

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Ekonomické vyhodnocení provozu  
autobusů na stlačený zemní plyn**

(Bakalářská práce)

Přerov 2023

Otakar Čermák, DiS.



Vysoká škola  
logistiky  
o.p.s.

## Zadání bakalářské práce

student	<b>Otakar Čermák, DiS.</b>
studijní program	LOGISTIKA
obor	Logistika v dopravě

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: **Ekonomické vyhodnocení provozu autobusů na stlačený zemní plyn**

Cíl práce:

S ohledem na cenový vývoj na energetickém trhu ekonomicky vyhodnotit provoz autobusů na stlačený zemní plyn (CNG) v rámci dopravní obslužnosti krajů a měst.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Charakteristika pohonu na CNG
2. Cenový vývoj energetických komodit a paliv
3. Principy kalkulace nákladů v dopravě
4. Ekonomické porovnání naftového a CNG pohonu v autobusové dopravě

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

DUCHONĚ, Bedřich. Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-763-0.

KUNST, Jaroslav, EISLER, Jan a František ORAVA. Ekonomika dopravního systému. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Josef Kubík, CSc.

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2022

Datum odevzdání bakalářské práce:

29. 4. 2023

Přerov 31. 10. 2022



Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.  
rektor

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vydělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze nahraná do informačního systému školy jsou totožné.



V Přerově, dne 27. 04. 2023

.....

podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval v první řadě doc. Ing. Josefu Kubíkovi, CSc. za odborné vedení v průběhu psaní této bakalářské práce. Za jeho skvělý přístup, pravidelné konzultace, za zprostředkované kontakty, poskytnuté podklady, a hlavně za jeho vstřícnost a profesionalitu.

Dále bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli odborné konzultace k danému tématu.

## **Anotace**

V této bakalářské práci jsou informace o tom, co to stlačený zemní plyn je a jaké jsou jeho výhody nebo nevýhody. Zda je provoz CNG autobusů ekonomicky výhodnější než u naftových autobusů. Práce obsahuje matematické vzorce, použité pro výpočet. Jsou zde dále obsažena data o cenovém vývoji paliv CNG a nafty, které jsou zakresleny v grafech.

## **Klíčová slova**

CNG, autobusová doprava, kalkulace nákladů, energetické komodity, cenový vývoj

## **Annotation**

This bachelor's thesis contains information about what compressed natural gas is and what its advantages and disadvantages are. Is the operation of CNG buses more economically advantageous than diesel buses. The work contains mathematical formulas used for calculation. It also contains data on the price development of CNG and diesel fuels, which are plotted in graphs.

## **Keywords**

CNG, bus transport, cost calculation, energy commodities, price development

# Obsah

Úvod .....	8
1 Charakteristika pohonu na CNG .....	9
1.1 CNG.....	9
1.2 Použití CNG v silničních dopravních prostředcích .....	10
1.3 Plnicí stanice CNG .....	12
1.4 Možnosti autobusů na CNG .....	14
2 Cenový vývoj energetických komodit a paliv.....	17
2.1 Energetické komodity.....	17
2.2 Paliva .....	19
2.3 Cenový vývoj CNG .....	20
2.4 Cenový vývoj nafty .....	23
3 Principy kalkulace nákladů v dopravě .....	27
4 Ekonomické porovnání naftového a CNG pohonu v autobusové dopravě.....	31
Závěr.....	36
Seznam zdrojů .....	37
Seznam obrázků .....	39
Seznam grafů.....	39
Seznam tabulek.....	39
Seznam zkratk.....	40

# Úvod

V dnešní době se čím dál víc cestuje. Pokud se rozhodneme dostat z jednoho bodu do druhého, ve většině případech k tomu využijeme nějaký dopravní prostředek. Lidé mají potřebu se přemísťovat rychle, pohodlně a za co nejnižší cenu. Samozřejmě zde hraje roli i ekologie. Otázkou budoucnosti je, zda se podaří naléznout jiný alternativní způsob pohonu vozidel než ten, který známe dnes.

Cílem mé práce je ekonomicky vyhodnotit provoz autobusů na stlačený zemní plyn a naftu, s ohledem na cenový vývoj na energetickém trhu.

V první kapitole jsou shrnuty informace o tom, co to CNG vlastně je. Jaké je jeho použití v silničních dopravních prostředcích a základní informace týkající se plnicích stanic. Druhá kapitola obsahuje vysvětlení, co jsou to energetické komodity, paliva a jak se mohou dělit. Dále jsou zde uvedeny grafy vývoje cen CNG a nafty v období od roku 2019 až po současnost. V třetí kapitole jsou uvedeny principy kalkulace nákladů, které souvisejí s dopravou, a informace o kalkulační jednici. V poslední části této práce se zabývám ekonomickým porovnáním pohonu na naftu a pohonu na CNG v autobusové dopravě.



# 1 Charakteristika pohonu na CNG

CNG je plyn, jehož využití spočívá ve výrobě elektrické a tepelné energie. Plynovodná síť umožňuje jeho dostupnost v Evropě a ČR. Využívá se také v dopravě. Z hlediska koncentrace se pro tyto účely musí stlačit 200x za pomoci vysokotlakých kompresorů. CNG zůstává nadále v plynné formě i po stlačení.

## 1.1 CNG

Zkratkou CNG označujeme stlačený zemní plyn, anglicky compressed natural gas. Jde o plynné fosilní palivo. Hlavní složkou tohoto fosilního paliva je methan. Na rozdíl od ostatních fosilních paliv má CNG při spalování nejmenší podíl CO<sub>2</sub> na jednotku uvolněné energie, a to právě z důvodu obsahu methanu [1].

Zemní plyn je bezbarvý, hořlavý a nezapáchající. Jelikož je bez zápachu, tak se při jeho distribuci provádí takzvaná odorizace. To znamená, že se do něj přidávají zapáchající plyny, jako je například ethylmerkaptan. Je to z důvodu, aby bylo čichem možné pocítit zemní plyn ve vzduchu v koncentraci větší než 1 procento. Zemní plyn se může nacházet společně s černým uhlím, s ropou nebo samostatně.

CNG se používá jako palivo pro pohon motorových vozidel. Považuje se za čistější alternativu k motorové naftě a k benzínu. Variantou metanu jako paliva je zkapalněný zemní plyn, zkratkou označován jako LNG.

Přestavbou motorů na CNG z dieselových motorů, tedy ze vznětových na zážehové, emise klesají na úroveň normy Euro 5. To celé bez nutnosti čištění komplexních směsí chemických látek unikajících ze spalovacího zařízení, s výjimkou nespálených uhlovodíků [2].

Jako vše, tak i CNG má své výhody a nevýhody. Výhodou z ekologického je dána chemickým složením zemního plynu. V tomto případě jde složení molekul, kde atomy vodíku převládají nad atomy uhlíku v poměru 4:1. Z toho vyplývá, že zemní stlačený plyn má vyšší podíl vodíku a nižší podíl uhlíku. Výsledkem je výrazně nižší obsah pevných částic ve výfukových plynech, oproti vozidlům s klasickým palivem. Vozidla na zemní plyn jsou méně hlučná. Jako bezpečnostní hledisko je uváděno, že je minimální riziko kontaminace spodních vod a půdy z důvodu, že plyn má nízkou hustotu a lépe se

rozptýlí v atmosféře. Teplota vznícení je a vzplanutí je vyšší než u nafty nebo benzínu. Riziko nehody v důsledku vznícení je tedy nižší. Pokud jde o bezpečnost, netýká se to jen vozidel, ale také samotných plnicích stanic. Plnicí stanice jsou vybavené bezpečnostními prvky, jako je například tlačítko, které umožní okamžitě zastavit plnění. Plnicí pistole mají trhací spojku. Trhací spojka zajistí, že v případě náhlého odjezdu vozidla bez odpojení, přeruší spojení přípojky k výdejnímu stojanu. Další výhodou jsou nižší náklady na pohonné hmoty, než je tomu v případě nafty nebo benzínu. Uvádí se, že průměrná cena metru krychlového CNG je 27,30 Kč. Když porovnáme tuto cenu s cenou benzínu – aktuálně 36,50 Kč, úspora je více než 9 Kč na litru paliva. Vozy s pohonem CNG jsou osvobozeny od silniční daně. Pomocí již vybudované distribuční sítě, je distribuce plynu k uživateli jednodušší.

Nevýhodou je vyšší pořizovací cena. Pokud jde o přestavbu automobilu na pohon CNG, cena je ještě vyšší než u sériové výroby. S přestavováním vozidel souvisí i následné snížení výkonu motoru asi o 10 %. Dále je možné do nevýhod zařadit nedostatek plnicích stanic, které čítají v ČR více než jak 200. Například oproti Německu, kde se množství plnicích stanic pohybuje kolem 700. Jsou zpřísněná bezpečnostní opatření, pokud jde o parkování. Do některých starších podzemních garáží, auta s CNG nesmějí. Je to z důvodu možného úniku zemního plynu z nádrže. Dojezd vozidel na zemní plyn se odvíjí od počtu a velikosti tlakových zásobníků, ale také samozřejmě na charakteru jízdy a spotřebě. Další nevýhodou je vyšší hmotnost vozidel na CNG. [3].

## **1.2 Použití CNG v silničních dopravních prostředcích**

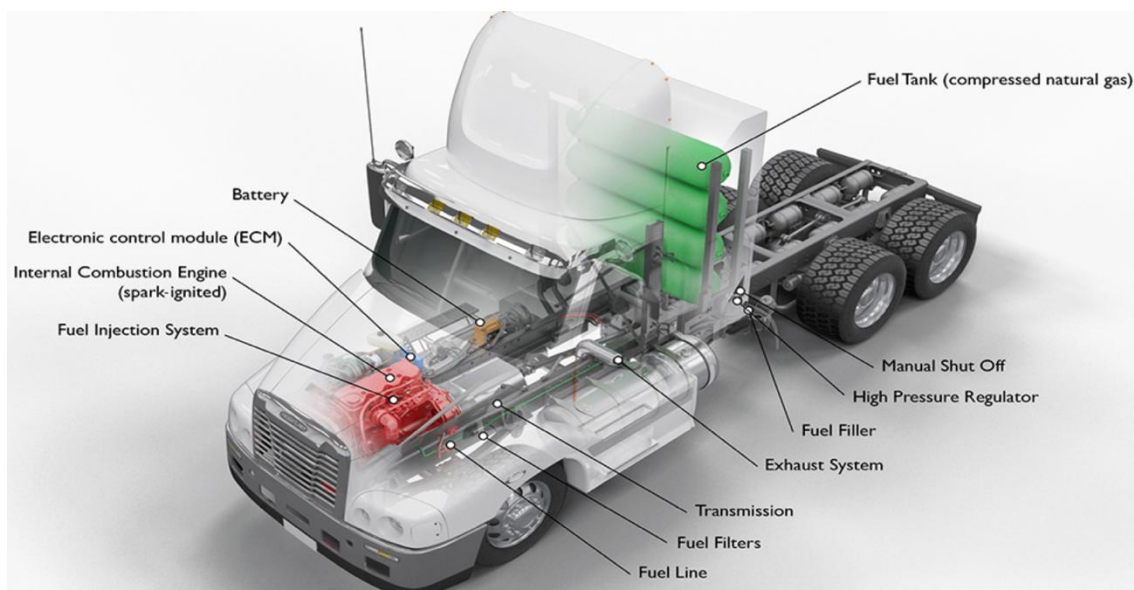
Pro motory na zemní plyn se používá nejčastěji zařízení určené pro vstřikování plynu do sacího potrubí. Jelikož palivem je látka v plynném skupenství, podmínky pro tvorbu směsi jsou jednodušší. Kapalné látky mají vlastnost kondenzovat. Naopak plyn, jakožto palivo nekondenzuje a nadržuje se na povrchu spalovacího motoru. To způsobuje menší tvorbu emisí a dochází k lepšímu spalování. Díky vysokému oktánovému číslu je možné zvýšit výkon motoru. Stačený zemní plyn se při jízdě dostává do vysokotlakého regulátoru, prostřednictvím vysokotlakého plynového potrubí. V regulátoru je plyn upraven na potřebný provozní tlak. K regulaci ideálního množství plynu do směšovače slouží krokový motorek, který pracuje na základě signálů z řídicí jednotky. Ve směšovači se palivo mísí se vzduchem.

