud.

1.1 Pohon ropným plynem LPG

Zkapalněný plyn je směsí propanu a butanu. Má velmi příznivé vlastnosti, co se týče životního prostředí. Neobsahuje olovo a benzenové uhlovodíky. Obsahuje velmi málo síry. Pro spalování tvoří homogenní, velmi výhodnou směs, která je velmi dobře rozdělitelná mezi válce. Mají třicestný katalyzátor a značně překračují normy na snížené znečištění. Automobil s tímto pohonem si zachovává svůj výkon a také jízdní vlastnosti, dokonce je při nízkých otáčkách pružnější. Velmi snadno se tankuje a síť čerpacích stanic je hustá. V současné době je u nás přibližně 500 čerpacích stanic. Přesto, že vozidlo spotřebuje zhruba o 20% více plynu LPG než benzínu, je provoz motorového vozidla zhruba o 40% levnější. Jeden litr propanbutanu stojí přibližně polovinu než benzín. Musíme však do této částky započítat i cenu benzínu, který je nutné používat při rozjezdu vozidla. Jedná se asi o 10 km při započítání jízdy, než se teplota motoru dostatečně zvýší.

Za normálních klimatických podmínek je tato směs propanu a butanu plynná. Zkapalněním, které je možné provést i poměrně malým tlakem se přibližně z 250 litrů plynu stane 1 litr kapaliny, což umožňuje skladování kapaliny v poměrně malém prostoru. Směs propanu a butanu není jedovatá, ale je nedýchatelná. V plynném skupenství je těžší než vzduch, proto s těmito vozidly nelze parkovat v podzemních prostorách. Unikající plyn se v těchto prostorách hromadí.

Příznivou vlastností LPG je menší hmotnostní podíl uhlíku v 1 kg paliva – u LPG je to 0,87 kg. Díky tomuto nižšímu obsahu uhlíku dochází k nižší produkci CO.

Příslušenství motoru obsahuje výparník, regulátor tlaku a směšovač, seřizovací prvky a bezpečnostní a regulační ventily.

Nejprve se u zážehových motorů používaly karburátory. Požadavky na lepší výkon motoru a také na snížení zátěže životního prostředí, zejména optimálním využitím paliva a tím, že se sníží spotřeba vedly k vývoji vstřikování benzínu. Plyn není nasáván směšovačem, jak tomu bylo v minulosti, ale je vstřikován v určeném množství a určeném čase. Frekvenci a množství určuje elektronická řídicí jednotka. Pokud jsou tyto motory vybaveny dalšími komponenty je možné je využít též ke vstřikování plynu. Tyto soustavy nové generace mají oproti starším modelům nespočetné výhody. Jednou z hlavních výhod je zvýšený výkon motoru, díky zvýšení plnění válců. Oproti provozu na benzín zde nejsou žádné nevýhody. Není nutné mít směšovače pro rozdílné typy automobilů. Není třeba upravovat přívod vzduchu ani měnit elektrické měřiče spotřeby. Oproti provozu na benzín dochází i ke zvýšení bezpečnosti vozidla, plyn totiž je vstřikován až před sací ventily a tedy je téměř vyloučeno, že dojde ke vznícení směsi plynu a vzduchu. Vozidla poháněná LPG mají zpravidla dvojí palivový systém. Mohou tak být poháněna jak benzínem tak plynem. Stačí pouze přepnout motor ze systému plyn na systém benzín. Motory na plyn mají stejný výkon a stejný točivý moment jako motory benzínové.

V roce 2002 zavedla automobilka Ford nový systém. Místo v kapalném začala plyn vstřikovat v plynném stavu. Plyn se mění z tekutého na plynný ve výparníku. Tlak se tímto způsobem změnil na stabilní 960 mbarů nad tlakem v sacím potrubí. Hadicí je výparník spojen se sacím potrubím. Hadicí se dostává do rozdělovače, kde elektronické zařízení rozděluje plyn do jednotlivých válců. Každý válec má vlastní vstřikovací trysku, která je umístěna v blízkosti sacích ventilů. K vyhodnocení používá elektronická řídicí jednotka snímač tlaku v sacím potrubí, snímač teploty chladící kapaliny, ale také využívá snímačů které jsou používány při pohonu benzínem.

Startuje se vždy benzínem a doba, kdy lze přepnout na plynový pohon je určena teplotou chladicí kapaliny. Je to po dosažení 15 – 20 stupňů Celsia. Kdykoli za provozu vozidla je možno přepnout motor z režimu „na plyn“ do režimu „na benzín“. Zpravidla na palubní desce je přepínač k tomu určený. Dále má řidič k dispozici kontrolky, které indikují zásoby paliva. U některých novějších modelů řídicí jednotka sama přepne na benzín, pokud dochází palivo. Pro provoz na plyn se neseřizuje zapalování.

1.1.1 Bezpečnost nádrží

Porovnáme-li plastovou nádrž na benzín a speciální nádrž na propan butan, zjistíme že plynová nádrž je ve vozidle v případě havárie velice dobře chráněna. Je stavěna na 100 násobně větší zatížení či uvolnění plynu. Zatížení se týká havárií a uvolnění plynu požárů. Při požáru stoupne tlak plynu. Ať se to týká nárazu při dopravní nehodě, či zvýšení tlaku uvnitř nádrže při požáru, nikdy nedojde k výbuchu, jen se postupně vypouští vyhořelý plyn. Proto se používá pohon LPG v prostředcích hromadné dopravy a nebo se montují plynová zařízení do vozidel přímo na výrobní lince. Jedinou nevýhodou zemního plynu je zákaz parkování v podzemních garážích. Příčinou je vlastnost propan-butanu, je těžší než vzduch a může se hromadit na zemi uzavřených a nevětraných prostor. Není sice jedovatý, ale je nedýchatelný a proto nebezpečný lidskému zdraví.

Bezpečnost provozu vozidla na ropný plyn LPG je také zaručena povinnými pravidelnými prohlídkami plynového zařízení, které se provádějí jednou ročně.

1.2 Pohon zemním plynem CNG a LNG

Zemní plyn obsahuje 85% metanu (CH_4). Je to plyn bez zápachu a barvy, ve směsi se vzduchem výbušný. V přírodě se vyskytuje jako důlní či bahenní plyn.

Liquified Natural Gas (LNG) je zkapalněný zemní plyn, který je přibližně šestsetkrát méně objemný. K tomu, abychom dosáhli tohoto objemu je však potřeba teplota – 162° Celsia. Compressed Natural Gas (CNG) je na rozdíl od LNG pouze stlačený v zásobníku vozidla. A to až na 200 bar. Zemní plyn nelze zaměňovat s LPG (Liquid Petroleum Gas), který je kapalnou směsí propanu a butanu. Na zkapalnění LPG stačí oproti zemnímu plynu velice malý tlak. Je však těžší nežli vzduch, tedy se usazuje u podlahy, a tak vozidla poháněná ropným plynem LPG mají zakázaný vjezd do mnoha podzemních garáží. Další pohonná hmota – bioplyn, která se získává tlením a kvašením organických hmot bez přístupu vzduchu a skládá se hlavně z metanu má využitelnost se zemním plynem srovnatelnou.

1.2.1 Výhody zemního plynu

Zkapalněný zemní plyn má nesčetně výhod oproti jiným alternativním pohonům. Protože je zemní plyn složen s nejjednoduššího uhlovodíku – metanu, produkuje daleko méně škodlivin než klasická vozidla. Také skleníkový efekt není tak výrazný. Není zanedbatelný ani ekonomický efekt, vozidla s tímto pohonem lze provozovat s polovičními až třetinovými náklady. Dochází také k daleko lepšímu směřování zemního plynu se vzduchem a tak vzniká velice rovnoměrná palivová směs. Pokud jde o dvoupalivové systémy, ty se nezanášejí karbonovými úsadami a životnost motoru a oleje se zvyšuje. Zatímco LPG klesá k podlaze a může ohrozit osoby, které se v prostoru pohybují, zemní plyn je lehčí než vzduch a volně uniká do ovzduší. Také z hlediska bezpečnosti je důležité, že zápalná teplota zemního plynu je dvojnásobně vyšší než u benzínu. Tento fakt a technologie výroby nádrží, které jsou z oceli nebo hliníku dělá tyto nádrže bezpečnější než klasické benzínové. Již vybudovaná síť plynovodů umožňuje velmi snadnou distribuci k odběrateli. Dochází i k menší zátěži životního prostředí, protože se snižuje počet nákladních cisteren, které dopravují kapalná paliva. Pozitivním ukazatelem pro jeho používání jsou i velké zásoby zemního plynu oproti ropě.

1.2.2 Nevýhody zemního plynu

U alternativních pohonů je velmi důležitým měřítkem při jeho pořizování hustota sítě čerpacích stanic. Problémem je malý počet plnicích stanic. Vozidlo musíme k používání na zemní plyn nejprve přestavět. Pro vozidla na LNG musíme také zlepšit izolaci nádrže. To vše musíme zahrnout do nákladů na zařízení vozidla. Dále musíme počítat s častějšími kontrolami plynového zařízení a to na specializovaných pracovištích, v jiném rytmu než pravidelné technické prohlídky. To náklady na provozování vozidla s alternativním pohonem opět zvyšuje.

1.2.3 Srovnání emisí

Zemní plyn je tvořen především metanem a tak je „čistým palivem“. Emise motoru poháněného plynem jsou nižší než u motoru poháněného benzínem. Vozidlo na zemní plyn vyprodukuje o 20% méně CO₂ než srovnatelné vozidlo poháněné benzínovým agregátem. Produkce oxidu siřičitého a sazí je zanedbatelná. Na vozidla poháněná plynem se z tohoto důvodu vztahují různá zvýhodnění. I to přispívá k tomu, že náklady na provoz vozidla poháněného plynem jsou přibližně o 40% nižší. V případě nafty můžeme počítat s úsporou 20%.

Zatím je problémem malá dojezdová vzdálenost vozidel na zemní plyn, která je při náplni 80 litrů přibližně 200-300 km. Stejnou vzdálenost ujede srovnatelný automobil na benzín při spotřebě 20 litrů. Tato nevýhoda je znásobena prozatím řídkou sítí čerpacích stanic na zemní plyn. Čerpání plynu u těchto stanic je však stejně rychlé jako čerpání benzínu. Další nevýhodou je zastavěný prostor a hmotnost láhví na zemní plyn. Hmotnost ocelových láhví je přibližně 80 kg pro láhve na 80 litrů pohonných hmot. Zvýšenou hmotnost lze řešit zakoupením láhve z materiálu kevlar, která je nepoměrně lehčí. Činí na stejný objem asi 27 kg. Na její pořízení však stoupnou náklady několikanásobně. Je možné se vypořádat i s otázkou zastavěného prostoru, nádrž lze umístit pod vozidlo a tím uspořít cenný vnitřní prostor. Náklady na montáž, periodická výměna nádrže a pravidelné prohlídky plynového zařízení posouvají hranici nákladů směrem nahoru a musíme počítat s tím, že pokud používáme vozidlo řídce, náklady budou převyšovat úspory získané změnou pohonné látky. Při spotřebě 7,5 m³/100 km se vozidlo vyplatí při ujetí více než 11 200 km, pokud je využíváno po dobu 3 let.

1.3 Využití zemního plynu CNG v hromadné dopravě

Autobusy poháněné CNG prospívají nejen životnímu prostředí, ale také podstatně snižují náklady na hromadnou dopravu. Zásoby zemního plynu jsou oproti ropě dvojnásobné, i to je důvodem k technologickému vývoji tohoto druhu pohonu. I z hlediska bezpečnosti jsou vozidla poháněná CNC kladena výše než běžná vozidla na kapalný pohon.

V Evropě je dnes přes 58 000 autobusů na CNG. Na celém světě je jich více než 270 000. Autobusy na zemní plyn jezdí v Rusku, na Ukrajině, v Japonsku, v Thajsku, v USA a mnoha dalších zemích. U nás se používají autobusy na zemní plyn CNG v Karlových Varech, Prostějově, České Lípě, Havířově nebo Liberci. Uspořené náklady činí 30 – 50 %, což se odrazí také na výši jízdného v jednotlivých městech. Předpokládá se, že v roce 2020 bude v provozu již 3 000 autobusů na pohon CNG.

Výroba autobusů CNC není na svém počátku. Autobusy jsou vyráběny sériově s technologií na vysoké úrovni. Splňují homologační předpisy, normy Euro V a EEV. Na ekologičtější provoz vozidel se váží též dotace. Plynárenské společnosti přispívají částkou 200 000 Kč na nový autobus s pohonem CNG. Dotace též poskytuje Ministerstvo dopravy v rámci Programu obnovy vozidel, a to jak na autobusy provozované v MHD, tak i na autobusy linkové. Čerpat dotace je možné též z regionálních programů ROP či s Česko Švýcarské spolupráce. Vzhledem k vysoké ekologičnosti těchto hromadných prostředků lze očekávat, že i v budoucnosti se dotace na pořízení a provoz budou zvyšovat. Od 1. 1. 2009

jsou také tato vozidla osvobozena od silniční daně, úspora se pohybuje někde mezi 20 a 40 000 Kč ročně. Rozdíl mezi nákupem běžného autobusu a autobusu na zemní plyn je dotacemi pokryt. Za jeden rok autobus uspoří ušetří přibližně 150 000 Kč. Neustále se zvyšující počet autobusů na pohon CNG podporuje i technologický vývoj, kdy spotřeba CNG klesá a roste výkon a kroutící moment motoru. Existuje poměrně hustá síť plnicích stanic CNG a pokud provozovatel zakoupí alespoň 4 vozidla s CNG pohonem, která bude provozovat, bude stanice s podporou vlády a plynárenských společností vybudována. Dnes nejpoužívanější způsob tzv. „rychloplnění“ trvá maximálně 4 minuty. Pro větší vozové parky je výhodnější „sekvenční plnění“, které je zpravidla v areálu dopravního podniku a používá se pro více autobusů. Trvá několik hodin a je určeno pro větší vozové parky s menším nočním provozem (plní se zejména v noci).

