



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MEHAANIKATEADUSKOND
SOOJUSTEHNIKA INSTITUUT

MSJ40LT

Alexey Shkryabin

Surugaasi tehnilis-majanduslikud arenguvõimalused Eestis

**Technical-economical ways of compressed natural gas improvement
in Estonia**

Bakalaurusetöö

Autor taotleb tehnikataduste bakalaureuse akadeemilist kraadi

Tallinn

2014

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotlenud.

Töös kasutatud kõik autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis..... juhendamisel

„.....”201...a.

Töö autor

.....allkiri

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele

„.....”201...a.

Juhendaja

.....allkiri

Lubatud kaitsmisele.

.....õppesuuna komisjoni esimees

„.....”201...a.

.....allkiri

TTÜ soojustehnika instituut

Soojusenergeetika õppetool

BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE

2014. aasta kevadsemester

Üliõpilane: Alexey Shkryabin

Õppekava: Soojusenergeetika

Juhendaja: assistent, PhD. Igor Krupenski

Kaasjuhendaja: doktorant, Roman Bogdanovitš

BAKALAUREUSETÖÖ TEEMA:

Eesti keeles:

Surugaasi tehnilis-majanduslikud arenguvõimalused Eestis

Inglise keeles:

Technical-economical ways of compressed natural gas improvement in Estonia

Lõputöös lahendatavad ülesanded:

Nr. Tutvustus

- 1. Ülevaade surumaagaasi kasutamisest Eestis**
- 2. Erinevate transpordikütuste majandusliku võrdluse tegemine**
- 3. Surugaasi tanklaketi laiendamise võimaluste hindamine**

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Surumaagaasi potentsiaali hindamine ja võrdlus teiste mootorikütustega.

Töö keel: Eesti

Kaitsmistaoetus esitada dekanaati hiljemalt 14.05.2014 Töö esitamise tähtaeg:

Üliõpilane Alexey Shkryabin /allkiri/ kuupäev.....

Juhendaja Igor Krupenski /allkiri/ kuupäev.....

Sisukord

AUTORIDEKLARATSIOON.....	2
Jooniste loetelu:	5
Tabelite loetelu:	6
Sissejuhatus.....	7
1. Sissejuhatus CNG-sse	8
1.1 Mis on CNG?	8
1.2 Miks ja kus kasutatakse CNG?	9
1.3 CNG ajalugu ja areng teistes riikides	11
2. CNG transpordisektoris.	13
2.1 Kuidas töötab CNG tankla ja auto.	13
2.2 Autode tüübid	15
2.3 Autode valik.....	16
2.4 Kütuse mugavus	17
2.5 GasHighWay ehk KiirGaasiTee	18
2.6 CNG paigaldamise variandid	20
3. Majanduslik külg	23
3.1 CNG autode turg.....	23
3.2 CNG busside turg.....	28
3.3 Kütuste hinnavõrdlus	29
3.4 Aktsiisi võimalik mõju ja hinnamuutumine.	32
4. Keskkonnaga seotud aspektid.....	33
4.1 20-20-20-10.....	33
4.2 Biogaasi kasutamise võimalused.....	36
4.3 Heitmete kogused (võrreldes teiste kütustega).....	39
5. CNG võimalused kasutamiseks Eestis	40
5.1 Tartu-Sebe	40
5.2 AS Narva bussiveod.....	41
5.3 SolBus CNG	42
Kokkuvõte.....	43
Summary	44
Kasutatud kirjanduse loetelu:	45

Jooniste loetelu:

Sele 1.1 Surugaasi autode hulk erinevates riikides	11
Sele 2.1 Kolme liiniga CNG kiirtankla põhimõtteskeem [9]	13
Sele 2.2 Vinkli tänava tankla [2]	14
Sele 2.3. Uue Audi A3 bivalentne skeem [37]	16
Sele 2.4 GasHighWay projekti marsruut [35]	19
Sele 2.5 Tehasest bivalentse Volvo V70 põhimõtteline skeem[40]	21
Sele 2.6 Bivalentne auto, mis oli ümberehitatud CNG-le [41]	22
Sele 3.1 Mercedes-Benz E200 natural gas [37]	23
Sele 3.2 Mercedes-Benz'i B200 skeem [37]	24
Sele 4.1 Maagaasi tanklate ja torustikke võrk [2]	35
Sele 4.2 Biogaasi tootmise skeem [23].....	36
Sele 4.3 Surugaasi müük maagaasi tanklates, mln m ³ [2]	37