Pokud jde o čtyřdobé motory, tak o směšovacím poměru rozhodují nejmenší průměry přívodního potrubí vzduchu a plynu. Jsou dimenzované na střední rychlost průtoku. Rychlost by měla být vždy vyšší než v sedle sacích ventilů. To je zajištěno dostatečným předstihem jejich otevření.

Ve vozidle je CNG uchováván v nádržích o tlaku 20Mpa. Nádrže jsou ocelové a mají válcový tvar. Jejich objem je 70-100 litrů, pokud hovoříme o osobních automobilech. Pokud se jedná o přestavěné automobily, tak nejčastější umístění nádrže je v zavazadlovém prostoru. Moderní osobní automobily a autobusy mají nádrže umístěné na spodku vozidla, mimo zavazadlový prostor. Umístění na střeše můžeme vidět u nízkopodlažních autobusů [4].

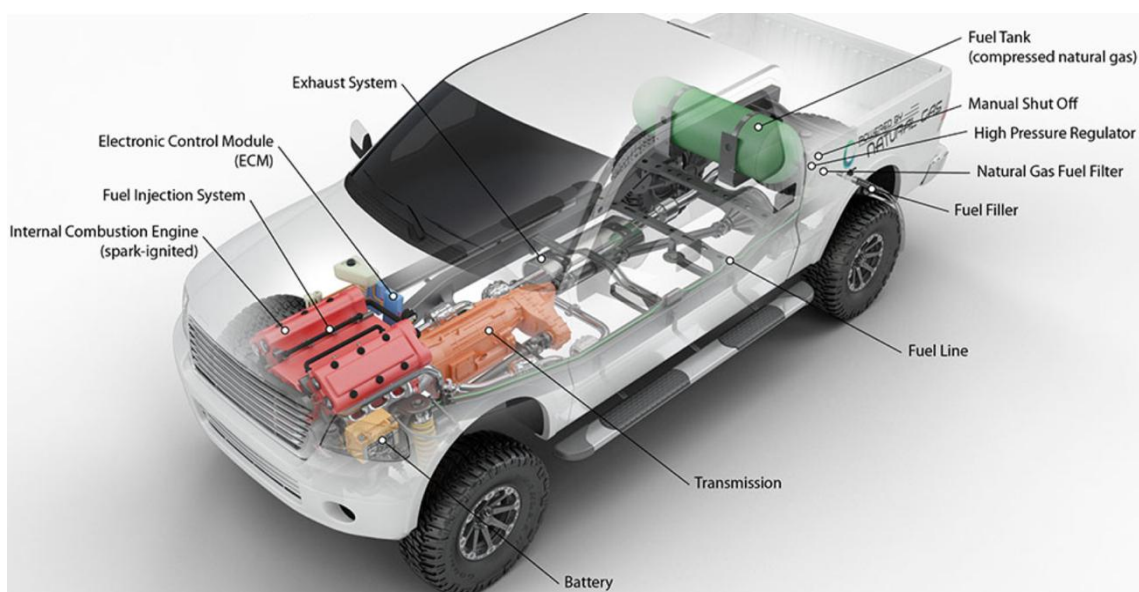
V případě pohonu CNG existují tři typy pohonů. Za prvé se jedná o bivalentní pohonné ústrojí. V tomto případě jsou vozidla opatřena dvěma palivovými systémy s motorem. Motor je schopný plnit svou funkci buď na zemní plyn nebo na benzín. Další je duální pohonné ústrojí, kde se jako palivo používá pouze zemní plyn, přičemž využití nafty je pouze pro účel pomoci při zapalování. Tato kombinace je využívána jen u silniční dopravy. Třetím typem je dedikované pohonné ústrojí, kdy je pro funkci využíván pouze zemní plyn.

Funkce motorů využívající palivo CNG je velice podobná principům, které využívají benzínové motory s vnitřním spalováním. Například u duálního typu dochází ke spalování vznětem nafty. Pro uchovávání paliva slouží tlakové nádrže. V případě, že se jedná o nákladní automobily, jsou tlakové nádrže umístěny za kabinou řidiče. Palivový systém umožňuje přenos CNG, kdy se sacím potrubím, pod vysokým tlakem přeneše z nádrže do spalovací komory v motoru. Zde tlak paliva klesne na kompatibilní úroveň se systémem vstřikování paliva a vznikne směs CNG se vzduchem. Směs je do motoru vháněna kompresorem. U bivalentních motorů je směs zapálena zapalovací svíčkou. U duálního ústrojí dochází ke vznětu paliva přimícháním nafty ve směsi [5].



Obr. 1.1 Pohonné ústrojí CNG - nákladní automobil

Zdroj: [5].



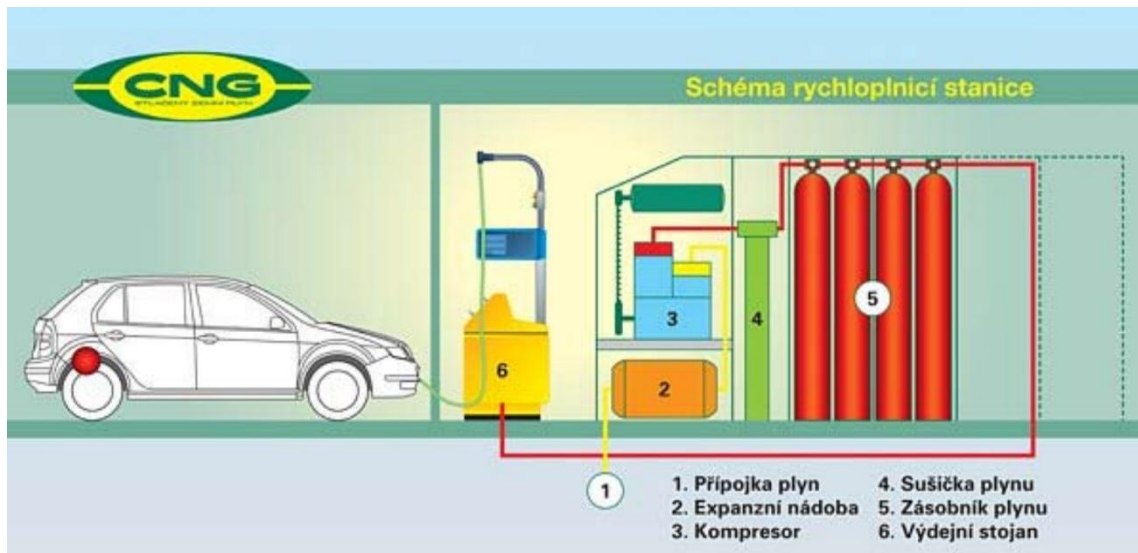
Obr. 1.2 Pohonné ústrojí CNG - osobní automobil

Zdroj: [5].

### 1.3 Plnicí stanice CNG

Infrastruktura pro distribuci plynu je již vybudována spoustu let. Přesto je v ČR stále nízký počet plnicích stanic na CNG. V plnicích stanicích bývá plyn čerpán rovnou z plynovodu nebo je uchováván v tlakových zásobnících. Existují dva druhy plnicích stanic. V ČR jsou plnicí stanice většinou provozovány bezobslužně a přístup k nim je možný nonstop.

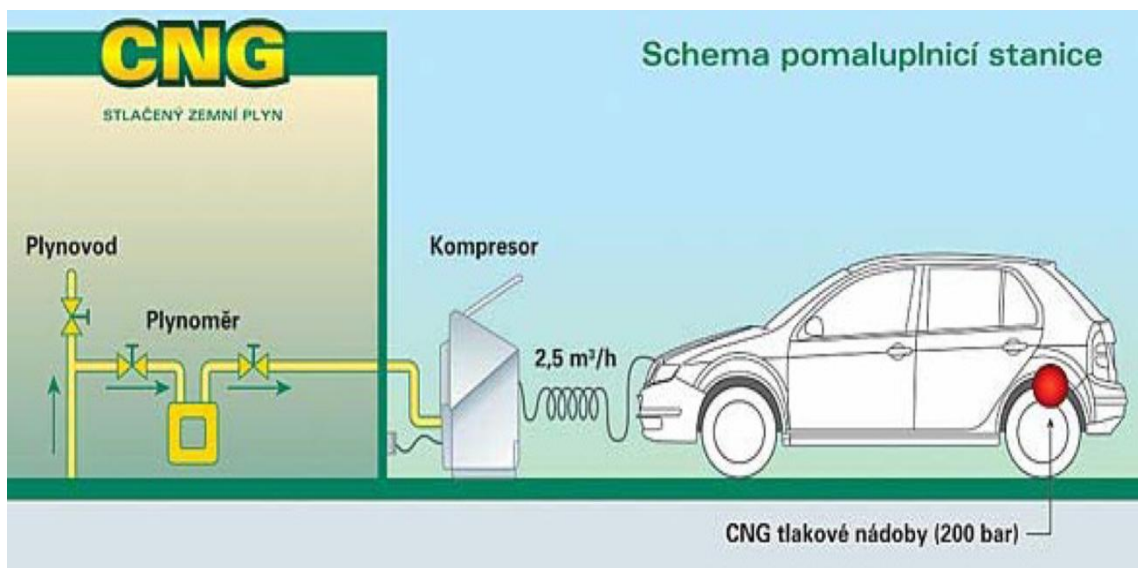
Stanice pro rychlé plnění: Prostřednictvím stojanu se přepouští CNG z tlakových zásobníků plnicí stanice do tlakové nádoby vozidla. Za pomoci rychloupínacího zařízení se plnicí konektor výdejního stojanu připojí na plnicí ventil vozidla a zemní plyn může být bezpečně přepouštěn. Doba čerpání se nijak neliší od čerpání benzínu nebo nafty.