Testované nádoby, které slouží jako palivové nádrže u vozidel CNG jsou v případě havárie bezpečnější než nádrže na kapalná paliva. Je to způsobeno vlastnostmi plynu. Plyn je lehčí než vzduch a v prostoru se volně rozptyluje, má také vysokou zápalnou teplotu a mez výbušnosti je taktéž vyšší než u kapalných paliv. Nádrže jsou konstruovány na tlaky několikanásobně vyšší a opatřeny pojistným ventilem, který zajišťuje bezpečnost v případě hoření. Pojistní ventil snižuje tlak plynu v nádobě upouštěním a ten následně vyhořívá. Nedochozí tak k explozi nadměrným zvýšením tlaku v nádobě.

Z hlediska životního prostředí je tento pohon velmi příznivý. Autobusy CNG splňují normu Euro V i Euro VI s velkou rezervou. Zatímco běžné autobusy musí být vybaveny zařízeními, která snižují produkci škodlivin, autobusy na zemní plyn mohou vyhovovat ještě přísnějším normám, kterým se v budoucnosti nevyhneme.

1.4 Biopaliva a alkoholy

Předpokládá se, že biomasa může nahradit 15-20% spotřeby všech paliv. Z biomasy se dnes vyrábí metanol, etylalkohol (etanol) a bionafta. Z obilovin, řepy a brambor, které obsahují cukr a škrob, můžeme fermentací a následnou destilací získat etylalkohol. Používá se pro spalovací motory, jeho nedostatkem je, že způsobuje korozi motoru, to je možno odstranit přidáním aditiv (antikoročních přípravků).

Pro naftové motory je nutné rostlinné oleje nejprve upravit. Upravujeme je esterifikací, což je proces při kterém se pomocí alkoholu štěpí velké molekuly na menší. Dosáhneme tím snížené viskozity. Vlastnosti takto upravených rostlinných olejů se vyrovnají motorové naftě. Olej se získává z řepky, lnu nebo slunečnic. Esterifikací se mění na metylester oleje, který se výhřevností a vlastnostmi vyrovná motorové naftě. Z ekologického

hlediska je náhrada nafty metylestery oleje žádoucí, v přírodě se rozkládá několikrát rychleji než nafta. Pro český trh jsou charakteristické „směsné bionafty“, které jsou tvořeny nejméně 30% metylesteru. Výrobci uvádějí rozložitelnost takového produktu 90% za 21 dnů. U nás se upravený rostlinný olej esterifikací označuje jako MEŘO (MetylEster Řepkového Oleje), v zahraničí jako Rapeseed Methyl Ester (RME). Čisté MEŘO (bionafta) se používá např. v Rakousku nebo v Německu. Čisté MEŘO se označuje jako bionafta první generace a u nás se nepoužívá. Používá se bionafta druhé generace, která je směsí MEŘO (31%) a klasické motorové nafty. U bionafty dochází ke snížení emisí nespálených uhlovodíků. Také částic na které jsou navázány polycyklické aromatické uhlovodíky. Při používání bionafty se snižuje v ovzduší množství látek, které poškozují zdraví a mění klimatické podmínky. Také při vysazování dalších rostlin k nové výrobě paliva dochází k návratu CO₂ znovu do koloběhu a nárůst CO₂ v ovzduší je mnohem menší. Rostlinné oleje, na rozdíl od motorové nafty, neobsahují síru. Tak nedochází při spalování ke vzniku oxidů síry, které jsou příčinou tzv. kyselých dešťů. Stejně tak neobsahují žádné aromatické složky a nedochází unikání polycyklických aromatických uhlovodíků do ovzduší. I používání bionafty má svá úskalí. Je třeba častěji měnit palivový filtr a některé druhy plastových a pryžových materiálů nejsou vhodné. Někdy může dojít k bobtnání částí, které jsou z pryžových materiálů.

Pro spalovací motory se používají tyto alkoholy: methanol, ethanol, isopropanol a terc. butanol. Methanol se vyrábí z uhlí, zemního plynu a také z biomasy. Vyrábí se katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého. Ethanol je vyráběn ze zemědělských produktů kvašením surovin obsahujících cukr, celulózu a škrob. Výroba etanolu pro průmyslové účely se provádí hydratací ethylenu. Pro výrobu ethanolu je možné použít řadu zemědělských plodin. Cukrovou třtinu, kukuřici, cukrovou řepu, krmnou řepu, kukuřici, brambory i obiloviny. Ze surovin se nejprve vyrobí cukerné roztoky, tzv. melasy, které se nechají zkvasit a následnou destilací se získá finální výrobek. V některých zemích se ve směsných palivech používá až 22% etanolu. V Evropě se podle požadavků EU používá směsných paliv, kde podíl ethanolu je až 5%. Využívání ethanolu umožňuje snížit dovoz ropy a lépe využívat domácí zemědělské suroviny. Při spalování alkoholů klesne množství pevných částic a naopak stoupne obsah CO a CH_x ve spalinách. Problémem tohoto paliva je vznik aldehydů při spalování. Výhoda těchto paliv je, že mají jednodušší strukturu než benzín nebo nafta. Lépe hoří a vzniká tím méně nespálených zbytků, tedy méně škodlivin. Metanol je z důvodu lepšího hoření o něco lepší palivo než ethanol. Velké výparné teplo těchto paliv ovlivňuje naplnění válce motoru. Toho se využívá u plochodrážních motocyklů.

U zážehových motorů je třeba zvětšit dodávku paliva do motoru. Musí odpovídat směšovacímu poměru. Poměr metylalkoholu se vzduchem je 6,5:1 a etylalkoholu 9,0:1. Dále musíme zvýšit antikorozi opatření u motoru a palivového systému. Obsah škodlivin ve výfukových plynech je oproti motorům benzínovým nižší.

Kvůli nízké vznětlivosti alkoholů a malé mazací schopnosti je potřeba vznětové motory přestavět na motory zážehové a nebo upravit palivo tak, aby provozu vyhovovalo. Používají se přísady na bázi organických dusičnanů a dusitanů.

Ve Francii mají dobré zkušenosti s jiným alternativním palivem. Jmenuje se Aquazole a je to emulgovaná nafta (emulze nafty s vodou). Obsahuje 13 % vody a 2 % dalších přísad, která mají zajistit malou velikost kapek rozptýlené vody. Tuto naftu vyrábí společnost Elf. Snížení emisí u tuhých částic je až 80 % a u oxidů dusíku až 30 %.

1.4.1 Možnosti pro využití biopaliv ve veřejné dopravě

Využití biopaliv ve veřejné dopravě se ubírá dvěma směry. První z nich vyplývá ze zákona. Podíl biosložky v benzínu se zvýšil na 4,1% a v naftě na 6%. Stanovení tohoto podílu má svá negativa. Hlavně je kritizován v souvislosti s opotřebením motoru, vyšší podíl etanolu totiž snižuje jeho mazací schopnost. Prospívá však zemědělství, plocha osetá řepkou se zvyšuje. Směr, který EU určila ve vývoji biopaliv je nezvratný. I nadále se bude podíl biosložky zvyšovat.

Bioethanolový závod v Dobrovici, který je provozován společností Agroetanol TTD, a. s., je prvním průmyslovým lihovarem na výrobu bezvodého kvasného lihu (bioetanolu) v České republice. Bioetanol vyrábí zejména z cukrovky a obilí. Výroba bioetanolu zde byla zahájena v říjnu 2006. Od ledna 2009 Agroetanol TTD jako první výrobce ve střední a východní Evropě dodává na český trh biopalivo E85.

V září 2009 se zde začalo vyrábět biopalivo E95, určené pro diesellové motory. Tato směs obsahuje nejméně 92,2 % (m/m) etanolu a vyšších nasycených alkoholů s komplexní aditivací. Toto palivo je již téměř 20 let úspěšně používáno ve Švédsku. Důvodem je nahrazování fosilních paliv biopalivy. Autobusy Scania zde přepravují cestující na etanolový pohon. Tento příklad ze Skandinávie způsobil, že i v Dobrovici byl uveden do provozu jeden autobus na etanolový pohon. Je využíván především k dopravě školní mládeže z okolí Mladé Boleslavi.

1.5 Elektromobily

Hlavní výhodou elektromobilů je tichý chod, snadné spouštění a jednoduchá konstrukce. Tento typ motoru téměř neznečišťuje životní prostředí. Velkou podporu mají elektromobily ve městech, zvláště pak v historicky cenných oblastech, kde má životní prostředí vliv na jejich uchování. Stále se diskutuje o daňových úlevách, které by se měli stanovit pro zvýhodnění používání elektromobilů. Nenajdete automobilku, která nemá elektricky poháněné vozidlo. Je třeba stále hledat a využívat nových technologií, aby se elektromobily mohly zařadit mezi standardně používaná vozidla. Hnací ústrojí je stejné jako u vozidla se spalovacím motorem. Elektromobily však mají tandemové hnací systémy se dvěma elektromotory a pohony kol elektromotory umístěnými v kolech.

Elektromobily se zatím nevyrábějí sériově, jsou však zkoušeny všechny druhy elektromotorů: sériový stejnosměrný motor nebo paralelní, asynchronní motor s tranzistorovou regulací a synchronní motor s permanentními magnety. Co se týče pohonu vozidla, není potřeba žádného speciálního vývoje, spíše je potřeba systémy přizpůsobit sníženým jízdním výkonům vozidla a vlastnostem akumulátorů.

Elektrický pohon má omezený dojezd, menší výkon, lze ho pořídit za daleko vyšší cenu než benzínový či naftový. Také při havárii jsou rizika újmy na zdraví vyšší než u klasického pohonu. Další nevýhody jsou ve hmotnosti zásobníku energie a také v jeho rozměrech, což se odráží na velikosti zavazadlového prostoru. Je však méně hlučný a neprodukuje téměř žádné škodlivé látky.

1.6 Hybridní pohon

Protože elektrický motor má menší jízdní výkon a hlavně omezený dojezd, není elektrický pohon ideálním řešením. Dnes se tedy používá především v kombinaci s jiným poháněcím zdrojem. Tato kombinace dvou pohonů a využití jejich nejlepších vlastností v určitých podmínkách se nazývá „pohon hybridní“. Pokud použijeme dvou různých pohonů, zvýší se nám náklady na pořízení a hodnota, která vyvažuje tyto náklady je úspora při samotném provozu vozidla. Pod názvem „hybridní motory“ se nejčastěji rozumí kombinace spalovacího motoru a elektromotoru. Takové vozidlo je vhodné zvláště pro provoz ve městech, pro téměř nulový obsah škodlivých emisí. Mimo město je vhodné využít spalovacího motoru pro jeho lepší jízdní vlastnosti. Elektromotor pracuje obousměrně. Převádí elektrickou energii z baterie na mechanickou a pak také transformuje zpět mechanickou energii na elektrickou, která je akumulována v baterii. Jestliže vůz disponuje velkou kinetickou, setrvačnou energií, které se obvykle zbavujeme při brzdění, motor začíná pracovat jako generátor a zároveň dobíjí baterii ve vozidle. Tato energie se v běžném případě

odvádí bez užitku jako teplo. Hybridní motor hospodaří s energií během jízdy. Zatímco v počátcích se technici pokoušeli vyvinout funkční elektromobil, dnes se snaha o vývoj a zdokonalení převádí na hybridní vozidla.

Dnes se používají hlavně hybridní pohony v kombinaci spalovacího motoru a elektrického pohonu napájeného z akumulátoru nebo spalovacího motoru a elektromotoru napájeného z troleje.