Obr. 1.3 Stanice na rychlé plnění

Zdroj: [6].

Stanice pro pomalé plnění: Plnění trvá několik hodin, proto by mělo probíhat například večer, kdy není automobil v provozu. Plnění je prováděno přímo z plynovodu, pomocí kompresoru. Způsob nejvíce vhodný pro domácnost nebo malé firmy [6].



Obr. 1.4 Stanice na pomalé plnění

Zdroj: [6].

## 1.4 Možnosti autobusů na CNG

Autobus je nejrozšířenějším druhem veřejného dopravního prostředku v hromadné přepravě osob. Využívá se v městské hromadné dopravě, ale také pro příměstskou, meziměstskou, dálkovou a mezinárodní dopravu.

Za účelem ekologie a úspornosti jsou v autobusové dopravě začleněny autobusy s pohonem CNG. Sériově vyráběné autobusy s tímto pohonem jsou konstruovány jako jednopalivové. Motory jsou konstruovány speciálně pro pohon CNG. Tlakové nádrže bývají zabudovány na střeše autobusu. Dojezd autobusů s jednopalivovým pohonem bývá okolo 400 – 700 km. Společnosti, které tyto autobusy vyrábí jsou například, SOR Libchavy, Tedom, MAN, Scania a další.

**Autobus SOR CNG 10,5** – je to meziměstský autobus poháněný zemním stlačeným plynem, který vyrábí společnost SOR Libchavy. Jde o částečně nízkopodlažní autobus, který pojme 35 osob. Tento typ autobusu je upraven tak, aby splňoval potřeby regionální dopravy. Celková délka autobusu je 10,75 metrů, šířka 2,53 metrů a výška 3,18 metrů. Jedná se dvounápravový autobus o celkové hmotnosti 9 850 kg. Výkon motoru je 150 kW (kilowat) a objem nádrže činí 4x315 l. Autobus splňuje emisní normu Euro 6 [7].



Obr. 1.5 SOR CNG 10,5

Zdroj: [7].

**SCANIA Citywide Suburban LE 14,9** – v tomto případě se jedná o příměstský autobus poháněný CNG. Autobus může mít dvě nebo tři nápravy o délce 13,7 – 14,9 metrů a

celkové hmotnosti 24 600 kg. Zásobníky na stlačený zemní plyn jsou umístěny na střeše a jejich počet činí 5x315 l. Délka autobusu je 14,89 metrů, šířka 2,55 metrů a výška 3,4 metrů. Autobus má přeplňovaný pětiválcový CNG motor o výkonu 235 kW. Uvnitř autobusu se nachází 59 sedadel, ale pojmout dokáže až 100 cestujících [8].



Obr. 1.6 SCANIA Citywide Suburban LE 14,9

Zdroj: [8].

**IVECO Crossway LE Line CNG** – je nízkopodlažní autobus s pohonem CNG. Dvounápravový autobus o délce 12,05 metrů, šířce 2,5 metrů a výšce 3,14 metrů. Celková hmotnost autobusu je 17 900 kg. Zásobníky na CNG jsou instalovány na střeše s kapacitou 4x315 l. Uvnitř autobusu je 47 sedadel pro cestující. Výkon motoru je 265 kW a autobus splňuje emisní normy Euro 6 [9].



Obr. 1.7 IVECO Crossway LE Line CNG

Zdroj: [10].

**TEDOM L 12 G** – je linkový meziměstský autobus se CNG pohonem, který vyrábí TEDOM a.s. v Třebíči. Jedná se o dvounápravový autobus. Celková délka je 12,03 metrů, šířka 2,55 metrů a výška 3,35 metrů. Celková hmotnost autobusu činí 17 800 kg. Zásobníky na CNG jsou umístěné na střeše autobusu s kapacitou 4x320 l. Počet sedadel je 45, přičemž autobus dokáže pojmout až 80 cestujících. Výkon motoru je 220 kW [11].



Obr. 1.8 TEDOM L 12 G

Zdroj: [11].



## 2 Cenový vývoj energetických komodit a paliv

Energie jsou součástí lidstva od doby, kdy samotné lidstvo začalo existovat. Říká se, že energie je největší hybnou silou světa. Stále jsme schopni kvůli zdrojům válčit nebo je zneužíváme k politickým tlakům. S tím, jak stoupá technický pokrok, bude potřeba stále vyrábět více energie.

Ropa, zemní plyn, uhlí. To jsou příklady fosilních paliv. Jsou to vlastně nerostné suroviny, které vznikaly několik miliónů let. Energie v tomto případě vzniká při pálení a proměňuje se například v teplo.

### 2.1 Energetické komodity

Pojem komodita původně pochází z latiny. V 15. století se z francouzského slova *commodité* přenáší do anglického jazyka, kde je znám jako *commodity*. Francouzský překlad slova znamenal zisk, výnos. Pro význam komodita neexistuje jeden způsob definice. Pokud se na tento výraz podíváme v užším slova smyslu, jde o hmotné předměty obchodu, které jsou vzájemně zastupitelné. Jde o materiál a suroviny, se kterými lze obchodovat. Obchod probíhá na světových trzích nebo organizovaných trzích. Při rozšířenějším pohledu jde o mezinárodní obchod hmotných předmětů obchodu [6].

Další možný pohled je, že komodity jsou zboží s fyzicky hmatatelným základem. Tím se rozumí například zlato, měď, ropa a jiné. Ropa a zlato jsou komodity s vysokou likviditou a obchod probíhá ve velkém, u malých i velkých obchodníků. Obchodování probíhá na úvěr neboli margin, v lotech. Jeden lot se rovná nejmenšímu množství, které je možné koupit [6].

Komodity patří mezi reálná aktiva, přičemž nelze tyto dva pojmy zaměňovat. Komodita je druh zboží, suroviny běžné spotřeby. Jako je například rýže, maso, pšenice, zlato, ale také to mohou být energie, jako jsou ropa nebo zemní plyn. Samotná surovina musí splňovat dvě základní podmínky, aby o ní bylo možné mluvit jako o komoditě, se kterou je možné obchodovat na burze.

Je nutné, aby se jednalo o věc hmotné povahy, to za prvé. A druhou podmínkou je, že tyto věci musí být navzájem zastupitelné, tedy bez rozdílu v kvalitě [12].

Komodity se dají rozdělit do skupin, dle určitých měřítek.

První skupinou jsou takzvané tvrdé komodity, do kterých patří kovy nebo energetické zdroje. Ty jsou těženy nebo jsou z přírodních zdrojů získávány jinou cestou. Do této skupiny patří ropa, železná ruda, drahé kovy.

Druhou skupinou jsou měkké komodity, které jsou tvořeny zejména zemědělskými produkty. Patří sem například káva, pšenice, ale také hospodářská zvířata.

Dále je možné komodity dělit podle odvětví, na další skupiny. Jsou to energetické komodity, kam patří ropa, zemní plyn a elektrická energie. Zemědělské komodity jako je káva, kakao, bavlna. Třetí skupinou jsou kovy. Máme průmyslové kovy, kam řadíme například měď a nikl. Palladium, zlato a stříbro patří do vzácných kovů. Poslední skupinou jsou hospodářská zvířata [13].

Na základě vyčerpatelnosti se dělí na komodity obnovitelné a vyčerpatelné. Do obnovitelných spadají hospodářské komodity, ale i emisní kvóty a dřevo. Přírodní zdroje jako jsou například voda a zemní plyn se řadí do vyčerpatelných komodit.

Z hlediska obchodovatelnosti rozdělujeme komodity na obchodované na volných trzích a komodity obchodované na komoditních trzích. V prvním případě probíhá obchod se specifickou skupinou komodit. V druhém případě jde o takzvané mainstreamové komodity [14].

Komoditní indexy se skládají z různých komodit. Aby měl investor představu o aktuálním dění na komoditních trzích, je nutné tyto indexy sledovat. Dělí se na indexy investičních výnosů a indexy cenové. Různí se množstvím zahrnutých komodit, měřením cen daných komodit a také váhou, kterou komoditám přiřkládají. Používají se jako ekonomické indikátory. Odvozuje se z nich, jaký dopad může mít vývoj cen daných komodit na reálnou ekonomiku. Váha komodit v indexu by měla odpovídat současným hodnotám, jako je například objem nebo obchod v ekonomice [15].

Obchodování s komoditami se zakládá na prodeji a nákupu futures kontraktů. Tyto kontrakty představují termínované instrumenty, které jsou na speciálních burzách obchodovatelné. Pro účinné fungování tržní ekonomiky jsou dosti důležité, což vyplývá z povahy činnosti komoditních burz. Spotová cena dané komodity a ceny futures k sobě musí mít vztah. Takzvaná báze je rozdíl mezi spotovou cenou a realizační cenou futures. Spotová cena je aktuální cena dané komodity a bývá jiná na různých místech. Z toho vyplývá, že se báze bude lišit na různých místech. Mohou vzniknout tři situace z hlediska

vztahu mezi realizační a spotovou cenou. Pokud bude realizační cena menší než spotová, bude vnitřní hodnota futures kladná. V tom případě je výhodné realizovat obchod. Když je realizační cena větší než spotová, vnitřní hodnota futures nulová a realizace obchodu není vhodná. A pokud se realizační cena rovná spotové, hodnota futures je zase nulová a realizace obchodu není příhodná [16].

Burza je organizovaný trh. Proto je potřeba dodržovat zákony, pravidla a předpisy. Aby bylo možné pořádat burzovní obchody, je ve většině zemí nutností získat licenci od příslušného orgánu. Rozlišujeme komoditní, peněžní a měnové burzy [17].

Místo, kde se pod přísným dohledem uskutečňují obchody mezi prodávajícími a nakupujícími, říkáme v tomto případě komoditní burza. Informační technologie přispěla k tomu, že ve velké míře probíhá obchod virtuálně. To znamená, že obchodovat může prakticky kdokoli, kdo má přístup na internet. Na základě nabídky a poptávky se vytvářejí ceny komodit, a to je hlavní funkcí komoditní burzy. Ve všech vyspělých zemích existují komoditní burzy, ale v žádném státě se neobchodují všechny světové komodity [18].

## **2.2 Paliva**

Jedná se o všeobecné označení pro chemickou látku nebo směs látek, které za vhodných podmínek dokážou začít a udržet chemickou reakci spalování. Při procesu spalování dochází k uvolnění chemické energie a následné přeměně na energii tepelnou. Pohonné hmoty jsou specifickou skupinou paliv.

Palivo by mělo splňovat několik požadavků, aby bylo výhodné je používat. V první řadě by zápalná směs měla po hoření zanechat co nejméně škodlivých látek. Dalším požadavkem je co největší obsah aktivních látek, které uvolňují tepelnou energii. Pokud jde o fyzikální vlastnosti, jakožto další požadavky, jedná se o rychlost spalování, výhřevnost, zápalnost, chemické složení, odpařivost a teplotu bodu samovznícení. Mimo to by mělo být palivo dostupné, mít možná co nejnižší cenu, bezpečně přepravované a snadno skladovatelné.