Podle toku výkonu můžeme rozdělit hybridní pohon na tři základní koncepce. Je to sériové, paralelní nebo smíšené uspořádání. Sériové uspořádání je možné jen při konstantních otáčkách, jen v optimálním režimu provozu. Tím odpadají nevhodné režimy pracovní charakteristiky jako je volnoběh nebo spodní rozsah částečných zatížení. Je možné nastavení motoru na optimální pracovní rozsah s nejvyšší účinností. Když akumulátor nepokryje potřebu energie, je automaticky nastartován spalovací motor. Vícenásobná přeměna energie však posunuje účinnost mezi spalovacím motorem a hnanou nápravou na méně než 55 %. Paralelní uspořádání je výhodné v tom, že při jeho provozu nedochází ke zhoršení oproti normálnímu provozu vozidla. Maximální otáčky elektromotoru jsou stejné jako maximální otáčky spalovacího motoru. Akumulátor omezuje dojezd při pohonu elektromotorem přibližně na 150 km s výkonem asi 30 kW. Dobíjí se 8 hodin. Zvýšit tažnou sílu při nízkých otáčkách můžeme zajistit zapnutím obou zdrojů. Tehdy zůstává spalovací motor stále zapnut a při předjíždění nebo jiném velkém zrychlení se zapne elektromotor a tím se zvýší špičkový výkon. Výkon se pak blíží výkonu vozidla s velkým obsahem válců. V městském provozu je vhodný elektrický provoz při zapnutém spalovacím motoru, zlepšuje se tak jízdní dynamika vozidla. Vývoj hybridního paralelního motoru je omezen vysokou hmotností akumulátorů. Toto by se mohlo v budoucnu zlepšit použitím elektrostatických nebo magnetodynamických zásobníků energie. Pokud chceme projíždět úseky některých tratí bez emisí, je vhodný paralelní. Sériový nám zvyšuje hodnotu klasického elektromobilu.

Důležitá kritéria trakčního akumulátoru jsou:

- vysoká účinnost, energetická a výkonová hustota
- provoz minimální údržbou, dlouhá životnost, malá hmotnost
- ekologická čistota výroby a provozu

Trakční baterie musí splňovat požadavky, týkající se znečištění životního prostředí. Mohou být použity: olověné akumulátory, akumulátory nikl-kadmium, akumulátor sodík-niklchlorid, akumulátor lithium-ion, akumulátor lithium-polymer nebo akumulátor zinek-vzduch.

Prvním velkosériově vyráběným vozem je Toyota Prius. Pohon tvoří zařízení THS (Toyota Hybrid Systém). Je vybaven zážehovým motorem objemu 1,5 l a elektromotorem. Kola pohání buď jeden agregát nebo oba dohromady, o tom rozhoduje elektronická řídicí jednotka. Akumulátory se nedobíjejí, systém THS je udržuje neustále nabitě. Akumulátory se dobíjejí jak pomocí zážehového motoru, tak při brzdění. Energie v akumulátoru se používá k dodatečnému připojení elektromotoru při předjíždění nebo strmém stoupání. Zážehový motor není vhodný pro provoz v malých rychlostech nebo při klesání, pak je vozidlo poháněno pouze elektromotorem. Pokyn k zapnutí zážehového motoru dává řídicí elektronická jednotka. Toyota je největším výrobcem hybridních automobilů na světě.

Důležitým odvětvím hybridních vozidel je výroba a vývoj hybridních autobusů a trolejbusů. Požadavky na vozidla hromadné dopravy s nízkými emisemi jsou důležité z důvodu hustého osídlení aglomerací. Pro elektrobusey Mercedes-Benz byl použit sériový hybridní pohon. Jezdí pouze na elektrický proud z akumulátorů. Spalovací motor slouží pouze k dobíjení akumulátorů. Řídicí jednotka zaručuje, že jsou při provozu nejnižší možné emise. Dvojitá transformace energie však způsobuje velké ztráty v porovnání s déle běžícím spalovacím motorem. Autobus Neoplan N 8008 DES má čtyři elektromotory, umístěné přímo v nábojích kol. Dochází tak k ideálnímu přenosu výkonu spalovacího motoru na elektricky poháněná kola. Celá jednotka se skládá ze vznětového motoru, řídicí jednotky, generátoru a elektrického pohonu v kolech. Provoz je plynulý a dochází ke značné úspoře energie při nízkých emisích. Toto řešení má nejvyšší účinnost při stálém výkonu a rovnoměrném točivém momentu. Při brzdění pracují elektromotory jako generátory a dodávají elektrickou energii do zásobníku. Pro provoz ve městě se používají vysokovýkonné akumulátory VARTA nikl-metal-hybrid. Tento autobus má dojezdovou vzdálenost 40 km při rychlosti 60 km/h.

Nevýhodou hybridního pohonu je jeho složitost s tím spojené náklady. Vozidla na hybridní pohon jsou mnohem dražší než vozidla stejné výkonnosti s pohonem klasickým. Ze stejného důvodu dochází k větší poruchovosti hybridních vozidel. Proto by měl být vytvořen zákonodárnými orgány prostor pro zavádění této nové techniky.

1.6.1 Hybridy s technologií Allison

Snížit emise a spotřebu paliva mají za úkol autobusy s hybridním pohonem. Hybridní technologie společnosti Allison Transmission, Inc. se používají v Severní Americe a začínají se prosazovat i v Evropě. V České republice jezdí hybridní autobus společnosti SOR. Allison vyvíjí hybridní technologie pro komerční využití od roku 1992, ale od roku 2000 se soustřeďuje na paralelní technologie. Na světě je v provozu více než 2600 hybridních systémů

GM-Allison. V Severní Americe jsou tato vozidla v provozu ve více než 116 městech. Patří také do popředí ve vývoji hybridních autobusů v Evropě. Spolupracuje zde s mnoha výrobci vozidel. Systém GM-Allison Ep 40/50 byl v Evropě poprvé využit v roce 2007 k pohonu autobusů Solaris Urbino Hybrid druhé generace. Deset autobusů je provozováno ve Velké Británii pro londýnského dopravce. Na provoz vozidla mají velký vliv podmínky a dovednosti řidiče, je však prokázáno, že spotřeba paliva byla snížena o 21 procent.

O pořízení hybridních autobusů uvažovalo hlavní město Praha již před dvěma lety, kdy projevilo zájem o polský hybrid Solaris Urbino 12H. Dnes má již tato myšlenka konkrétní podobu. Jde o nízkopodlažní kloubové autobusy firmy SOR. Koncem ledna se v Praze objeví dva. Jde o typ NBH 18. Tyto autobusy jsou kombinací naftového a elektrického motoru. Budou jezdit na čtyřech linkách a pokud se osvědčí budou následovány dalšími. Tyto autobusy se nijak vzhledově neliší od ostatních a cestující je poznají jen podle vyvýšeného místa na střeše, kde je umístěna baterie. Tuto baterii vozidlo využívá při rozjezdu a v kopcovitém terénu. Při brzdění se dobíjí. Cena autobusu s hybridním motorem je přibližně o třetinu vyšší než s naftovým, ušetří však přibližně 30 % energie. Autobus bude možné vidět na linkách 136, 139, 250 a 271.

1.7 Vodíkový pohon

Energii, která je ve vodíku obsažena, je možné uvolnit dvěma způsoby. Buď ve spalovacím motoru a nebo v palivovém článku přímou přeměnou na elektrický proud. Elektronický směšovací systém určuje poměr vodíku a vzduchu. Spalování probíhá s přebytkem vzduchu. Přebytečný vzduch zajišťuje nižší teplotu plamene, která se musí udržovat pod kritickou mezí. Pokud by se tato kritická mez překročila, mohlo by dojít k samovznícení paliva. Také tato nízká teplota zabraňuje vzniku oxidů dusíku, které jsou u běžných motorů neutralizovány v katalyzátoru. Vodíkové motory pracují téměř bez emisí a to bez použití jakýchkoli přídavných zařízení. Oproti benzínovým motorům jsou emise sníženy o 99,9%. Druhý systém slouží jako akumulátor pro zásobování palubní sítě elektrickou energií. Palivový článek má funkci akumulátoru a je neustále v provozu.

Pro palivové články je důležitým ukazatelem typ elektrolytu:

- alkalické články, elektrolytem zde je zředěný hydroxid draselný (KOH)
- články s tuhými polymery, elektrolytem je tuhý organický polymer
- články s kyselinou fosforečnou
- články s roztavenými uhličitany, elektrolyt je tvořen směsí roztavených uhličitánů
- články s tuhými oxidy, elektrolytem jsou oxidy kovů

Palivové články s rozdílnými elektrolyty se liší chemickými reakcemi, teplotou a účinností elektrochemických přeměn.

1.7.1 Vodíkový autobus v Neratovicích

Partneři Ústavu jaderného výzkumu Řež, Škoda Electric, Proton Motor a Veolia Transport společně připravili do provozu autobus na vodíkový pohon, který byl vyvinut ve východní Evropě. Vozidlo bylo nazváno TriHyBus (zkratka je z anglického Triple Hybrid Hydrogen Bus, neboli trihybridní vodíkový autobus) a slouží jako běžné vozidlo v hromadné dopravě města Neratovice. Projekt byl financován Evropskou unií a Ministerstvem dopravy ČR. Zájem o jeho využití v hromadné dopravě je způsoben zejména tím, že při jeho provozu nevznikají žádné škodlivé emise, minimální je také hladina hluku a vibrací během jízdy. Toto vozidlo je unikátní pro svůj trojitý hybridní pohon: ultrakapacitorů (výkonných kondenzátorů), baterií a vodíkových palivových článků. Navíc uchovává brzdovou energii, kterou následně může využít při jízdě do kopce nebo akceleraci. Z toho vyplývá vysoká účinnost vozidla. Též se tím podařilo docílit většího dojezdu než u ostatních typů vodíkových vozidel. U tohoto druhu pohonu se podařilo snížit objem palivového článku a snížit také spotřebu vodíku. Tyto jeho klady by se mohli stát důvodem k sériové výrobě tohoto vozidla.

TriHyBus váží 18 tun a je dlouhý 12 m, má tedy rozměry běžného autobusu. Rychlost autobusu je omezena na 65 km/hod. Výkon elektromotoru je 120 kW. Hlavní zdroj energie je palivový článek o výkonu 48 kW. Zásobník má autobus na střeše a plní se 20 kg plynného vodíku pod tlakem 350 barů. Dojezdovou vzdálenost má 300 km. Data z provozu autobusu na lince v Neratovicích jsou zaznamenávána pro účely dalšího vylepšení této nové technologie.

Provoz není možný bez zřízení vodíkové stanice, která byla uvedena do provozu 5. 11. 2009 v areálu dopravce Veolia, jako první vodíková čerpací stanice na území nových členů EU. Je součástí projektu TriHyBus a slouží zatím pouze pro jediný autobus. Tuto stavbu realizovala společnost Linde Gas. Její hlavní částí je nízkotlaký zásobník o objemu 50 m³. Z bezpečnostních, ale také z legislativních důvodů byla tato nádrž umístěna do protipožárního betonového ohradníku, kompresorová stanice je v masivním železobetonovém kontejneru. I sama kompresorová stanice je z bezpečnostních důvodů rozdělena na dvě části. Stlačený vodík je skladován ve svazcích tlakových lahví mimo kompresorovou stanici. Svazky lahví jsou rozděleny na nízkotlaké, středně a vysokotlaké. Do vozidla se přečerpává od nejnižšího tlaku k nejvyššímu. Pokud jsou tlakové láhve vyčerpány, používá se také kompresor. Stanice je využívána pouze pro projekt vodíkového autobusu, po dohodě s provozovatelem však je

tuto stanici možné využít i pro jiná vozidla. Tankovací stojan je vybaven dvěma pistolemi a dokáže obsloužit vozidla s tankovacím rozhraním podle normy TK-16 i TK-25. [1]

1.8 Shrnutí

Přidávání biopaliv do nafty a benzínu můžeme bezpochyby považovat za nejrozšířenější využití alternativních paliv v dopravě. Mnohem ekologičtější a čistší však je provoz dnes již masově využívaných plynových pohonů. Ve veřejné dopravě jsou to zejména autobusy na zemní plyn, které v provozu měst převažují. Hned za nimi mohu uvést hybridní veřejnou dopravu, která se hodí do složitějších terénů a vrácením brzděné energie, která by jinak zůstala nevyužita, zpět do akumulátorů, vzniká úspora která není zanedbatelná. Také jízdní vlastnosti hybridů v tomto terénu vyhovují. Plynový pohon LPG za těmito dvěma zaostává a jeho použití je spíše řídké. Nedá se říci, zda je příčinou to, že je tento plyn těžší než vzduch a tak je méně vhodný kvůli zvýšenému zdravotnímu riziku nebo je to jen otázkou medializace. Z technologického a technického důvodu je pohon LPG mnohem vhodnější. Budoucnost však patří spíše, dnes ojediněle používaným vodíkovým vozidlům. Která jsou na ropě nezávislá. Zda se potvrdí toto očekávání nebo nás překvapí úplně nový vývoj nějaké nové technologie či jejich kombinace, ukáže

2 ANALÝZA VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

Tendence rozrůznit typy paliv pro pohánění dopravních prostředků nelze popřít. Některé z nich jsou užívány pouze experimentálně, jako například vodíkový autobus v Neratovicích, nedaleko hlavního města. Jiné zažívají ústup. Autobusy MAN, které jezdí v Mostě a Litvínově totiž výrobce již nenabízí, tak místní činitelé budou brzy stát před úkolem co dál. Naopak, co se týče autobusů na stlačený zemní plyn CNG, jejich zavádění je, hlavně díky dotacím Evropské Unie v plném proudu. Podpora užití alternativních paliv v České republice

K podpoře alternativních paliv vedou dva faktory. Prvním z nich je názor veřejnosti, která sleduje počínání v oblastech, které jsou pro zlepšování životního prostředí sěžejní. Druhým je podpora. Nejde o podporu celoplošnou, ale o množství projektů, které jsou určeny k inovaci vozových parků. Jde o dotace z evropských peněz, ale také o podporu ze strany státu, plynárenských společností a jiných zainteresovaných stran. Za rozhodující dokumenty lze považovat:

2.1.1 Usnesení vlády ČR č. 563, ze dne 11. 5. 2005

Dokumentem byl schválen program podpory alternativního paliva v dopravě a stanoven cíl, dosáhnout do roku 2020 minimálně 10% podílu spotřeby zemního plynu na celkové spotřebě pohonných hmot v dopravě a uložen úkol místopředsedovi vlády a ministrowi financí stanovit minimální spotřební daně stanovené směrnicemi EU do roku 2020.