Podle skupenství dělíme paliva do tří skupin. První skupinou jsou tuhá paliva, kam patří například uhlí, dřevo a koks. Druhou skupinou jsou plynná paliva. Sem řadíme zemní plyn, vodík, svítiplyn a další. Poslední skupinou jsou kapalná paliva, například motorová nafta, benzín, petrolej.

Ropa je hořlavá olejovitá kapalina, která má hnědou až lehce nazelenalou barvu. Je lehčí než voda a má typický zápach. Tvoří ji směs kapalných, plynných i pevných uhlovodíků. Nachází se v horních vrstvách zemské kůry, a to v hloubce od stovek metrů až po několik kilometrů. Uvádí se, že ropa vznikla rozkladem zbytků pravěkých živočichů a rostlin. Při těžbě je ropa čerpána nebo vyvěrá pod tlakem.

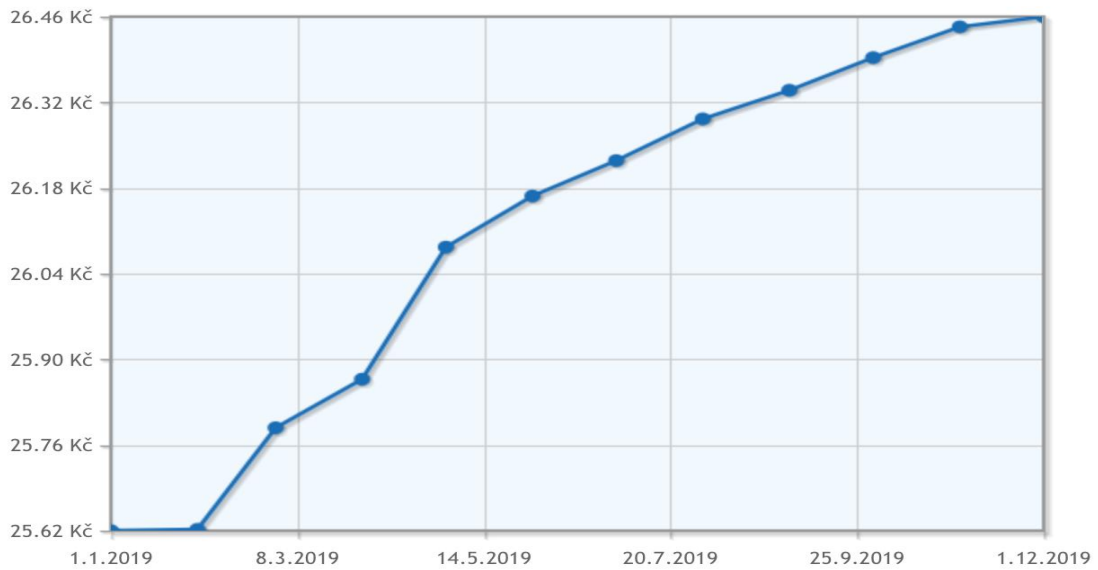
Nafta je směsí kapalných uhlovodíků a používá se jako motorové palivo. Získává se z ropy pomocí destilace a filtrace a patří tedy mezi ropné deriváty. Vlastnosti nafty se dají vylepšit použitím aditiv. Cetanové číslo udává kvalitu motorové nafty a vyjadřuje její vznětovou charakteristiku.

Benzín se používá jako palivo a vyrábí se v ropných rafinériích. Získává se frakční destilací ropy. Destilace musí mít předem danou teplotu varu. V automobilovém průmyslu se začal používat koncem devatenáctého století. Pro zlepšení vlastností automobilových benzinů se používají aditiva. Aditiva se přidávají do paliva z důvodu zlepšení antidetonačních vlastností a také pro úpravu oktanového čísla [19].

### **2.3 Cenový vývoj CNG**

V této kapitole se zaměřuji na cenový vývoj stlačeného zemního plynu. Níže jsou sestavené grafy o vývoji cen stlačeného zemního plynu a nafty v časových řadách po jednotlivých měsících od roku 2019 po současnost. Data byla získána na sociálních sítích, která jsou pro každého volně přístupná.

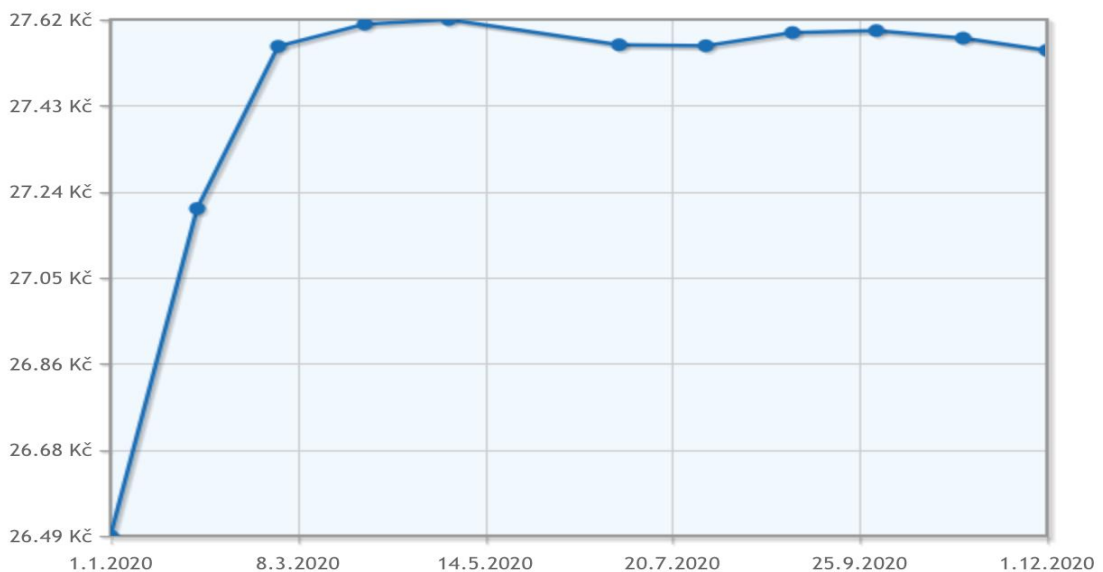
Pro přehlednost je každý graf vytvořen tak, že obsahuje informace ke každému roku samostatně. Na konci je vždy grafické znázornění celého období.



Graf 2.1 Vývoj ceny CNG - rok 2019

Zdroj: [20].

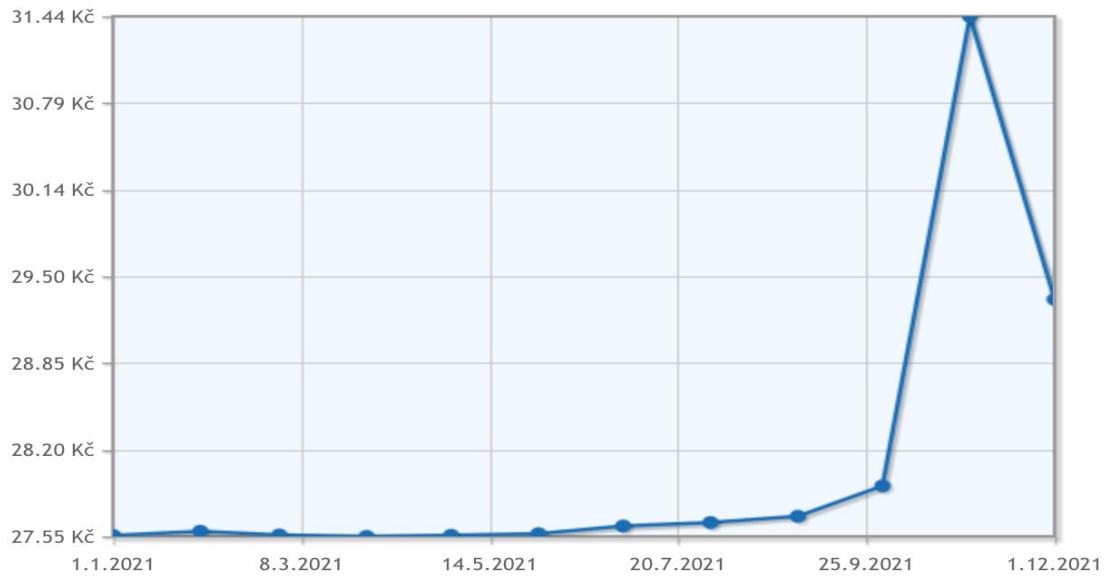
Podle grafu lze uvést, že od ledna do prosince roku 2019 cena CNG vzrostla o 0,84 Kč. Průběh vzrůstu ceny je pozvolný.



Graf 2.2 Vývoj ceny CNG - rok 2020

Zdroj: [20].

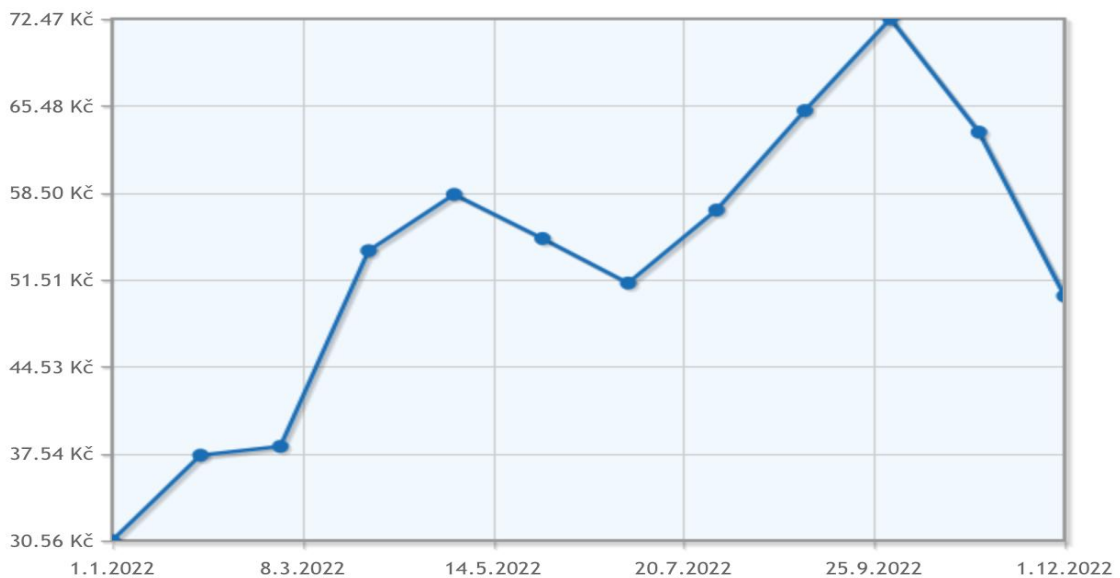
Od ledna do prosince roku 2020 cena CNG vrostla o 1,06 Kč. Z grafu lze vyčíst, že vzrůst ceny nebyl pozvolný. Nejrychlejší vzestup byl v měsících leden až únor. Na nejvyšší úroveň se dostal v květnu. Poté se cena CNG držela přibližně na stejné úrovni.