2.1.2 Dobrovolná dohoda mezi státem a plynárenskými společnostmi

Dohodou byly v roce 2006 vytvořeny další podmínky pro rozvoj zemního plynu v dopravě. Hlavním úkolem bylo nastartovat výstavbu plnicích stanic, jejich výstavba je nákladná: „*Plynárenské společnosti zajistí do jednoho roku ode dne uzavření této Dohody základní pokrytí území vymezených svými licencemi na distribuci plynu minimálně jednou plnicí stanicí na stlačený zemní plyn na každou plynárenskou společnost. Plnicí stanice na stlačený zemní plyn budou přístupné veřejnosti*“[2]. Součástí dohody byla i výstavba plniček v místech, kde územně samosprávný celek rozhodne o převodu vozového parku, a to v rozsahu nejméně 4 autobusů nebo vozidel s obdobnou spotřebou zemního plynu, která činí asi 100 tis. m³ v prvním roce. Dále se plynárenské společnosti zavázaly k výstavbě plnicích stanic podél tranzitních tahů přes Českou republiku. Významnou položkou pro případného

zájemce o přeměnu vozového parku na zemní plyn je i příspěvek plynárenských společností na nákup autobusu ve výši 200 000 Kč. To za podmínek, že bude poskytnuta dopravcem reklamní plocha na takto podpořeném autobusu pro další prezentaci projektu.

2.2 Stabilizace spotřební daně na CNG od 1. 1. 2007 do roku 2020

Byla stanovena spotřební daň stlačeného zemního plynu pro pohon motorů. Jsou to velmi nízké sazby v porovnání s daněmi za ropné pohonné hmoty.

2.2.1 Novela zákona o silniční dani z roku 2008

„Od 1.1.2009 pak vstupují v platnost tato ustanovení: Dle novelizovaného znění § 3 osvobození daně jsou nově od silniční daně osvobozena:

f) vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností méně než 12 tun, která:

- 1. mají elektrický pohon*
- 2. mají hybridní pohon kombinující spalovací motor a elektromotor*
- 3. používají jako palivo zkapalněný ropný plyn, označovaný jako LPG, nebo stlačený zemní plyn označovaný jako CNG, nebo*
- 4. jsou vybavena motorem určeným jeho výrobcem ke spalování automobilového benzínu a ethanolu 85, označovaného jako E85“ [3]*

Odstranění diskriminačního poplatku

Byl rozhodnutím ERÚ zrušen diskriminační poplatek při překročení denní kapacity na plnicích stanicích.

2.2.2 Změna sazby silniční daně

Od 1. 1. 2009 byla zavedena nulová sazba pro vozidla určená k dopravě osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší pohotovostní hmotností do 12 tun, které používají jako palivo CNG.

2.2.3 Program obměny vozového parku veřejné správy za „ekologicky přátelská“ vozidla

Ukládá vedoucím pracovníkům veřejné správy, „nakupovat, Případně pronajímat, od 1. ledna 2019 v rámci obměny vozového parku veřejné správy pro jimi řízený rezort „ekologicky přátelská“ vozidla splňující podmínky uvedené v Programu tak, aby byl ke dni 1. ledna 2014 jejich podíl na celkovém vozovém parku využívaném resortem alespoň 25% s tím, že se resortem rozumí ústřední orgány státní správy a jejich podřízené orgány a organizace v rámci jednotlivých rozpočtových položek“ [4]

Tato dohoda byla splněna jen z části a na konci roku 2013 je možné konstatovat, že „Kromě ministerstva průmyslu a obchodu na tuto kvótu nikdo další nedosáhl. Průměr aut jezdících na CNG ve vozových parcích se celkově pohybuje pod deseti procenty.[5]

2.2.4 Operační program Životního prostředí

Významnou podporou pro zvyšování podílu ekologických dopravních prostředků v České republice je Operační program Životního prostředí. V současné době probíhá pro žadatele z let 2007 až 2013. K rozdělení je připraveno přibližně 140 miliardy Kč, tedy 5,2 miliardy EUR. Program je určen hlavně pro obce a města, kraje, příspěvkové a neziskové organizace. Již se připravuje navazující program pro roky 2014 až 2020.

Díky tomuto programu již získaly podporu mnohá města. Jde o podstatné částky, které budou vyplaceny z evropských fondů městům, která se o tuto dotaci ucházela svým projektem.

Zelená Opava - CNG

Celkové náklady: 128 699 835 Kč

Celkové uznatelné náklady: 100 979 205 Kč

Celková výše podpory: 90 881 284 Kč

Příjemce: Městský dopravní podnik Opava, a.s.

Místo realizace: Opava, Moravskoslezský kraj

Pořízení CNG autobusu - CSAD Frýdek - Místek a.s.

Celkové náklady: 131 727 236 Kč

Celkové uznatelné náklady: 107 480 169 Kč

Celková výše podpory: 96 732 151 Kč

Příjemce: CSAD Frýdek - Místek a.s.

Místo realizace: Frýdek-Místek, Moravskoslezský kraj

Nákup autobusu s CNG pohonem (Ústí nad Labem)

Celkové náklady: 230 505 000 Kč

Celkové uznatelné náklady: 143 096 700 Kč

Celková výše podpory: 128 787 029 Kč

Příjemce: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s.

Místo realizace: Ústí nad Labem, Ústecký kraj

Pořízení CNG autobusu – ČSAD Havířov a.s.

Celkové náklady: 169 224 550 Kč

Celkové uznatelné náklady: 122 961 623 Kč

Celková výše podpory: 110 665 460 Kč

Příjemce: CSAD Havířov a.s.

Místo realizace: Karviná, Moravskoslezský kraj

Autobusy CNG v DPO

Celkové náklady: 933 321 615 Kč

Celkové uznatelné náklady: 717 412 503 Kč

Celková výše podpory: 645 671 252 Kč

Příjemce: Dopravní podnik Ostrava a.s.

Místo realizace: Ostrava-město, Moravskoslezský kraj

Nákup CNG autobusu pro Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova a.s.

Celkové náklady: 76 037 610 Kč

Celkové uznatelné náklady: 52 563 150 Kč

Celková výše podpory: 47 113 400 Kč

Příjemce: Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova a.s.

Místo realizace: Chomutov, Ústecký kraj

Pořízení autobusu MHD s pohonem na CNG - Brno-město

Celkové náklady: 644 945 252 Kč

Celkové uznatelné náklady: 437 940 980 Kč

Celková výše podpory: 394 146 882 Kč

Příjemce: Dopravní podnik města Brna, a.s.

Místo realizace: Brno-město, Jihomoravský kraj

Pořízení CNG autobusu - CSAD Karviná a.s.

Celkové náklady: 107 439 914 Kč

Celkové uznatelné náklady: 74 924 120 Kč

Celková výše podpory: 67 431 706 Kč

Příjemce: CSAD Karviná a.s.

Místo realizace: Karviná, Moravskoslezský kraj

Na výběr a rozsah nákupu vozového parku s alternativním pohonem má vliv hned několik faktorů. To je již zmíněná podpora od státu a Evropského společenství. Ovlivňuje ho fiskální politika státu, od které se odvíjí míra zdanění i podpora samotná, ve formě dotací.

Dalším důležitým faktorem je dostupnost paliva. V případě zkapalněného ropného plynu (LPG) je síť plnicích stanic hustá. Tedy jsou snadno dostupné z kteréhokoli místa provozu. Tato relativní výhoda je vyvážena faktem, že autobusy s pohonem LPG se u nás nevyrobí a Dopravní podnik měst Mostu a Litvínova, který tato vozidla nakoupil, již nemá možnost svůj vozový park posílit nebo obnovit.

Jiná situace je u plnicích stanic stlačeného zemního plynu (CNG). Zde je zpravidla nutné vybudovat plnicí stanici v blízkosti provozu. Jednou z možností je požádat o vybudování stanice plynárenskou společností, která bude zemní plyn dodávat. Výhodou jsou nulové počáteční náklady. Nevýhodou však je vyšší cena zemního plynu, do které si plynárenská společnost promítá svoje investiční náklady na výstavbu plničky. Druhou možností je výstavba vlastní plničky. Kromě velmi příznivé ceny paliva je zde ještě další výhoda. Všechny plničky vystavěné dopravními podniky jsou přístupné veřejnosti. Plyne z nich tedy ještě další příjem, který je dán rozdílem ceny od dodavatele a prodejní cenou plynu.

V případě hybridních vozidel problém s dostupností paliva odpadá. Pořízení vozidla s hybridním motorem je však daleko více finančně náročné. Zatímco ceny CNG autobusů se dají pořídit již od 4,5 milionu Kč, ceny hybridních autobusů se pohybují nad hranicí deseti milionů, důvodem není jenom použitá technologie. V České republice se v současné době tento typ autobusů nevyrobí. Má u nás však obchodní zastoupení společnost MAN a Volvo.

Další skupina vozidel, kterými jsou elektrobusy není ještě natolik technicky způsobilá, aby vyhovovala náročnému provozu. Zkušenosti s elektrobusy má DP Praha. Elektrobusy nevyhovovaly náročnému terénu města. Též dojezd autobusů nebyl dostačující. V současné době již v Praze nejezdí.

2.3 Nabídka vozidel

Výrobci automobilů, kteří mají v nabídce autobusy s pohonem CNG, elektrobusy a hybridní autobusy je několik. V České republice je to společnost SOR a IVECO Czech Republic. Ze zahraničních výrobců, jejichž vozidla jsou u nás provozována je to polský výrobce SOLARIS, který se rovná přibližně cenou i kvalitou našim domácím vozidlům. Pokud zákazník dává přednost vysoké kvalitě, pak má možnost zakoupit hybridní autobusy

Volvo nebo Mercedes. Stejně tak u nás má obchodní zastoupení společnost MAN, která nabízí též kvalitní hybridní a plynové autobusy.

2.3.1 SOR Libchavy

Meziměstský autobus SOR CNG 12

Nízkopodlažní autobus je dvounápravový, dvoudveřový autobus. Je určen pro dopravu na střední a krátké vzdálenosti. Délka autobusu je 11,790 m. Má přepravní kapacitu 83 osob plus místo pro kočárek nebo invalidní vozík. Je vybaven šestistupňovou plně synchronizovanou mechanickou převodovkou ZF s retardérem Voith. Motor značky Iveco CURSOR 8 CNG o výkonu 213 kW. Vyhovuje emisní normě EURO V.

Kromě nízkopodlažního je také nabízen ve standardním provedení. [6]

Elektrobus SOR EBN 10.5

Český výrobce SOR Libchavy vyrábí vozidlo s celokovovou karosérií. Kapacita vozidla je 19 sedících a 66 stojících cestujících. Je poháněný elektromotorem TAM 1052 C6B. Je to asynchronní šestipólový, kapalinou chlazený elektromotor o výkonu 120 kW a jmenovitém napětí 400 V. Díky vodnímu chlazení se podařilo snížit hmotnost a rozměry elektromotoru. Jako zdroj elektrické energie slouží 180 ks Litium-iontových bezúdržbových článků FePO_4 s parametry 2,5÷4,5 V/300 Ah. Akumulátory jsou za nápravou v zadní části vozidla. K dosažení plné kapacity akumulátorů stačí 4 hodiny, ve standardním režimu se nabíjí 8 hodin. Vytápí se nezávislým naftovým topením Eberspaecher Hydronic 24 o výkonu 24 kW. K vytápění se také užívá odpadového tepla z elektromotoru a elektronických systémů. Elektrická brzda rekuperuje energii zpět do akumulátorů. Podle náročnosti terénu a obsazení vozu cestujícími je dojezd vozidla 110 až 160 km. Dojezd vozidla ovlivňuje stárnutí akumulátorů, v průběhu let se tedy bude snižovat. Cena elektrobusu je přibližně 10 milionů korun. Dále je potřeba počítat s náklady spojené s výměnou akumulátorů po pěti až šesti letech. Tato výměna je více než na časovém úseku závislá na počtu nabíjecích cyklů.

[1]

Výrobce nabízí také elektrobus SOR EBN 8.

2.3.2 Iveco Czech Republic, a.s.

Česká společnost, která vyrábí autobusy ve Vysokém Mýtě. Vznikla 1. července 1993 privatizací státního podniku Karosa. Roku 1999 se stala součástí celoevropského holdingu Irisbus, který založily společnosti Renault a Iveco.

IRISBUS IVECO Citelis 12M CNG

Plně nízkopodlažní autobus o délce 11 990mm, celkové hmotnosti 18 000 Kg. Má nástupní výšku u předních dveří 320mm, u středních a zadních 330mm. Počet míst ke stání cca 50, k sezení 28-32. V nástupním prostoru prostředních dveří je plošina určená pro kočárky nebo vozíky invalidních osob. K dispozici je také výklopná plošina.

Je osazen motorem Iveco Cursor 8 CNG EEV, při maximálním výkonu 200kW při 1850 ot/min. Technologie umožňuje vozidlu snížit množství emisí pod limity stanovené normou EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicles), která je přísnější než norma Euro 5. Je vybaven automatickou převodovkou VOITH nebo ZF. Vozidlo je vybaveno osmi tlakovými lahvemi z kompozitních materiálů zn. CYNETEK o celkovém objemu 1 240 litrů. Při 100% naplnění tlakových lahví autobus ujede až 600 km.

2.3.3 Mercedes-Benz

Mercedes-Benz Citaro CNG a Citaro G CNG

Model Citaro CNG byl v roce 2002 vyznamenán „Modrým andělem“ - respektovanou známkou kvality Spolkového úřadu na ochranu životního prostředí. Motor na zemní plyn jemimořádně tichý. Autobusy Citaro CNG pohání motor na zemní plyn M 447 hLAG, který je obzvláště příznivý pro spotřebu. Šestiválcový řadový motor OM 447 hLAG, který má dvouventilovou techniku, známý z autobusů se vznětovým motorem, byl zdokonalen pro spalování zemního plynu a přestaven na pracovní princip Ottových motorů se zapalováním elektrickou jiskrou. Jako pohonná látka musí být zemní plyn komprimován. Je stlačený na 200 bar. Při tomto stlačení zabírá plyn čtyřnásobný objem ve srovnání s energeticky stejným množstvím motorové nafty. Zemní plyn je umístěn v pěti až osmi (u kloubového autobusu) tlakových nádržích na střeše vozidla s kapacitou 190 l. Citaro disponují tedy zásobou 950 až 1 520 litry CNG. Jízdní dosah odpovídá normálnímu dennímu cyklu městského autobusu. U autobusů byla zdokonalena technologie nádrže na zemní plyn. Až doposud byly nádrže zhotoveny z kovu a tedy velmi těžké. Dnes jsou to celoplastové nádrže ovinuté uhlíkovým vláknem. Tyto nádrže přispívají k výraznému snížení hmotnosti. Mají při stejné hmotnosti o 50% větší objem nádrže než dříve. Na střeše umístěné nádrže nijak neomezují vnitřní

prostor vozidla a zároveň jsou na nejbezpečnějším možném místě. Celoplastové nádrže použité v Citaru vydrží tlaky větší než 500 bar, tím disponují 2,5násobnou bezpečností proti roztržení. [7]

2.3.4 Solaris – polský výrobce CNG autobusů

Polský výrobce Solaris vyrábí plynové autobusy ve třech délkách. Jsou to modely:

Urbino 12 CNG, Urbino 15 CNG, Urbino 18 CNG.

Mohou být poháněny zemním plynem nebo bioplynem. Mohou být vyrobeny jednak s možností standardního plnění a jednak s možností rychlého plnění plynových nádrží.

Jsou osazeny motorem Cummins ISLG8.9E6 320 (239 kW), převodovkou Voith Diwa 6, vybaveny 6 kompozitními tlakovými láhvemi 6 x 214 l (v souladu s normou ECE), pro 18metrovou verzi je použito 8 tlakových lahví. Standardní systém dodatečného ohřevu: Spheros (Webasto).

Urbino 12 Hybrid

Solaris Urbino 12 Hybrid byl vyrobený ve spolupráci se současnou, mnoho let již na trhu existující, americkou firmou Eaton. Použití elektrického pohonu a spalovacího motoru je možné snížit spotřebu paliva až o 30%. Hnací ústrojí Urbina 12 je řízeno automaticky, počítač sám rozhoduje o tom, kdy použít energii spalovacího motoru namísto elektromotoru. Autobus je kromě toho vybavený automatickým systémem start/stop, pomocí kterého se motor sám vypne v okamžiku, kdy se ve vozidle po zastavení v zastávce otevírají dveře. K opětovnému nastartování dochází v momentě jejich uzavření. Paralelní hybridní systém používaný v Urbinu 12 Hybrid byl navržen s úmyslem použití v městských autobusech. Při brzdění se získává kinetická energie, která se ukládá v podobě elektřiny v lithio-iontových bateriích, umístěných v podlaze u prostředních dveří autobusu. Uložená energie při jízdě pohání elektromotor s maximálním výkonem 44 kW. Díky rekuperaci baterie nevyžadují dodatečné externí napájení. Spalovací část hnací jednotky tvoří vznětový motor značky Cummins o obsahu 6,7 litrů. Motor splňuje nejpřísnější normy Euro 6 na čistotu spalin. Celek hnacího systému doplňuje automatická šestistupňová převodovka firmy Eaton. Hnací síla je přenášena na zadní nápravu vozidla. Způsob rozmístění prvků hybridního systému nemá vliv na počet sedadel pro cestující.

Urbino 18 Hybrid

Kloubový autobus Solaris Urbino 18 Hybrid vznikl ve spolupráci s americkou společností Allison Transmission. Spojení dvou elektromotorů se vznětovým motorem firmy

Cummins, Snížení spotřeby paliva na úrovni 22-24% umožňuje snížení provozních nákladů. Díky modernímu zařízení pracuje motor po celou dobu v rozsahu optimálních otáček, zatímco přebytek energie dobíjí baterie v průběhu jízdy. Tato technologie také umožňuje využití energie, která vzniká při brzdění vozidla, její uložení v bateriích a opětovné použití k akceleraci autobusu. Dieslovou část pohonu zajišťuje motor Cummins o objemu 6,7 litru, splňující normu spalin Euro 6. Druhou částí pohonu a zároveň jeho hlavní částí je systém E^P50 od firmy Allison Transmission. Umístění hybridního pohonu v druhé části autobusu, ve věži po levé straně, umožňuje poskytnout 51 sedících míst. Celkový počet cestujících, kteří mohou najednou cestovat v Urbino 18 Hybrid, je až 161. Doplňujícím prvkem hybridního hnacího systému jsou měnič a baterie, umístěné na střeše vozu. zajišťuje optimální rozložení Ústřední částí hybridního systému je hnací jednotka E^V, ve které dochází k součtu točivých momentů spalovacího motoru a elektromotorů. Skládá se mimo jiné z 2 elektromotorů, 2 synchronních spojek a 3 planetárních převodovek. Modul E^V svým vzhledem připomíná klasickou převodovku. Posledním prvkem zařízení je jeho řídicí jednotka. Je tvořena dvěma moduly firmy Allison, série 1000/2000. Úkolem první jednotky je kontrola a řízení práce hybridního pohonu v době, kdy druhá jednotka řídí ostatní systémy. V procesu brzdění dochází k přetvoření energie, která je následně ukládána do speciálních baterií, umístěných na střeše autobusu. Díky tomu baterie nevyžadují dobíjení z externích zdrojů. Doba životnosti nikel-metal-hydridových baterií NiMH o hmotnosti 410 kg, v závislosti na provozování autobusu, činí kolem 6-7 let. Dvojitý modul konvertoru / DPIM – Dual Power Inverter

2.3.5 Autobusy na palivové články

Přestože se před patnácti lety zdál vodíkový pohon jako perspektivní. Udávalo se právě období patnáct let, jako doba, která je potřebná k rozvoji této nové technologie. Počítalo se s tím, že během této doby se vyvine infrastruktura potřebná pro provoz vodíkových vozidel. Průmyslová výroba paliva vůbec neexistuje a stejně tak jeho distribuce. Nestaví se závody na výrobu palivových článků, protože neexistují společnosti, které by je kupovaly. Stejně tak dopravní společnosti nekupují tato vozidla, protože neexistuje infrastruktura. Dnes odborníci uvádějí úplně stejnou dobu, která je pro zavedení technologie potřebná. Tedy 15 let. Jen pro představu. Cena vodíkového autobusu je mezi jedním až dvěma miliony Eur, tedy 30-60 milionů korun. Stejně tak náklady na 1 km jsou u vodíkového autobusu desetinásobné. Společnost Mercedes-Benz testuje v Evropě zhruba 20 autobusů poháněných palivovými články. Nedá se ani tušit, jak se tato technologie bude dále vyvíjet.

Mercedes-Benz Citaro FuelCELL Hybrid – autobus na palivové články

Původně diesellový motor vozidla byl nahrazen palivovými články. Pohon byl vytvořen nově. Používá podstatné prvky Citara G BlueTec Hybrid. Nápravy mají elektrické motory v nábojích kol. Akumulátory jsou lithium-iontové, má elektricky poháněné veškeré vedlejší agregáty. Pohonná látka pro palivové články je vodík. Snížit spotřebu tohoto autobusu se podařilo díky hybridnímu pohonu s vybroušenou regulací. Autobus je tichý a nedochází k emisím během jízdy, přesto je však žádoucí spotřebu snižovat. Ke znečištění ovzduší dochází v jiné fázi, a to při výrobě vodíku. Pro svoji nehlučnost a absenci zplodin při jízdě je vhodný především pro provoz v centrech měst a chráněných krajinných oblastech. Pro své kvality by v budoucnosti by mohli být autobusy na palivové články základním modelem ve vozových parcích dopravních společností.

České vozidlo s palivovými články

Od roku 2005 vyvíjí autobus s pohonem na palivové články Ústav jaderného výzkumu v Řeži. Do provozu byl předán v roce 2009. Jeho provoz by však nebyl možné bez výstavby první vodíkové čerpací stanice v Neratovicích. Primárním zdrojem je palivový článek na stlačený vodík (50kW), sekundární tvoří Li-ion akumulátor (10 kWh, 40 kW) a ultrakapacitor (1,2 kWh, 200 kW). Tato kombinace tří druhů pohonu umožňuje využívat nejvýhodnější kombinaci energií. Tím, že byl využit tento systém kombinace energií, bylo docíleno delšího dojezdu na jedno natankování, než je obvyklé. Využívá se rekuperace energie při brzdění vozidla, případně jízdy z kopce. Energie je akumulována ultrakapacitorech a Li-on bateriích. Ultrakapacity v krátkých časových úsecích mohou akumulovat velké množství energie a tuto energii také rychle vydat. Li-on baterie uchovávají větší množství energie, potřebují však delší dobu na její akumulaci. Energie z obou těchto zdrojů se používá při akceleraci vozidla, když nestačí výkon palivového článku. Výsledkem vhodné kombinace je použití relativně malého palivového článku, jehož výkon je 50 kW. [1]

Tabulka č. 1: Základní technické údaje

Délka	12 metrů
Hmotnost	14 tun
Podvozek	IRISBUS Citelis
Primární zdroj energie	50 kW
Typ	PEM vodíkový palivový článek
Sekundární zdroje energie	Li-on akumulátor o kapacitě 10 kWh (max. dodávaný výkon 40 kW), ultrakapacity (4 x 18F, max. 200 kW, 1,2 kWh)
Skladování vodíku	4 kompozitní tlakové nádrže (celkem 800 l, 30 MPa~20 kg H ₂) na střeše
Doba tankování plné nádrže	10 minut
Dojezd na jedno natankování	300 km
Maximální rychlost	65 km/h (elektronicky omezeno)
Spotřeba vodíku	7,5 kg/100 km, (ekvivalent 20 l nafty/100km)

Zdroj: www.cng.cz

2.4 Plnicí stanice CNG

Provozování vozidel s pohonem na zemní plyn vyžaduje dostupnou plnicí stanici CNG. V současné době je v České republice téměř 50 plnicích stanic na zemní plyn. Část z nich vystavěly plynárenské společnosti. Část dopravní podniky. Svoji Plničku má provozovatel městské a linkové dopravy v Táboře, Comett plus, dále plničku vybudoval Dopravní Podnik města Pardubic, v Prostějově společnost First Transport Lines zajišťující městskou i linkovou dopravu v Prostějově. Řada plniček patří plynárenským společnostem. Město V letošním roce zahájilo výstavbu město Brno, které má již smluvně zajištěn nákup 12 autobusů na CNG celkem za 72 milionů Kč od výrobců SOR Libchavy a Iveco Czech Republic. Brno plánuje v nejbližší době nakoupit dalších 88 autobusů na CNG. Měla by jich být rovná stovka. Také plnicí stanice v Brně má být největší v ČR, počítá se s náklady 50 milionů Kč. Bude specifická tím, že nebude skladovat plyn v zásobnících, jako jediná v republice bude napojena přímo na dodavatele zemního plynu.

V hromadné dopravě se využívají stanice pro rychlé plnění. Zemní plyn se odebírá z plynovodní přípojky a po zbavení kondenzátu a nečistot je stlačován v několika kompresních stupních až na tlak 300 bar. Plyn je komprimován a skladován ve vysokotlakých zásobnících. Pro lepší využití jsou zásobníky rozděleny do tří dílčích sekcí, do vysoko-, střeďo-, a nízkotlaké sekce. K plnění vozidel slouží výdejní stojan. Plnicí konektor hadice výdejního stojanu se připojí na plnicí ventil vozidla a zemní plyn je přepouštěn do tlakových nádob ve vozidle. Pomocí elektronického zařízení plní nádoby ve vozidle na stanovený provozní tlak 20-22 MPa. Obrázek č. 1 ilustruje plnicí stanici CNG.