Graf 2.3 Vývoj ceny CNG - rok 2021

Zdroj: [20].

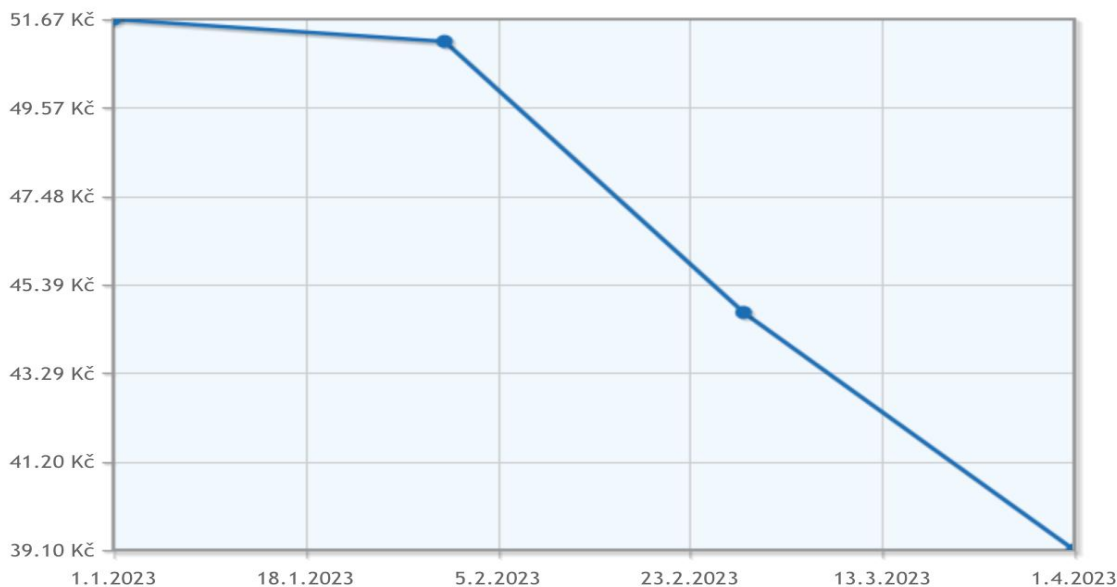
V roce 2021 se cena CNG držela průměrně okolo 27,55 Kč až do října. Mezi říjnem a listopadem rapidně vzrostla o 3,51 Kč. V prosinci klesla o 2,12 Kč.



Graf 2.4 Vývoj ceny CNG - rok 2022

Zdroj: [20].

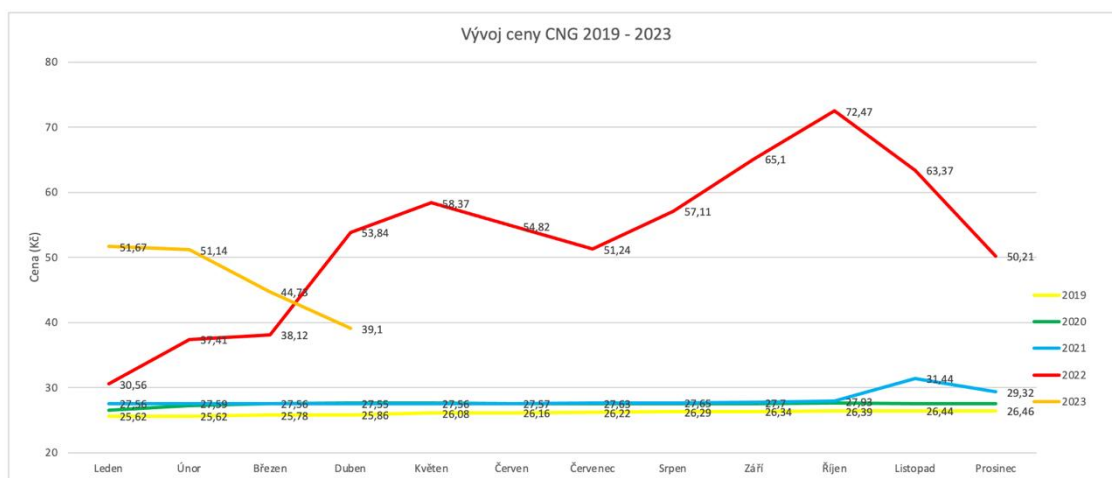
V roce 2022 byl nárůst ceny CNG velice vysoký. První nárůst byl od ledna do května a druhý od července do října. Od ledna do října se cena zvýšila o 41,91 Kč. Poté do konce roku klesla o 22,26 Kč.



Graf 2.5 Vývoj ceny CNG - rok 2023

Zdroj: [20].

Na tomto grafu jsou uvedeny ceny CNG od ledna do dubna 2023 a to vždy přibližně po jedné polovině měsíce. Na grafu jde vidět pokles ceny o 12,57 Kč.

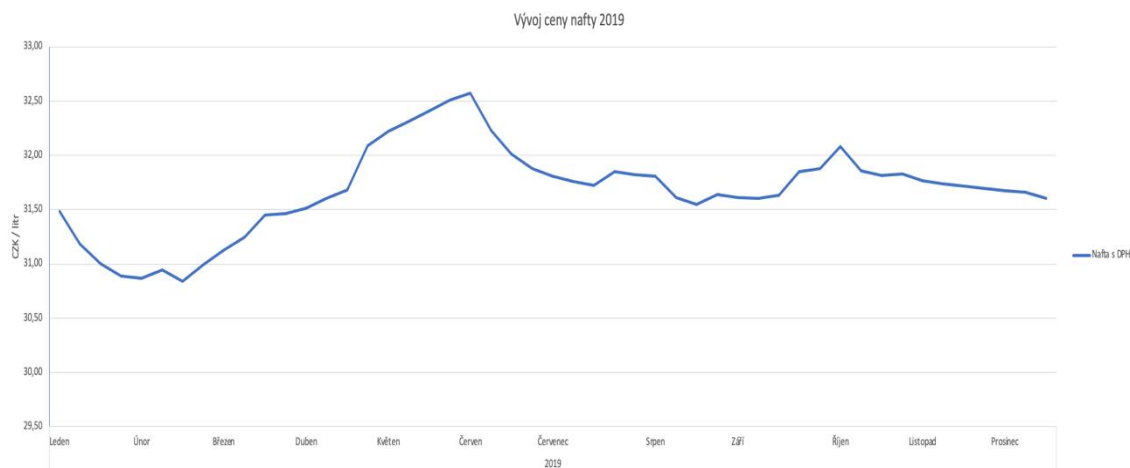


Graf 2.6 Vývoj ceny CNG 2019 - 2023

Zdroj: vlastní zpracování podle [20].

## 2.4 Cenový vývoj nafty

V této kapitole je znázorněn cenový vývoj nafty od roku 2019 po současnost. Cenový vývoj v časových řadách po jednotlivých měsících, uvedený v grafech. Stejně jako u CNG, byla data nashromážděna na sociálních sítích, které jsou volně dostupná.



Graf 2.7 Vývoj ceny nafty - rok 2019

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

Na tomto grafu lze vidět, že cena nafty se pohybuje přibližně na stejné cenové úrovni. Největší nárůst ceny je od února do června, a to o 1,57 Kč.



Graf 2.8 Vývoj ceny nafty - rok 2020

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

U tohoto grafu lze vidět pokles ceny od ledna do dubna. Cena Nafty v tomto období klesla o 6,74 Kč.

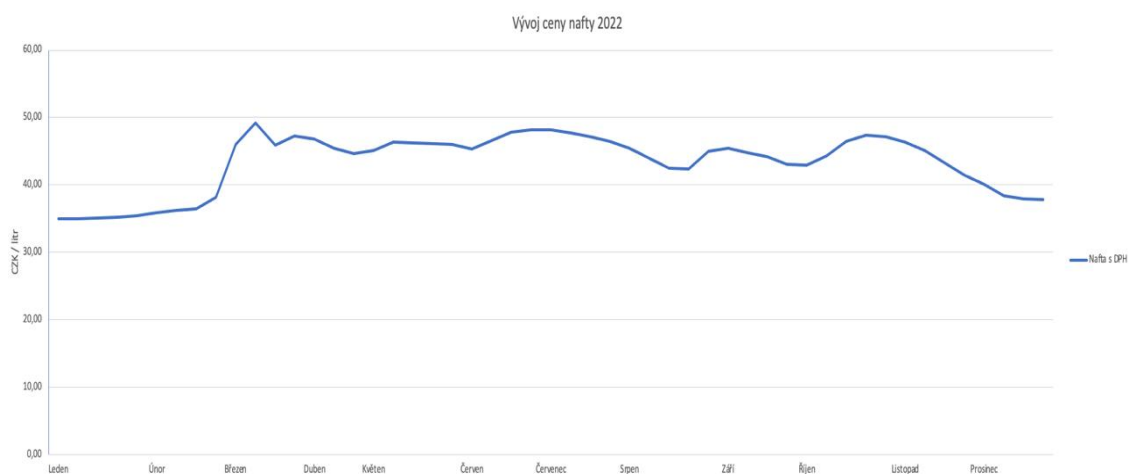




Graf 2.9 Vývoj ceny nafty - rok 2021

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

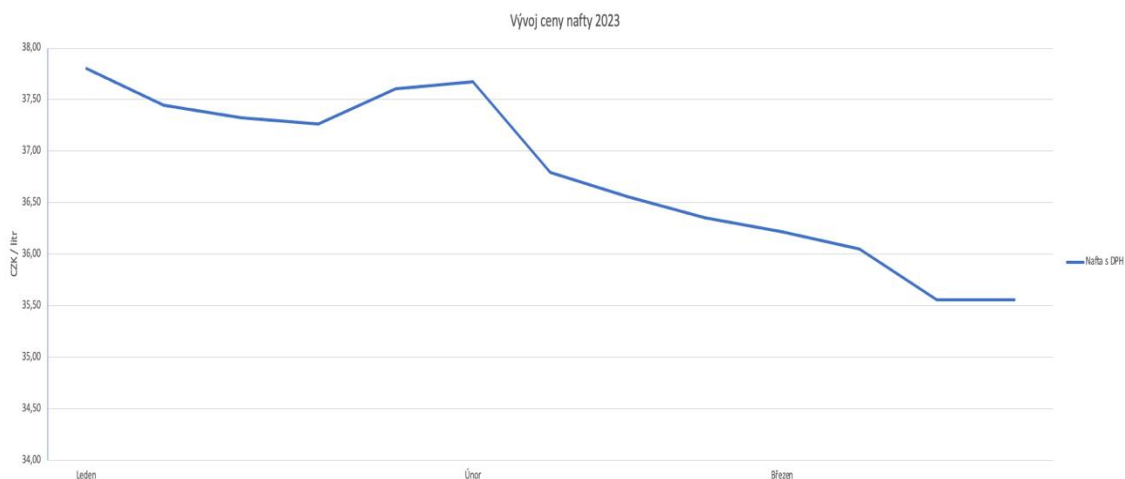
Od začátku do konce roku 2021 cena nafty vystoupala o 8,01 Kč.



Graf 2.10 Vývoj ceny nafty - rok 2022

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

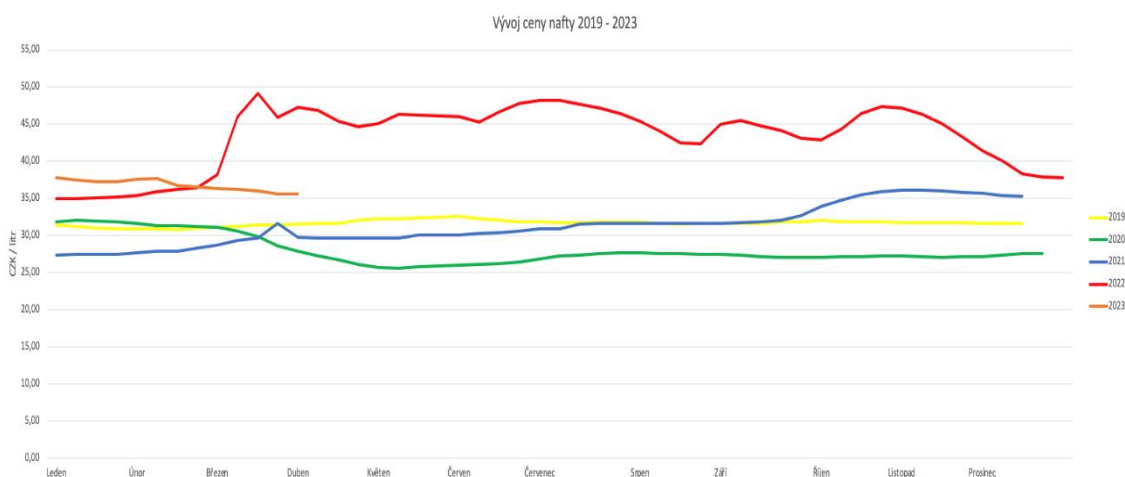
V roce 2022 byl pohyb ceny nafty dosti chaotický. Největší nárůst by od ledna do března, kdy se jednalo o 11,96 Kč. Dále ceny stále chaoticky klesaly a stoupaly. V prosinci se cena vrátila na přibližně stejnou úroveň, která byla v lednu tohoto roku.



Graf 2.11 Vývoj ceny nafty - rok 2023

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

V tomto grafu je cenový vývoj v období prvních tří měsíců roku 2023. Od ledna do března cena nafty klesla o 2,24 Kč.



Graf 2.12 Vývoj ceny nafty 2019 - 2023

Zdroj: vlastní zpracování podle [21].

### 3 Principy kalkulace nákladů v dopravě

Za účel kalkulace nákladů v dopravě se považuje to, že se stanoví požadovaná výše nákladů nebo následné zjištění nákladů na určitý výkon. Předpokladem je určení kalkulační jednotice, tedy předmětu kalkulace, na který se náklady přepočítají. Úroveň nákladů pro předběžné kalkulace se získává z norem a dalších přepočtů. Náklady se evidují v účetnictví. Tyto informace většinou nedovolují přičtení nákladů kalkulační jednotici přímo. Z tohoto důvodu musí být navržen způsob přičítání nákladů předmětu kalkulace, mluvíme o metodice kalkulace.

Úplné náklady výrobku nebo služby jsou výsledkem kalkulací ve výrobních oborech ekonomiky. Jsou to například výrobní náklady automobilu nebo spotřební zboží. Doprava je účelný pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách. Náklady na dopravní výkony i přepravu by měly zahrnovat všechny náklady, které jsou s dopravními nebo přepravními výkony spojené. Dopravní infrastruktura nepatří dopravním podnikům a náklady na jejich rozvoj, provoz a opravy hradí jiným způsobem. Hradí je například daněmi nebo poplatky za použití.

V kalkulaci nákladů je důležité, aby se výsledky shodovaly s výstupem. V dopravě je zajištění této podmínky problematické a to tak, že přemístění nemá věcnou podstatu, zároveň s jeho vytvářením dochází i k jeho spotřebě. Pokud je výsledkem dopravy přeprava různých subjektů nebo druhu zboží, je prakticky vyloučené změnění spotřeby výrobních činitelů.

V dopravě je kalkulační jednotice tvořena:

- přepravními výkony v nákladní dopravě – přepravená tuna podle druhu zboží, poštovních zásilek a spěšnin, další výkony související s nákladní přepravou;
- přepravní výkony v osobní dopravě – přeprava zavazadel, osob;
- dopravní výkony – vozový kilometr, hodina provozu, hodina letu, ujetý kilometr automobilu, lokomotivní kilometr dle druhu dopravy a trakcí a podobně;
- dopravní výkony v železniční dopravě za dílčí technologické operace – řazení, místní, jízda v osobní dopravě, řazení, jízda v nákladní dopravě;
- výkony spojené s nakládkou a vykládkou zboží;
- další jiné výkony prováděné dopravním podnikem – pronájem, zpracování informací, stavební práce a další.

Za předmět kalkulace můžeme dosadit libovolný výkon podniku, za předpokladu, že bude jednoznačně vymezen.

Náklady na kalkulační jednici se vymezují:

- časem – rok, měsíc, den, hodina a může být i minuta;
- množstvím – objem, plocha, délka, hmotnost, počet, spotřebovaná energie;
- kombinací – převedený tunokilometr, čistý, hrubý;
- jinou měrnou jednotkou ekonomického nebo technického charakteru.

Dopravní výkony jsou v silniční dopravě podmínkou pro realizaci dopravy. Z hlediska hodnoty platí, že hmotnost zboží nebo počet přepravovaných cestujících prakticky neovlivňují náklady provozu. Dělením nákladu za dopravní výkony přepravním výkonem vypočítáme náklady na jednotku přepravního výkonu. Tarifní systém silniční nákladní dopravy tento vztah ovlivnil. Zde se cena stanovuje za druh, užitečnou hmotnost vozidla a ujetou vzdálenost.

Znalost kalkulačního vzorce je předpokladem kalkulace nákladů v silniční dopravě. Kalkulační vzorec vymezuje rozsah kalkulovatelných nákladů a také vymezuje náklady nekalkulovatelné.

Struktura kalkulačního vzorce silniční dopravy:

1. pohonné hmoty;
2. pryžové obruče;
3. přímé mzdy;
4. odpisy dopravních prostředků;
5. úpravy a dodržování dopravních prostředků a zařízení;
6. ostatní přímé náklady
7. provozní režie;
8. správní režie;
9. zisk / ztráta;
10. daň z přidané hodnoty.

Přímé náklady – položky 1 – 6, vlastní náklady provozu – položky 1 – 7, úplné vlastní náklady – položky 1 – 8, cena výkonu – položky 1 – 9, cena výkonu včetně DPH – položky 1 – 10.

Kalkulační vzorec má také i svůj obsah, který uvádím níže.

**Pohonné hmoty** – spotřeba mazacích olejů a pohonných hmot dopravních prostředků, které jsou v dopravním provozu spotřebované. Mimo spotřeby mazadel a pohonných hmot, které jsou spotřebovány při opravách nebo denní údržbě.

**Pryžové obruče** – spotřeba pryžových obručí, vložek, duší a plástů. Spotřeba je snížena o cenu smontovaných obručí.

**Mýtné** – náklady spojené s používáním vysokorychlostních komunikací a dálnic.

**Přímé mzdy** – jde o základní mzdy a ostatní mzdová plnění, která jsou pracovníkům poskytována dle platných řádů pro odměňování, která lze na kalkulační jednici výkonu stanovit přímým způsobem. Jedná se o mzdy nakládacích a vykládacích čet, vazačů břemen, řidičů, závozníků, pracovníků skladovacích a přepravně zasilatelské činnosti. Náhrady mezd, které jsou součástí režie do této položky nepatří.

**Odpisy dopravních prostředků, odpisy silničních dopravních prostředků.**

**Opravy a dodržování dopravních prostředků** – tato položka se ještě dále člení na:

- materiál – prvotní a druhotné časově rozlišené náklady na spotřebu materiálu použitého při údržbě a opravě, které jsou sníženy o cenu odpadu;
- mzdy – a další mzdová plnění, která jsou placena dle platných řádů pro odměňování;
- zákonné pojištění – na zdravotní a sociální pojištění, které je hrazené zaměstnavatelem;
- ostatní náklady na údržbu a opravu – vnitropodnikové a externě zúčtované faktury.

**Ostatní přímé náklady** – položka se dále rozděluje na:

- sociální pojištění – zákonné zdravotní a sociální pojištění, které je zaměstnavatelem hrazené z objemu mezd;
- cestovné – cestovní náhradu pro osádky vozidel;
- silniční daň – dle platných předpisů kalkulované náklady silniční daně;
- jiné přímé náklady – havarijní pojištění, zákonné pojištění motorových vozidel.

**Provozní režie** – časově rozlišené prvotní a druhotné náklady. Tyto náklady souvisí s řízením provozu střediska automobilové dopravy, které nelze na kalkulační jednici přepravního nebo dopravního výkonu zjistit technickým přepočtem nebo přímým způsobem.

**Správní režie** – s řízením podniku související časově rozlišitelné náklady.

**Zisk, ztráta** – vypočítá se v kalkulaci odbytových výkonů jako rozdíl mezi sjednanou cenou a úplnými vlastními náklady. Cena sjednaná dle platných cenových předpisů je cena odbytového výkonu.

**Daň z přidané hodnoty** – DPH se nekalkuluje u vnitropodnikových dodávek mezi odštěpnými závody a v mezinárodní přepravě. Pokud jde o přepravní doklady, tak se v nich DPH uvádí odděleně. Cena výkonu i včetně DPH je potom součtem ceny odbytového výkonu a DPH. DPH je součástí ceny odbytového výkonu v osobní vnitrostátní dopravě a v dokladech o zaplacení se samostatně nevykazuje. Pokud jde o nákladní vnitrostátní dopravu, tak se ceny odbytových výkonů stanoví bez DPH.

Když počítáme ceny a náklady v silniční dopravě, využíváme rozdělení nákladů na závislé a nezávislé náklady. Ty je možné vyžít při předpovědi nákladů. [22].

## 4 Ekonomické porovnání naftového a CNG pohonu v autobusové dopravě

V této kapitole porovnávám pohon CNG a naftový pohon. Otázkou je, jestli se z ekonomického hlediska stále vyplatí pohon na stlačený zemní plyn nebo by bylo výhodnější přejít zpět k pohonu naftovému.

Existují faktory, které mohou ovlivnit nástup alternativních pohonů. Jedná se o cenový vývoj, zejména na trhu s ropou. Růst změn životního prostředí, které mohou být užíváním fosilních paliv ovlivňovány. Nahrazení fosilních paliv jinými palivy s odpovídajícím zajištěním energetických potřeb, jakožto energetický problém. Vzhledem k energetickým úsporám, nové možnosti nabízí vyžití telematiky. V neposlední řadě jsou to bezpečnostní rizika a krizové situace.