Obrázek č. 1: Plnicí stanice CNG



Zdroj: www.cng.cz

V následující tabulce je uvedena aktuální cena CNG na několika plnicích stanicích. Jsou vybrány zejména stanice, které vybudovaly dopravní společnosti zajišťující městskou hromadnou nebo linkovou dopravu.

Tabulka č. 2: Aktuální cena stlačeného zemního plynu

Stanice	Cena s DPH (kg)	Cena s DPH (m ³)
Ústí nad Labem	27.50 Kč	19.64 Kč
Tábor	26.50 Kč	18.90 Kč
Karlovy Vary	27.50 Kč	19.64 Kč
Prostějov	25.80 Kč	18.43 Kč
Jihlava	26.00 Kč	18.57 Kč
Pardubice	25.30 Kč	18.07 Kč
Ostrava - Vítkovice	24.90 Kč	17.79 Kč
Ostrava - Vítkovice	24.90 Kč	17.79 Kč
Třebíč	25.90 Kč	18.50 Kč

Zdroj: www.cng.cz

Dobře fungující plnicí stanice vlastní například společnost Comett plus, která provozuje městskou a linkovou dopravu v Táboře. Stanice slouží k zásobování CNG pro vlastní autobusy, kterých je asi 40. Je však také otevřena pro veřejnost. Výstavba této plnicí stanice stála mezi 15a 20 miliony Kč. Ročně prodá kolem 800 tis. kg stlačeného zemního plynu ($1,426 \text{ m}^3 = 1 \text{ kg}$). Při nákupu zemního plynu je možné se dostat až pod hranici 13 Kč na kilogram. Při tomto objemu prodeje tedy činí rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou něco přes 21 miliónů Kč. Je však třeba počítat s odečtem spotřební daně, elektrickou energií na osvětlení a topení, vodné, stočné, mzdy zaměstnanců obsluhy stanice (standardně ale bývá bez obsluhy), nájemné pozemků, pojištění plničky, pravidelné revize, s náklady na údržbu, opravy

a servis technologie, s náklady na údržbu a úklid, úklid sněhu, ostrahu a za poplatků propojení karetního terminálu. Důležitým technologickým nákladem je cena elektrické energie potřebné na stlačení 1 kg CNG.

Další fungující plnicí stanici vlastní Dopravní podnik města Pardubic. Město ji pořídilo za cenu přibližně 25-30 miliónů korun. Slouží jak k plnění vlastních autobusů, kterých je v současné době kolem 20, tak i veřejnosti.

Počet vozidel na zemní plyn se neustále zvyšuje. Má vzrůstající tendenci. V roce 2005 se zvýšil počet oproti roku minulému o 200 kusů. V roce 2013 desetinásobně. U autobusů není nárůst tak velký, dá se však očekávat, že systém dotací pro ekologická vozidla tuto tendenci změní a v následujících letech se jejich roční nárůst bude zvyšovat. Také z množství prodaného CNG v jednotlivých letech, který je uveden v tabulce č. 3 se dá usoudit, že o budoucnost tohoto paliva se nemusíme obávat.

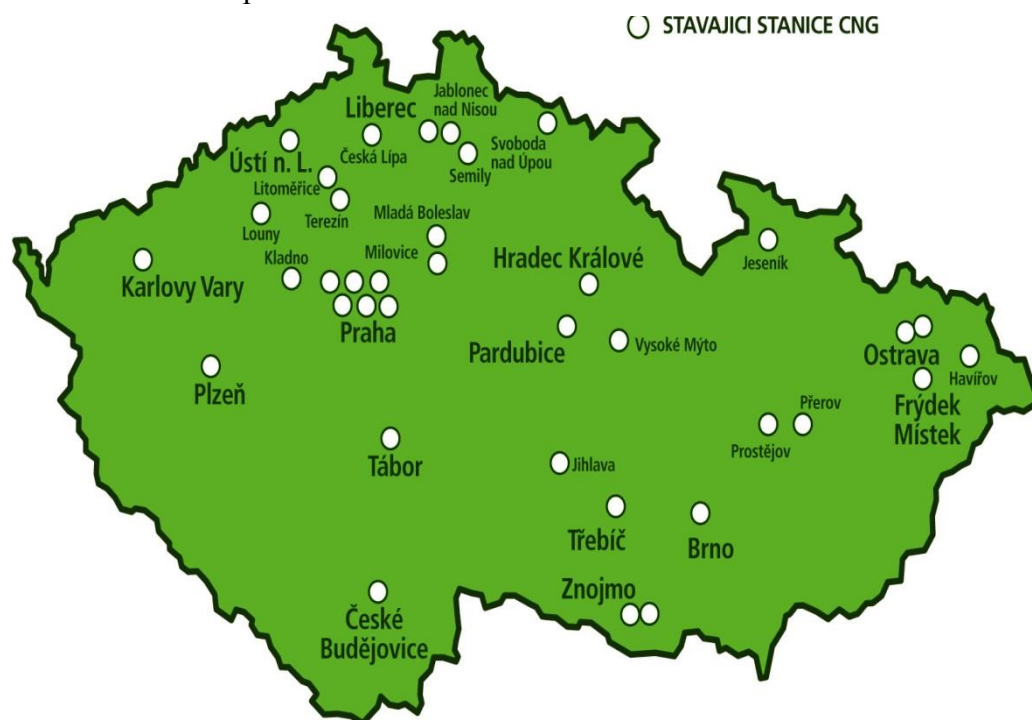
Tabulka č. 3: Vývoj počtu vozidel CNG v České republice

Rok	Počet stanic	Vozů celkem	z toho busů	Prodej CNG
2004	9	250	100	2,773
2005	9	450	165	3,010
2006	11	580	180	3,584
2007	17	900	195	5,799
2008	17	1 200	215	6,758
2009	23	1 800	270	8,082
2010	32	2 500	300	10,058
2011	34	3 250	336	12,089
2012	45	4 300	362	15,242
2013	50	6 300	410	21,952

Zdroj:www.cng.cz

Plnicí stanice CNG je výhodnou investicí a jejich vlastníci spíše než o omezení provozu mají zájem o výstavbu dalšího plnicího zařízení. Síť CNG stanic na území České republiky lze nalézt na Obrázku č. 2.

Obrázek č. 2: Síť plynicích stanic CNG



Zdroj: www.fiat.cz

3 NÁVRH ŘEŠENÍ NA ROZŠÍŘENÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

Pro zvážení jednotlivých možností, jaký druh vozidel pro dopravní společnost zvolit, abychom vyvážili jejich ekonomickou, ekologickou a užitkovou hodnotu, je třeba posoudit a vyhodnotit:

- dostupné možnosti alternativních paliv
- provozní náklady na jednotlivá řešení
- provázat jednotlivá řešení, aby byla vzájemně porovnatelná
- vyzvednout důležité aspekty jednotlivých druhů paliv
- zjistit důvody, které snižují hodnotu jednotlivých řešení
- najít navazující možnosti na jednotlivá řešení
- zhodnotit návrhy jako celek

3.1 Pořízení vozidel na stlačený zemní plyn CNG

Pro tuto variantu je nutné posoudit především dostupnost paliva a finanční náročnost jak nákupu vozidel, tak pohonných hmot, dále je třeba posoudit náklady na provoz vozidla na zemní plyn, a to jeho složky, které náklady na provoz vozidla zvyšují i snižují.

3.1.1 *Ekonomika provozu CNG vozidel*

Díky podpoře alternativních vozidel je přeměna vozového parku také záležitostí ekonomickou. Hlavní rozdíl při úspoře provozu vzniká daňovou politikou státu, který podstatně zvýhodňuje plynový pohon. Nelze však očekávat, že by se politika státu zásadně změnila. Nelze při současném stavu životního prostředí, neustálého spotřebovávání ve prospěch „pohodlí“, přistoupit na možnost tržního mechanismu mezi alternativními a klasickými palivy. Tendence podpory „čistého provozu“ a zdaňování klasického nelze přehlédnout v žádné oblasti.

3.1.2 *Cena autobusů*

Ceny autobusů, které jsou k dispozici ve sdělovacích prostředcích nebo u obchodních zástupců jsou pouze orientační. Cena klesá při zakoupení většího počtu autobusů. Také dovednosti nakupujícího a jeho rozhodnutí, zda nakoupit určitou „osvědčenou značku“ nebo cenu vyjednáváním s konkurenčními společnostmi snížit na minimum. Není výjimkou pořízení vozidla s pohonem CNG ve stejné cenové hladině jako vozidlo naftové. V případě

výběrového řízení je nabídnutá cena strategií firmy. V tabulce č. 4 je uvedena orientační cena autobusů SOR Libchavy.

Tabulka č. 4: Orientační ceny výrobce SOR Libchavy

NB 12 (nízkopodlažní)	diesel	4 600 000 Kč
	CNG	5 600 000 Kč
CN 12 (příměstské auto)	diesel	3 600 000 Kč
	CNG	4 600 000 Kč
C 12 (linkové vozidlo)	diesel	3 400 000 Kč
	CNG	4 400 000 Kč
EBN 10,5 (elektrobus)		9 500 000 Kč
EBN 8 (elektrobus)		9 100 000 Kč

Zdroj: autor

3.1.3 Další ukazatele

Na nákup každého autobusu přispívají plynárenské společnosti částkou 200 000 Kč. Protihodnotou pro plynárenskou společnost je reklamní plocha na vozidle, kterou využívá k propagaci.

Dalším příspěvkem jsou dotace na nové CNG autobusy v rámci různých projektů. V současné době v rámci Operačního programu Životního prostředí pro roky 2007 až 2013 byly přiděleny částky přibližně ve výši 90% celkových uznatelných nákladů na nákup autobusů s pohonem na zemní plyn. V současné době se připravuje Operační program Životního prostředí pro léta 2014 až 2020. Existuje zpravidla více souběžných programů, ze kterých je možno dotace čerpat. Tento však je v současné době nejvýznamnější.

Od 1. 1. 2009 jsou vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností méně než 12 tun, která používají jako palivo stlačený zemní plyn, osvobozena od silniční daně. Úspora je závislá na délce CNG autobusu. Činí 20 až 40 tisíc korun ročně na každý autobus.

Cena CNG autobusu je oproti ceně autobusu s dieselovým motorem 800 000 Kč. Dopravnímu podniku města Pardubic se však podařilo pořídit CNG autobusy za stejnou cenu jako dieselové. Cena je závislá na vyjednávacích schopnostech zákazníka a na počtu nakupovaných vozidel.

Náklady na palivo jsou až o 35% nižší. Autobus na CNG má vyšší spotřebu a to přibližně o 20%. Cena paliva je však nižší o tolik, že stačí nejenom pokrýt tuto zvýšenou potřebu, ale zároveň se ve spotřebovaném množství promítne úspora za nákup pohonných hmot přibližně ve výši 25%.

Úspory na výměnu oleje činí přibližně 2 000 Kč po ujetí 40 000 km.

Má nulovou silniční daň.

Spotřební daň je vyřešená až do roku 2020. Je výrazně nižší než u nafty a benzínu. Nemalou částí se odráží v konečné ceně CNG.

- 2007 – 2011 sazba 0 Kč/t (0Kč/m³);
- 2012 – 2014 sazba 500Kč/t (0,36 Kč/m³)
- 2015 – 2017 sazba 1 000 Kč/t (0,7 Kč/m³)
- 2018 – 2019 sazba 2 000 Kč/t (1,4 Kč/m³)
- od 2020 - sazba 3 355 Kč/t (2,36 Kč/m³), resp. minimální úroveň dle EU

Důležitým ukazatelem je projezd vozidla. V následující tabulce je počítáno s projezdem 600 000 Km ročně. Není však výjimkou, ve vytíženém městském nebo linkovém provozu projezd 100 000 Km ročně. Pak se rozdíl mezi provozem obou typů autobusů výrazně zvyšuje.

Jedna výhoda, která se na první pohled zdá „neviditelná“ je skutečnost, že plyn se nedá odnést domů. I tímto způsobem se dá snížit spotřeba pohonných hmot.

Další částkou, která je v neprospěch zemního plynu jsou servisní náklady. Standardní záruční doba u autobusů je dva roky. Při nákupu vozidla je však možné tuto záruční lhůtu za úplatu prodloužit. Je nutné počítat s náklady na revize plynu, náklady, které vyžadují častější výměnu olejů a filtrů. Také je nutno počítat s navyšováním nákladů na opravy v závislosti na době, po kterou je autobus v provozu. Můžeme počítat, že tyto náklady u vozidla s plynovým pohonem jsou přibližně dvojnásobné.

V celkové úspoře je potřeba počítat s dotacemi od plynárenských společností, částkou, která celkovou úsporu zvýší a zvýšenou cenou plynového autobusu, která částku sníží.