Také je nutné vnímat důsledky nasazení alternativních paliv na kvalitu dopravy, která může být pro různé typy přeprav vnímána odlišně. Obecně jde o spolehlivost dopravy, kterou lze vnímat z hlediska času a bezpečnosti.

Problematiku dopadů dopravy na životní prostředí, energetiku dopravních systémů a kvalitu dopravy je nutné vnímat jako klíčové pilíře. Ty musí ještě navíc respektovat finanční a ekonomický rámec, ve kterém se doprava nachází.

Z ekonomického hlediska dojde k rozvoji alternativních paliv v dopravě v okamžiku, kdy budou náklady spojené s jejich používáním v dopravě nižší než náklady konvenčních pohonů, tedy nafty a benzínu. Při použití alternativního paliva se budou měnit nejen náklady na pohonné hmoty, ale i na údržbu dopravního prostředku, jeho cenu nebo náklady spojené s mýtem [23].

Zde uvádím matematický zápis.

$n_{D=}$   $n_{cng}$  – při jakých kombinacích cen nafty a alternativního paliva budou tyto náklady stejné.

$$C_D \cdot S_D + n_p^D + \frac{N_{poř}^D}{T_z^D \cdot L_D} = C_{cng} \cdot S_{cng} + n_p^{cng} + \frac{N_{poř}^{cng}}{T_z^{cng} \cdot L_{cng}} \quad (4.1).$$

$n_D$  – jednotkové náklady provozu naftového autobusu (Kč/Km)

$n_{cng}$  – jednotkové náklady provozu CNG autobusu (Kč/Km)

$C_D$  – cena nafty (Kč/l)

$S_D$  – spotřeba nafty (l/Km)

$n_p^D$  – provozní náklady spojené s naftovým pohonem (Kč/Km)

$N_{poř}^D$  – pořizovací náklady naftového autobusu (Kč/bus)

$T_{\dot{z}}^D$  – doba životnosti naftového autobusu (roky/bus)

$L_D$  – nájezd naftového autobusu (Km/rok)

$C_{cng}$  – cena CNG (Kč/kg)

$S_{cng}$  – spotřeba CNG (kg/Km)

$n_p^{cng}$  – provozní náklady spojené se CNG pohonem (Kč/Km)

$N_{poř}^{cng}$  – pořizovací náklady CNG autobusu (Kč/bus)

$T_{\dot{z}}^{cng}$  – doba životnosti CNG autobusu (roky/bus)

$L_{cng}$  – nájezd CNG autobusu (Km/rok)

$$C_D \cdot S_D - C_{cng} \cdot S_{cng} = n_p^{cng} - n_p^D + \frac{N_{poř}^{cng}}{T_{\dot{z}}^{cng} \cdot L_{cng}} - \frac{N_{poř}^D}{T_{\dot{z}}^D \cdot L_D} \quad (4.2).$$

$$d_p = n_p^{cng} - n_p^D \quad (4.3).$$

$$d_{ODP} = \frac{N_{poř}^{cng}}{T_{\dot{z}}^{cng} \cdot L_{cng}} - \frac{N_{poř}^D}{T_{\dot{z}}^D \cdot L_D} \quad (4.4).$$

$d_p$  – diferenciál provozních nákladů (Kč/Km)

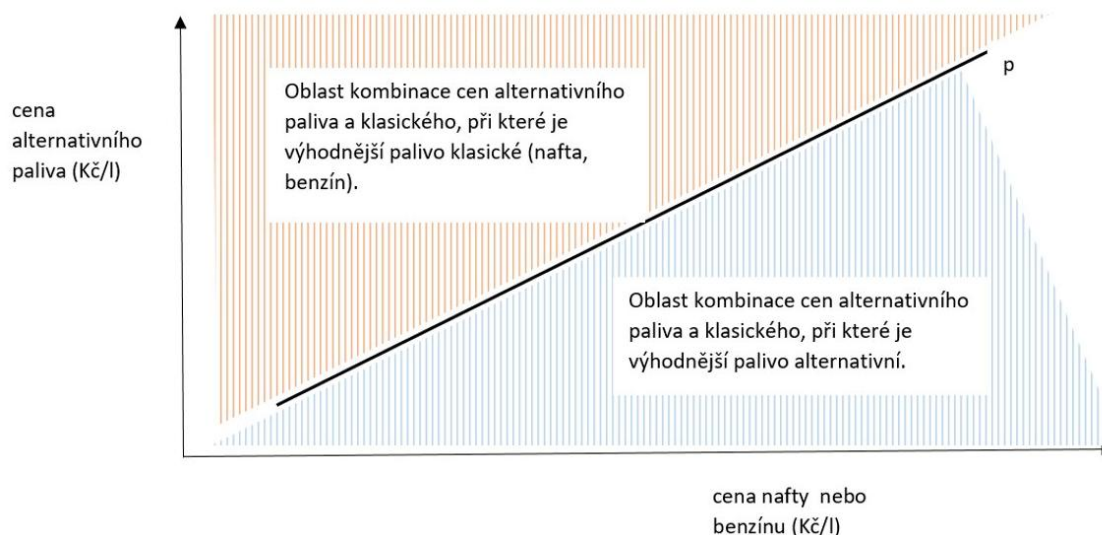
$d_{ODP}$  – diferenciál pořizovacích nákladů (Kč/Km)

$$C_D \cdot S_D - C_{cng} \cdot S_{cng} = d_p + d_{ODP} \quad (4.5).$$

$$C_{cng} = \frac{C_D \cdot S_D - (d_p + d_{ODP})}{S_{cng}} \quad (4.6).$$

Různé kombinace cen alternativního paliva a nafty, pro které bude platit, že celkové náklady při použití alternativního paliva jsou rovny nákladům při použití benzínu nebo nafty jsou vyneseny prostřednictvím přímky p [23].





Obr. 4.1 Kombinace cen

Zdroj [23].

Otázka, kterou se budu zabírat bude taková, zda je používání pohonu CNG v autobusové dopravě finančně výhodnější než používání autobusů na naftový pohon. Jsou zde použity hodnoty v rozmezí dvou posledních let. Tedy od ledna 2021 do března 2023.

Hodnoty pro CNG i naftu jsem čerpal s volně dostupných informací sociálních sítí. Spotřeba CNG činí 21 l/100 km a spotřeba nafty 32 l/100 km. Provozní náklady na CNG jsou 2,8 Kč/km a na naftu 4 Kč/km. Pořizovací cena autobusů CNG činí 14 250 000 Kč. Pokud jde o pořizovací cenu naftových autobusů, cena je 4 700 000 Kč. Nájezd CNG a naftového autobusu zde uvádím ve stejné hodnotě a to 60 000 km/rok. Dobu životnosti obou autobusů uvádím při hodnotě 8 let. Průměrná cena CNG je 33,09 Kč/kg a cena nafty 38 Kč/l. Hodnoty nafty, které jsou použity pro výpočet byly pozměněny pro sestavení modelu. Jde o hodnoty 15, 25, 35, 40, 45, 50, 55, 60 Kč/l.

Tab. 4.1 Hodnoty

Spotřeba N	0,32	l/km
Spotřeba CNG	0,21	l/km
Provozní náklady CNG	2,7	kč/km
Provozní náklady N	3	kč/km
pořizovací cena CNG	8470000	kč/bus
pořizovací cena N	4750000	kč/bus
Doba životnosti CNG	8	let
Doba životnosti N	8	let
Nájezd CNG	60000	km/rok
Nájezd N	60000	km/rok

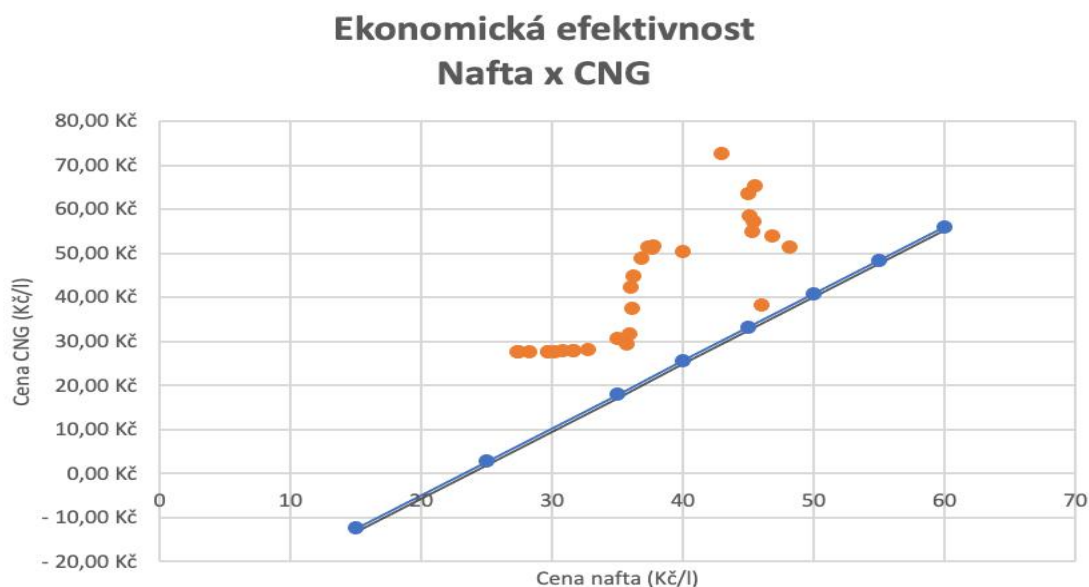
Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 4.2 Výsledek výpočtu rovnosti nákladů CNG x nafta

cena diesel	15	25	35	40	45	50	55	60	kč/l
cena CNG	-12,62 Kč	2,62 Kč	17,86 Kč	25,48 Kč	33,10 Kč	40,71 Kč	48,33 Kč	55,95 Kč	kč/l

Zdroj: vlastní zpracování [20,21].

Hodnoty, které tím to byly zjištěny, jsem použil na sestavení grafu. Přímka na grafu určuje, která z paliv se vyplatí.



Graf 4.1 Znázornění výhodnosti/nevýhodnosti CNG x nafta

Zdroj: vlastní zpracování podle [20,21].

Přímka modré barvy, která je vidět v grafu, nám znázorňuje trend, kdy jsou si celkové náklady na provoz CNG autobusů a naftových autobusů rovny za stanovených cen nafty. Přímka dělí výhodnosti a nevýhodnosti CNG a nafty. Oranžové body v grafu uvádí danou dobu aktuální ceny CNG a nafty.

V grafu jsou oranžové body nad přímkou. Z toho vyplývá informace, že používání CNG v autobusové dopravě není ekonomicky výhodnější než používání nafty.

Důvodem proč se v současnosti používání CNG pohonů v autobusové dopravě nevyplácí je to, že jejich pořizovací cena je vyšší než u naftových pohonů. Také ceny stlačeného zemního plynu už nejsou tak nízko, jako tomu bylo čtyři až pět let zpátky.

Jako pozitivní bod v používání CNG pohonů mohu uvést jejich ekologickou stránku. A také to, že ve srovnání s naftou, plynné pohonné hmoty snižují opotřebení motoru přibližně o 10 – 15 %.

## Závěr

Cílem práce bylo ekonomicky vyhodnotit provoz autobusů na stlačený zemní plyn (CNG) zejména s ohledem na cenový vývoj na energetickém trhu v posledních dvou letech. Také o tom, jak se používá v silniční dopravě a jaké jsou jeho výhody a nevýhody. Dále se zaměřit na cenový vývoj nafty a CNG přibližně v posledních pěti letech.

Hlavním cílem této práce je, posoudit, zda je využití stlačeného zemního plynu v autobusové dopravě ekonomicky výhodnější než využití nafty. Tento výpočet abstrahuje od možností dotování nákupu vozidel na CNG. Výsledkem je fakt, že v současné době není možné, aby pohon CNG v autobusové dopravě byl výhodnější než pohon naftový. Určitě v tom hraje roli vysoká pořizovací cena CNG autobusů. Můžeme tvrdit, že autobusy na stlačený zemní plyn jsou ekologičtější než ty naftové. S tím nemám důvod nesouhlasit. Ale kdo se nechá motivovat vysokými cenami, když může dál používat naftové autobusy? Taky samotné ceny CNG už nejsou o tolik nižší, jako tomu bylo třeba před pěti lety. V posledních dvou letech je energetický trh velmi nestabilní, a to z mnoha důvodů – jednak se v ekonomice projevují silné inflační tlaky, dále platí, že energetika je jedním z nejvíce investičně zanedbaných infrastrukturních sektorů a samozřejmě vliv na energetický trh má i geopolitická situace, tedy zejména válečný konflikt na Ukrajině.

Je tedy otázkou, zda CNG jako palivo má v dopravě nějakou budoucnost. Do popředí se dostávají jiná alternativní paliva ve smyslu pohonu. Jednou z nich je pohon využívající elektrickou energii. Já osobně s tímto pohonem nesympatizuji. Dalším je vodíkový pohon, který je ale ekonomicky velmi neefektivní jednak z důvodu cen dopravních prostředků, ale i pro cenu vodíku.

Před pěti lety nikdo nepochyboval o tom, že autobusy na CNG jsou výhodnější. Dnes už nad tímto tvrzením visí velký otazník, který vychází z problematiky energetického trhu, tedy zejména z omezování produkce elektřiny z konvenčních (a stabilních) zdrojů a také díky vyššímu důrazu na obnovitelné, ale nestabilní zdroje. Pokud tato situace v EU neskončí, je velmi pravděpodobné, že se podobné situace budou v budoucnu opakovat. Ekonomická efektivita autobusů na CNG (resp. LNG) je tak v nejbližším období velmi sporná.

## Seznam zdrojů

- [1] CNGPLUS.CZ. *Definice*. [Online]. 2012. Dostupné z: <https://www.cngplus.cz/o-cng/definice.html>. [Přístup získán 07 04 2023].
- [2] CS.WIKIPEDIA.ORG. *Stlačený zemní plyn*. [Online]. 2023. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Stlačený\\_zemní\\_plyn](https://cs.wikipedia.org/wiki/Stlačený_zemní_plyn). [Přístup získán 07 04 2023].
- [3] VUT.CZ. *Alternativní pohon automobilů*. [Online]. 2009. Dostupné z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=16518](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16518). [Přístup získán 07 04 2023].
- [4] THESESES.CZ. *Alternativní pohony motorových vozidel*. [Online]. 2018. Dostupné z: [https://theses.cz/id/nswwsk/ZAVERECNA\\_PRACE\\_2015000013.pdf](https://theses.cz/id/nswwsk/ZAVERECNA_PRACE_2015000013.pdf). [Přístup získán 07 04 2023].
- [5] CHOVANCOVÁ, B. a kol. *Komoditné trhy a reálné investície*. Bratislava: Iura Edition, 2012. ISBN 978-80-8078-453-9.
- [6] AFDC.ENERGY.GOV. *Alternative fuels data center*. [Online]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-natural-gas-class-8-trucks-work>. [Přístup získán 07 04 2023].
- [7] LECTURA-SPECS.CZ. *Technické údaje*. [Online]. Dostupné z: <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/preprava/autobusy-mezimestske-autobusy-sor/cng-10-5-11748498>. [Přístup získán 27 04 2023].
- [8] TRANSPORT-LOGISTIKA.CZ. *Scania citywide*. [Online]. Dostupné z: <https://transport-logistika.cz/testy/testy-autobusu/scania-citywide-suburban-cng-jedina-nabidka/>. [Přístup získán 27 04 2023].
- [9] LECTURA-SPECS.CZ. *Technické údaje*. [Online]. Dostupné z: <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/preprava/autobusy-mezimestske-autobusy-iveco/crossway-le-line-12m-11732754>. [Přístup získán 27 04 2023].
- [10] TRANSPORT-LOGISTIKA.CZ. *Iveco bus*. [Online]. Dostupné z: <https://transport-logistika.cz/testy/testy-autobusu/rozsirena-rada-verzi-autobusu-iveco-bus/>. [Přístup získán 27 04 2023].
- [11] MHDZIVE.CZ. *Tedom L 12 G*. [Online]. Dostupné z: [https://mhdzive.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7:tedom-l-12-g&catid=66&Itemid=101](https://mhdzive.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=7:tedom-l-12-g&catid=66&Itemid=101). [Přístup získán 27 04 2023].
- [12] XTB.COM. *Komodity*. [Online]. 2023. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/vzdelavani/obchodovani-komodit>. [Přístup získán 08 04 2023].
- [13] CS.WIKIPEDIA.ORG. *Komodita*. [Online]. 2022. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Komodita>. [Přístup získán 08 04 2023].

- [14] ŠTÝBR, D. a kol. *Začínáme investovat a obchodovat na kapitálových trzích*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3648-8.
- [15] HOŠEK, J. *Přehled nejpoužívanějších komoditních indexů ve světě*. [Online]. 2012. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/export/sites/cnb/cs/menova-politika/.galleries/gev/gev\\_2012/gev\\_2012\\_05.pdf](https://www.cnb.cz/export/sites/cnb/cs/menova-politika/.galleries/gev/gev_2012/gev_2012_05.pdf)
- [16] ŘEZŇÁKOVÁ, M. a kol. *Řízení platební schopnosti podniku*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3441-5
- [17] VESELÁ, J. *Investování na kapitálových trzích. 2. aktualizované. vydání*. Praha: Wolters Kluwer Česká Republika, 2011. ISBN 978-80-7357-647-9
- [18] REJNUŠ, O. *Finanční trhy. 3. rozšíření*. Ostrava: Key Publishing, 2011. ISBN 978-80-7418-128-3
- [19] AUTA VE ŠKOLE. *Paliva*. [Online]. 2011. Dostupné z: <http://autaveskole.jaknahmyz.cz/paliva>. [Přístup získán 10 04 2023].
- [20] CNGPLUS.CZ *Vývoj ceny CNG*. [Online]. 2023. Dostupné z: <https://www.cngplus.cz/vyvoj-ceny-cng.html?from=2021&to=2021>. [Přístup získán 12 04 2023].
- [21] EC.EUROPA.EU. *All Weekly Oil Bulletins since January 2009*. [Online]. 2023. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/List-of-WOB.pdf>. [Přístup získán 20 2 2023].
- [22] EISLER, Jan, KUNST, Jaromír a František ORAVA. *Ekonomika dopravního systému*. 1. vydání. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.
- [23] ŘÍHA, Z., DOČKALÍKOVÁ, I. *Economics of Electromobility Development in the Czech Republic from the Perspective of Users. Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2022*, p. 745–739. ISSN 1822–296X.

## Seznam obrázků

Obr. 1.1 Pohonné ústrojí CNG - nákladní automobil.....	12
Obr. 1.2 Pohonné ústrojí CNG - osobní automobil.....	12
Obr. 1.3 Stanice na rychlé plnění .....	13
Obr. 1.4 Stanice na pomalé plnění .....	13
Obr. 1.5 SOR CNG 10,5.....	14
Obr. 1.6 SCANIA Citywide Suburban LE 14,9 .....	15
Obr. 1.7 IVECO Crossway LE Line CNG .....	16
Obr. 1.8 TEDOM L 12 G .....	16
Obr. 4.1 Kombinace cen.....	33

## Seznam grafů

Graf 2.1 Vývoj ceny CNG - rok 2019.....	21
Graf 2.2 Vývoj ceny CNG - rok 2020 .....	21
Graf 2.3 Vývoj ceny CNG - rok 2021 .....	22
Graf 2.4 Vývoj ceny CNG - rok 2022 .....	22
Graf 2.5 Vývoj ceny CNG - rok 2023 .....	23
Graf 2.6 Vývoj ceny CNG 2019 - 2023 .....	23
Graf 2.7 Vývoj ceny nafty - rok 2019 .....	24
Graf 2.8 Vývoj ceny nafty - rok 2020 .....	24
Graf 2.9 Vývoj ceny nafty - rok 2021 .....	25
Graf 2.10 Vývoj ceny nafty - rok 2022 .....	25
Graf 2.11 Vývoj ceny nafty - rok 2023 .....	26
Graf 2.12 Vývoj ceny nafty 2019 - 2023.....	26
Graf 4.1 Znázornění výhodnosti/nevýhodnosti CNG x nafta.....	34

## Seznam tabulek

Tab. 4.1 Hodnoty.....	34
Tab. 4.2 Výsledek výpočtu rovnosti nákladů CNG x nafta.....	34

## **Seznam zkratek**

CNG stlačený zemní plyn (z angl. Compressed Natural Gas)

CO<sub>2</sub> oxid uhličitý

ČR Česká Republika

DPH daň z přidané hodnoty

Kč Koruna česká

Kg kilogram

Km kilometr

kW Kilowatt

L litr

LNG zkapalněný zemní plyn (z angl. Liquefied Natural Gas)

Mpa megapascal

N nafta



<b>Autor</b>	<b>Otakar Čermák, DiS.</b>
<b>Název BP</b>	<b>Ekonomické vyhodnocení provozu autobusů na stlačený zemní plyn</b>
<b>Studijní obor</b>	<b>LVD</b>
<b>Rok obhajoby BP</b>	<b>2023</b>
<b>Počet stran</b>	29
<b>Počet příloh</b>	0
<b>Vedoucí BP</b>	<b>doc. Ing. Josef Kubík, CSc.</b>
<b>Anotace</b>	V této bakalářské práci jsou informace o tom, co to stlačený zemní plyn je a jaké jsou jeho výhody nebo nevýhody. Zda je provoz CNG autobusů ekonomicky výhodnější než u naftových autobusů. Práce obsahuje matematické vzorce, použité pro výpočet. Jsou zde dále obsažena data o cenovém vývoji paliv CNG a nafty, které jsou zakresleny v grafech.
<b>Klíčová slova</b>	CNG, autobusová doprava, kalkulace nákladů, energetické komodity, cenový vývoj
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	