3.1.4 Zhodnocení řešení vozidel na CNG

Řešení nákupem vozidel na CNG přináší vysoký ekonomický efekt. V jeho prospěch ukazuje nízká cena paliva, které neustále drží cenovou úroveň. Zatímco cena motorové nafty dlouhodobě roste. Důležitou výhodou, která upřednostňuje tento typ vozidel, před srovnatelnými vozidly na LPG je dostupnost nových vozů, které je možné nakoupit od několika výrobců a to zpravidla v několika variantách. Spolu se širokou nabídkou přichází také kvalitní servis vozidel. Dalším pozitivem jsou zásoby zemního plynu, které jsou oproti ropě zhruba dvojnásobné. Z toho se dá usuzovat, že tendence růstu cen nafty a zemního plynu se budou i nadále prohlubovat. Neustálé zvyšování podílu CNG vozidel také napovídá, že rozdíl mezi pořizovací cenou standardního vozidla a poháněného plynem se bude do budoucna snižovat. Tedy nákup nových autobusů bude stále výhodnější. V tabulce č. 5, která

následuje, je přehled nákladů na provoz vozidla, je zde promítnuta též dotace od plynárenských společností a rozdíl pořizovací ceny klasického a plynového autobusu. Údaje potřebné pro výpočet ročních nákladů jsou označeny fialově, pro výpočet celkových úspor za uvažovanou dobu životnosti, tedy 12 let, jsou označeny růžově.

Tabulka č. 5: Ukazatele úspor CNG

	Městský provoz MHD	Linkový provoz
Ukazatele	Irisbus Citelis, TEDOM	SOR
Průměrná spotřeba MN	45 l/100km	34 l/100km
Průměrná spotřeba CNG	54 m ³ /100 km	40,8 m ³ /100 km
Roční projezd	60 000 km	60 000 km
Průměrná cena MN	36,27 Kč	36,27 Kč
Průměrná cena CNG	18,50 Kč	18,50 Kč
Provozní(servisní) náklady MN (průměr za rok)	60 000 Kč	52 000 Kč
Provozní(servisní) náklady CNG (průměr za rok)	108 000 Kč	95 000 Kč
Celkové roční náklady autobusu na MN	1 039 290 Kč	791 908 Kč
Celkové roční náklady CNG autobusu	707 400 Kč	547 880 Kč
Náklady na 1 km autobusu na MN	17,32 Kč	13,20 Kč
Náklady na 1 km CNG autobusu	11,79 Kč	9,13 Kč
Úspora CNG autobusu	5,53 Kč	4,07 Kč
Úspora 1 CNG za rok	331 890 Kč	244 028 Kč
Dotace od plyn. Společnosti (12 let)	200 000 Kč	200 000 Kč
Navýšení pořizovací ceny na rok (celkem 12 let)	800 000 Kč	800 000 Kč
Úspora CNG busu za 12 let	3 182 680 Kč	2 128 336 Kč

Zdroj: autor

Přestože úspora finančních prostředků je značná, nese s sebou i negativní důsledky. Pořízení nestandardního vozového parku znamená i větší starosti s jeho pořízením. Vypracování projektů. Sledování změn v legislativě, vystavěním nebo zajištěním plnicího

zařízení. Nákupu plynu na burzách. Také je třeba provádět pravidelná měření a v neposlední řadě odvětrat garáže.

3.2 Pořízení vozidel na kapalným zemním plynem LPG

Stejně jako u vozidel na CNG je třeba posoudit nejen náklady, které provoz těchto vozidel zvyšují, ale též náklady, které provoz snižují. Dostupnost paliva je také důležitým ukazatelem stejně jako nabídka dostupných vozidel.

3.2.1 Ekonomika provozu LPG vozidel

Stejně jako u CNG vozidel je hlavní výhodou cena paliva. Mezi oběma typy vozidel, co se týče nákladů či ekonomiky provozu existují však rozdíly. Na první pohled je cena LPG na čerpacích stanicích nižší než cena CNG. Je to však rozdíl pouze zdánlivý. Důležitý je obsah energie, kde jsou mezi palivy velké rozdíly

LPG obsahuje 6,8 kWh/l

CNG obsahuje 9,5 kWh/m³

Toto je důvod, proč vozidla na CNG jezdí přibližně o 20% levněji než vozidla na LPG. Spotřebují méně paliva na stejný počet km.

Dalším důvodem, proč upřednostnit CNG před LPG je výměna plynových nádrží. Zatímco nádrže na stlačený zemní plyn tedy CNG, podléhají pouze revizím. Nádrže na LPG se musí po deseti letech vyměnit.

Dále je třeba vynaložit náklady na odvětrávání garáží. LPG klesá k zemi a tak je zapotřebí garáže důkladně odvětrat. Náklady je třeba vynaložit i při používání vozidel na CNG, plyn však vstupuje vzhůru, a tak se způsob odvětrávání provádí jinak a je zpravidla nepatrně méně nákladný.

3.2.2 Cena autobusů

V České republice v současné době nelze pořídit nový autobus na LPG. Výrobce MAN, který autobusy dodal Dopravnímu podniku Mostu a Litvínova již tyto vozy nenabízí. Možností je hledat výrobce jinde v zahraničí nebo místo nákupu nových autobusů nechat staré přestavět. Bohužel se v současné době na území naší republiky nenachází firma, která by tuto službu nabízela. Je tedy pravděpodobné, že zájemce o přestavbu autobusu na LPG zaplatí za službu několikanásobně vyšší částku. Je to však možné.

Plynárenské společnosti přispívají částkou 200 000 Kč na všechny plynové autobusy, tedy i na autobusy LPG. Stejně tak je možno získat dotace ze státního rozpočtu nebo EU.

Pro srovnání, jak se odrazí úspora v porovnání s CNG je uvedena tabulka č. 6. Slouží k porovnání vozidel s oběma typy plynových variant. Z důvodu, že se takový typ autobusu

v ČR nenabízí, nelze vzít v úvahu konkrétní vozidla. Pro výpočet celkových ročních nákladů jednoho autobusu použijte fialová pole, pro úsporu za dobu životnosti růžová.

Tabulka č. 6: Ukazatele úspor LPG

	Městský provoz MHD	Linkový provoz
Ukazatele	Srovnatelný přepočet	Srovnatelný přepočet
Navýšení pořizovací ceny	1 600 000 Kč	1600 000 Kč
Průměrná spotřeba MN	45 l/100km	34 l/100km
Průměrná spotřeba LPG	64,8dm ³ /100 km	46,4 dm ³ /100 km
Roční projezd	60 000 km	60 000 km
Průměrná cena MN	36,27 Kč	36,27 Kč
Průměrná cena LPG	17 Kč	17 Kč
Provozní (servisní) náklady MN (průměr za rok)	60 000 Kč	52 000 Kč
Provozní (servisní) náklady LPG (průměr za rok)	119 000 Kč	105 000 Kč
Celkové roční náklady autobusu na MN	1 039 290 Kč	791 908 Kč
Celkové roční náklady LPG autobusu	779 960 Kč	578 280 Kč
Náklady na 1 km autobusu na MN	17,32 Kč	13,20 Kč
Náklady na 1 km LPG autobusu	13 Kč	9,64 Kč
Úspora LPG autobusu	4,32 Kč	3,56 Kč
Úspora LPG autobusu za rok	311 890 Kč	213 628 Kč
Dotace od plyn. Společnosti (12 let)	200 000 Kč	200 000 Kč
Navýšení pořizovací ceny (12 let)	1 600 000 Kč	1 600 000 Kč
Úspora LPG busu za 12 let	2 342 680 Kč	1 163 536 Kč

Zdroj: autor

Z tabulky je patrné, že oba druhy vozidel jsou srovnatelné. Bylo nutno připočíst dvojnásobnou částku na pořízení vozidla s LPG pohonem, a to z důvodu, že se vozidla u nás nevyrobí, ani žádný výrobce, který má u nás zastoupení je nenabízí. Tato částka by v případě, že by se výrobce u nás vyskytoval, byla srovnatelná. Stejně je to i s možností přestavby. Není problém oslovit firmu, která se zabývá přestavbou osobních automobilů nebo má obdobný

program. V případě malé zakázky od jednoho zákazníka, by se však částka zdvojnásobila až ztrojnásobila.

Další rozdíl způsobuje nutnost výměny tlakových lahví na LPG. Zatímco pro typ vozu s pohonem CNG majitel vystačí pouze s pravidelnými revizemi tlakových lahví. U autobusů LPG je nutnost tyto lahve každých deset let, nebo po ujetí 400 000 km, vyměnit. Protože v současné době není možné zakoupit u nás tento typ tlakových lahví. Je použita částka, která je odvozena, v závislosti na objemu plynu, se srovnatelných tlakových lahví pro osobní automobily. V tabulce je rozpočítána do položky: Provozní (servisní) náklady LPG (průměr za rok). Přesnější informace by bylo možné získat poptávkou. Vzhledem k situaci by však tato informace neměla větší vypovídací hodnotu.

Poslední výraznější rozdíl mezi oběma typy vozidel způsobuje rozdílný obsah energie v palivech. Přesto, že cena CNG je na 1 m^3 , což odpovídá 1 dm^3 zkapalněného ropného plynu LPG, o něco málo vyšší. V důsledku se náklady na pohon vozidel s CNG pohonem pohybují o 20% níže. Je to způsobeno obsahem energie, která je u CNG $9,5 \text{ kWh/m}^3$, zatímco u LPG je jen $6,8 \text{ kWh/dm}^3$. To se odrazí na nižší spotřebě CNG a ve výsledných výpočtech tato nevýhoda převáží nad výhodou levnějšího nákupu pohonných hmot.

Rozdíl mezi použitím obou forem zemního plynu není příliš výrazný. Proto lze doporučit i vozidla na LPG. Možnou výhodou tohoto pohonu je velmi hustá síť plnicích stanic. Dá se také předpokládat, že technologický vývoj se v této oblasti nezastaví a bude se vyvíjet rychlým tempem, protože většina osobních vozů na plyn, která jsou u nás provozována je na LPG. Při tak malých rozdílech v ceně pohonných hmot, servisu a jízdních vlastností se může tento pohon během velmi krátkého období ocitnout na vedoucí příčce.

3.2.3 Zhodnocení řešení vozidel na LPG

Dobrou ekonomickou výhodou přináší řešení, kdy jako paliva používáme kapalný ropný plyn. Tento způsob přináší přibližně stejné úspory, jako vozidla s pohonem CNG. Má však oproti CNG jednu velkou nevýhodu. A tou je méně snadná dostupnost vozidel a tím složitě zabezpečení servisu. Nové vozy s tímto druhem pohonu nejsou v ČR dostupné a o přestavby není zájem z důvodů spíše bezpečnostních, zatímco osobní vozidla se přestavují na LPG v hojném počtu a představují pro majitele velkou ekonomickou výhodou, v hromadné dopravě je tato možnost považována za nepřijatelnou, přinášející rizika, stále se objevují myšlenky, zda přestavby jsou dostatečně bezpečné. V současné době však v České republice existuje velmi hustá síť plnicích stanic.

3.3 Pořízení vozidel na CNG a výstavba vlastní plnicí stanice

Při pořízení většího počtu vozidel na stlačený zemní plyn je běžné a výhodné vlastnit plnicí stanici. Je ideálním propojením zásobování palivem vlastního vozového parku a navíc přináší zisk z poskytování volných kapacit veřejnosti.

Pokud počítáme, že při velikosti vozového parku více jak 20 vozů je potřeba počítat s odběrem 800 tis. kg stlačeného zemního plynu, pak musíme počítat s těmito náklady:

- Výstavba plnicí stanice přibližně 20 mil. korun
- Nákup plynu, lze se dostat až na hranici 13 Kč za kilogram
- Spotřební daň
- Elektrická energie na stlačení 1 kg CNG
- Elektrická energie na osvětlení a topení
- Vodné a stočné
- Mzdy zaměstnanců obsluhy stanice
- Nájemné pozemků
- Pojištění plničky
- Pravidelné revize
- Náklady na údržbu a opravy
- Servis technologie
- Náklady na úklid a ostrahu
- Poplatek za propojení karetního terminálu

Pokud vynásobíme objem prodaného plynu cenou za kg a po odečtení nákladů opět vydělíme množstvím prodaného plynu, pak nám vyjde zisk přibližně 3 Kč na kilogram. To je při prodeji 800 tis. kg 2 400 000 Kč.

Výpočet je záměrně odvozen z průměrného zisku již existujících společností. Jednotlivé položky se v různých případech velmi liší. Vytvoření tohoto průměru z údajů získaných u již existujících plnicích stanic má vypovídající hodnotu mnohem vyšší.

Návratnost plnicí stanice je tedy v tomto případě 8 let a 2 měsíce.

V případě vlastní plnicí stanice můžeme počítat s dalšími úsporami, které ovlivňuje fakt, že se plnicí stanice nalézá v areálu podniku a tak odpadají náklady za ujeté kilometry k plnicí stanici a ostatní náklady, které jsou ovlivněny časovou náročností tohoto úkonu.

3.4 Nákup elektrobusesů do vozového parku

U elektrobusesů je zásadní čisté životní prostředí. Zde nemůžeme počítat s úsporami za pohonné hmoty, i když se spotřeba, tedy spíše poměr korun a kilometrů pohybuje na velmi nízké úrovni. Důvodem je vysoká pořizovací cena elektrobusesu, která vyrovná cenu potřebné energie.

3.4.1 Ekonomika provozu elektrobusesů

Elektrobusesy nijak nesnižují náklady. Zhruba se rovnají provozu diesellových autobusů. Oproti těm, však mají i řadu nevýhod. I když v konečném důsledku se dostaneme na přibližně stejné náklady. Pořizovací cena elektrobusesu je násobně vyšší. Přestože tato cena je jen orientační, vzhledem k použitým technologiím není pravděpodobné, že by se velmi výrazně snížila. Další skutečností, která ukazuje v neprospěch elektrobusesu je životnost baterií. V polovině životnosti, tedy po 6 letech nebo po ujetí 400 000 km je třeba vyměnit baterie. Na druhou stranu můžeme počítat s úsporou provozních nákladů, které se pohybují přibližně na 40% nákladů běžného autobusesu.

3.4.2 Ceny elektrobusesů

V České republice je možné nakoupit elektrobusesy od výrobce SOR Libchavy, a to model EBN 10,5 přibližně za 9 500 000 Kč. Dále vyrábějí elektrobuses ještě v kratší verzi, model EBN 8 za cenu 9 100 000 Kč.

Těž je možné nakoupit elektrobusesy Urbino electric od polského výrobce autobusů. Jsou to modely: Urbino 8,9 electric; Urbino 12 electric a Urbino 18 electric.

3.4.3 Ostatní ukazatele

Stejně jako na plynové autobusy je možné získat dotace na pořízení elektrobusesů, jako ekologicky čistých vozidel. Tyto dotace mohou pokrýt až 90% nákladů. Hlavním důvodem však musí být zájem o ekologicky čistá vozidla, nelze totiž se 100% přidělením dotací počítat. Závisí na množství zájemců a částce, která je k těmto účelům určena.

V České republice jsou elektrobusesy zatím jen v testovacím provozu. Neznamená to, že by nedokázaly vyhovět řadě pravidelných linek. Jde spíše o to, že plynové autobusy používají společnosti už mnoho let a jsou v provozu ověřené. Není pochyb, že plynové autobusy obstojí i v těžkém terénu, to se o elektrobusech nedá jednoznačně říci. Jsou testovány i v horských podmínkách, ale zatím jsou spíše považovány za vozidla do lehčího terénu. Větší počet elektrobusesů od našeho výrobce zatím objednala pouze sousední Slovenská republika, aby je uvedla do provozu v Bratislavě. Možná, že právě tento krok bude důvodem, abychom i my s nimi začali více počítat.

Přes malé využití elektrobuses v naší veřejné dopravě, je možné zjistit dostatek informací k tomu, abychom mohli jejich výhodnost posoudit. V tabulce jsou uvedeny výpočtu nákladů na pořízení a provoz elektrobuse.

Tabulka č. 7: Ukazatele pro elektrobuse

	Městský provoz MHD
Ukazatele	EBN 10,5 elektrobuse SOR Libchavy
Navýšení pořizovací ceny	5 000 000 Kč
Průměrná spotřeba MN	45 l/100km
Cena za elektrickou energii na 1 Km	4 Kč
Roční projezd	60 000 km
Průměrná cena MN	36,27 Kč
Provozní (servisní) náklady MN (průměr za rok)	60 000 Kč
Provozní (servisní) náklady elektrobuse (průměr za rok)	357 000 Kč
Celkové roční náklady autobuse na MN	1 039 290 Kč
Celkové roční náklady elektrobuse	597 000 Kč
Navýšení ceny elektrobuse (12 let)	5 000 000 Kč
Celkové náklady na elektrobuse (12 let)	12 164 000 Kč
Celkové náklady na MN	12 471 480 Kč

Zdroj: autor

Rozdíl ceny mezi klasickým autobusem a elektrobusem je zjištěn poptávkou přímo u výrobce. Může se lišit při větším počtu nakupovaných vozidel.

Cena za elektrickou energii na 1 Km je určena na základě skutečných nákladů na 1 Km při vývoji elektrobuse.

Provozní a servisní náklady na elektrobuse jsou násobně vyšší od nákladů na dieselové autobusy. Důvodem je nutnost výměny baterií po najetí 400 000 Km, nebo po 6 letech provozu vozidla. Tyto baterie mají vysokou pořizovací hodnotu, pohybuje se pro jedno vozidlo kolem 2 000 000 Kč. Právě tato skutečnost ovlivňuje násobný rozdíl mezi ročními servisními náklady obou vozidel. Provozní a servisní náklady jsou na druhou stranu poníženy o 36 000 Kč. Úspora provozních nákladů vychází z méně náročné údržby elektrobuses.

V nákladech není zahrnuto topení ve vozidle v zimních měsících. Elektrobusy jsou limitovány dojezdem a topení spotřebovává značnou část energie. U některých autobusů, které topí elektrickou energií je doporučováno dobíjení až 12x denně, což je náročné časově i finančně (trvá 3 hodiny). Je to způsobeno tím, že celkový poměr energie vynaložený na jízdu a na vytápění je 70% na jízdu a 30% na vytápění vozidla za rok. Na vytápění se tedy spotřebuje značná část energie, která je potřebná k jízdě. Tento fakt se řeší naftovým topením v elektrobusích. Tím dojezd vozidla zůstává nedotčen.

Elektrobusy splňují náročné požadavky, na které jsme zvyklí u tramvají a trolejbusů. Je pravděpodobné, že v nejbližší budoucnosti na ně budou navazovat. V dnešní době je rozšiřování tramvajových a trolejbusových linek, vzhledem k obrovským investičním nákladům na začátku projektu, nemyslitelný.

3.4.4 Hybridní autobusy

Hybridní autobusy jsou v současné době na ústupu. Vychází z hlavního problému, který se u nich vyskytuje. Jsou těžké a složité. Ačkoli se uvádí u hybridních autobusů až 40% úspora paliva, ve skutečnosti se pohybuje v rozmezí 10 až 20%. Je to způsobeno tím, že složité technologie, zejména použití spalovacího motoru a elektromotoru zároveň, zvyšuje hmotnost vozidla téměř o 1 000 kg. Právě tato skutečnost vysvětluje, proč se procenta úspory paliva liší. Vozidlo s klasickým motorem je při stejném výkonu a stejném obsazení lehčí a tedy úspornější, zde mizí výše uvedených 20%.

V současné době pořízení hybridních autobusů nelze doporučit. Vysoká pořizovací cena, malá úspora paliva a nepříliš výrazné zlepšení životního prostředí tento typ pohonu staví na okraj zájmu.

ZÁVĚR

Ekonomicky nejvýhodnější variantou obměny vozového parku je bezesporu nákup autobusů na zemní plyn. Obě možnosti, jak stlačený zemní plyn CNG, tak kapalný ropný plyn LPG jsou ekonomicky přibližně stejně výhodné. V současné době však je lepší variantou stlačený zemní plyn. Může to být stav pouze dočasný, ale nabídka vozidel CNG pro hromadnou dopravu je poměrně široká a s tím souvisí i dostupný kvalitní servis. Pro LPG je situace opačná. Nabídka vozidel neexistuje a servis stávajících autobusů na LPG je velmi drahý. Z těchto důvodů je výhodnější variantou vozidlo na CNG.

Pokud jde o pořízení celé flotily vozidel na CNG je velmi dobrou investicí plnicí stanice. Řeší dostupnost paliva pro dopravní podnik a zároveň nabízí volnou kapacitu veřejnosti. Současné podniky vlastní více jak 20 vozidel mají tendenci vystavět si i vlastní plnicí stanici. Neviditelným přínosem je další rozšíření sítě, která palivo nabízí. Právě ona je základním kamenem pro neustále se rozšiřující základnu těchto vozidel, a to jak pro hromadnou dopravu, tak i osobních vozidel. Dnes už existují i malé plnicí stanice, které je možno používat pro plnění vozů v malých firmách i vozidel jednotlivců. Takovou plnicí stanici je možné pořídit přibližně za 130 000 Kč. Tento rozmach a neustálé zhušťování sítě plnicích stanic napovídá, že toto palivo má budoucnost.

Z dnešního pohledu nelze vyzvednout přednosti hybridních vozidel. Spíše se zdá, že jsou jakousi slepou větví ve vývoji alternativních vozidel. Kombinace vysoké pořizovací ceny a nevelkých úspor nákladů za pohonné hmoty v současné době nepřeje jejich rozvoji. Neznamená to však, že by nebyly důležitým kamenem ve vývoji dopravních prostředků, využití rekuperace se zdá být u některých provozů velmi výhodné, jako příklad lze uvést provoz vozů při svozu odpadu. Nebo využití kinetické energie při provozu vysokozdvizných vozíků.

Další možností je pořízení elektrobuses. Přesto, že nákup nových elektrobuses je z finančního hlediska velmi nákladný, stejně jako výměna baterií. Je zřejmé, že se jedná o nejvýznamnější vozidla s alternativním pohonem. Už v dnešní době jsou testována i pro náročnější terén a umožňují dostatečný dojezd na to, aby se v hromadné dopravě mohla využívat. V tomto případě cena vozidla není rozhodujícím ukazatelem. Je jím hlavně ekologicky čistý provoz. A stále častěji se při porovnávání ceny a kvality, klade důraz na kvalitu. Rozvoj elektrobuses by měl pomoci najít i čistší způsoby při výrobě primární elektrické energie a také by měl změnit standard prostředí ve kterém trávíme většinu času. Je

to energie, která řeší také dostupnost chráněných krajinných oblastí a památkově chráněných center měst. Příkladem mohou být elektricky poháněné tříkolky, které používají obyvatelé přírodního unikátu na italském ostrově Capri nebo elektrické taxíky v hlavním městě Malty, Valettě. To, že nejsou elektrická vozidla dostatečně rozšířená v hromadné dopravě je pravděpodobně jen otázkou několika let, než se technologie vyvinou natolik, aby odstranily nedostatky, které dnešní elektrobusy tíží. Jde jen o odvahu změnit myšlení a ekonomiku změnit v její nejvyšší formu, která zahrnuje všechny aspekty lidského života a upřednostňuje spokojený a zdravý život.

Vývoj vozidel na alternativní pohon je jen logickým krokem ve vývoji, kdy člověk začíná pohlížet na život jako celek. A už při výrobě a provozu, počítá s tím, že pohodlí, rychlost a dostupnost je vykoupena něčím jiným, co při výpočtu nákladů na jednotlivé výrobky není viditelné. Ale stačí poodstoupit a podívat se z dálky. Propojit jednotlivé oblasti a zamyslet se nad tím, kam takové myšlení povede v budoucnosti.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HROMÁDKO, J. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony*. Praha: GRADA, 2012. ISBN 978-80-247-3475-0.
- [2] Dohoda mezi státem a plynárenskými společnostmi – *Asociace NGV* [online]
[cit. 2014-08-10] Dostupné z:
<http://www.ngva.cz/files/ngva/uploads/files/Dobrovolna%CC%81%20dohoda.pdf>
- [3] ČESKO. Zákon č. 16 ze dne 31. prosince 1992 o dani silniční, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1993, částka 6 s. 3286-3324. Dostupné také z: http://www.sbcz.cz/cgiin/khm.cgi?typ=1&page=khm:SSBC93/SBC93006.HTM;ca016-_1993_00
- [4] Usnesení vlády č. 1592/2008 o Programu obměny vozového parku veřejné správy za „ekologicky přátelská“ vozidla
- [5] Stát neplní dohodu o CNG. *Inflow: E15, deník pro ekonomiku a byznys* [online]. 2014 [cit. 2014-08-10]. ISSN 1803-4543. Dostupné z:
<http://euro.e15.cz/archiv/stat-neplni-dohodu-o-cng-1044869>
- [6] Meziměstské autobusy [online]. ©*SOR Libchavy.cz* [cit. 2014-08-20] Dostupné z:
<http://www.sor.cz/site/mezimestsky-autobus-sor-cng-12>
- [7] Autobusy [online]. ©*RWE Energo.cz* [cit. 2014-08-15] Dostupné z:
<http://www.cng.cz/cs/autobusy-222/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Základní technické údaje.....	35
Tabulka č. 2: Aktuální cena stlačeného zemního plynu.....	36
Tabulka č. 3: Vývoj počtu vozidel CNG v České republice	37
Tabulka č. 4: Orientační ceny výrobce SOR Libchavy.....	40
Tabulka č. 5: Ukazatele úspor CNG.....	42
Tabulka č. 6: Ukazatele úspor LPG	44
Tabulka č. 7: Ukazatele pro elektrobuses.....	48

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Plnicí stanice CNG.....	36
Obrázek č. 2: Síť plnicích stanic CNG.....	38

SEZNAM ZKRATEK

CNG	Stlačený zemní plyn
LNG	Zkapalněný zemní plyn
LPG	Stlačený ropný plyn
ROP	Regionální operační program

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA č. 1: Zákaznický dostupné autobusy na alternativní pohon v České republice

PŘÍLOHA č. 1: Zákaznický dostupné autobusy na alternativní pohon v České republice

Autobus CNG výrobce Solaris



Hybridní autobus Volvo



Elektrobus společnosti Solaris



Autobus CNG Mercedes Benz