Tabelite loetelu:

Tabel 3.1 Pere-, takso- ja linnasõidukid	25
Tabel 3.2 Väiksemad linnaautod	25
Tabel 3.3 Tarbesõidukid	26
Tabel 3.4 Opel Zafira maksumuse võrdlus [27].....	26
Tabel 3.5 Opel Combo Cargo maksumuse võrdlus	27
Tabel 3.6 Opel Combo Tour maksumuse võrdlus	27
Tabel 3.7 CNG, bensiini-, diisli- ja elektriautode võrdluste tabel	27
Tabel 3.8 Rahakulu erinevatele kütustele 4800 km läbimisel.....	29
Tabel 3.9 Rahakulu erinevatele kütustele 10 000 km läbimisel.....	30
Tabel 3.10 Rahakulu erinevatele kütustele 15 000 km läbimisel.....	30
Tabel 3.11 Gaasiseadme tasuvusaeg 10 000 km läbimisel	30
Tabel 3.12 Gaasiseadme tasuvusaeg 15 000 km läbimisel	30
Tabel 5.1 Diisel-, ja gaasibusside võrdlus	40

Sissejuhatus

Prognostatakse, et nafta varude koguste jätkub saja aastale. Iga nädal sise põlemismootorites põletatakse 50 mln tonn bensiini. Mis alternatiiv on naftast toodetud kütustel? Millega saaks autosid tankida? Üheks niisuguseks alternatiiviks on maagaas. Maagaas on puhtaim fossiilne kütus ning tema laialdane kasutamine võimaldaks oluliselt vähendada atmosfääriheitmeid, mis omaette parandab õhu kvaliteedi. Selleks, et gaasi saaks kasutada autokütusena tema mahtu vähendatakse 200-250 korda ja niisugust surutud gaasi nimetakse surugaasiks või CNG-d. Sõitmine gaasiga on sama mugav, ohutu ja isegi säästlikum, võrreldes naftakütuse kasutamise autoga. Gaasi kasutamine võimaldab ka oluliselt suurendada taastuvenergeetika osakaalu transpordisektoris, segades maagaasi biometaaniga. Maagaasi kasutamine transpordisektoris on aktiivselt arengus faasis – rajatakse uusi tanklaid, biogaasil töötavate autode arv ja valik suureneb. Näiteks 2012 aastal kasutati suurugaasi 473,9 mln m³ ning 2013 juba 737,1 mln m³. 2014. aastaks AS Eesti Gaasi prognoosi järgi tarbimine on juba 2 mln m³. Eestis on praegu 5 tanklat, kaks Tallinnas, Narvas, Tartus ja Pärnus. Võrreldes Eestiga, on Euroopas teistes riikides maagaasi kasutamine mootorkütusena populaarsem. Saksamaal on näiteks 900 tanklat. Austrias toimus aastatel 2006-2009 neljakordne maagaasitanklate arvu suurenemine. Hetkel on seal 180 tanklat. Majanduslikust aspektist vaadates, on surugaasil üks põhiline eelis võrreldes teiste naftast toodetud kütustega. Sellel ei ole aktsiisi. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM-i) kinnitusel aktsiisi ei määrata ka enne 2025. Sellest tulenevalt on CNG-d kõige odavam kütus turul. Lisaks sellele on 1 kg surugaasi võrdne 1,30 liitri bensiiniga, mis omakorda vähendab kütusekulu ja annab võimaluse rohkem säästa. Tänu suuremale oktaanarvule võrreldes bensiiniga, maagaas parandab mootori tööd. Väheneb vibratsioon mootoris ja sellega kaasneb mootori eluea pikenemine.

1. SISSEJUHATUS CNG-SSE

1.1 Mis on CNG?

Selleks, et vastata sellele küsimusele on tarvis anda definitsiooni, mis on gaas ja millised olekud võivad olla gaasil.

Maagaas (soogaas) – Maagaas on looduslikest allikatest (puuraukudest) omaette või koos nafta tootmisega eralduv peamiselt metaani ja vähesel määral etaani, propaani, butaani, kõrgemate süsivesinike fraktsioonide ning inertgaaside segu. Niisugune gaas on gaasilises olekus.

Surugaas (Compressed natural gas, CNG) - on kokkusurutud maagaas, mida tangitakse surugaasisõiduki (NGV – natural gas vehicle) gaasimahutitesse automootori käivitamiseks.

Surugaas on gaasilises olekus. [32]

Veeldatud naftagaas (LPG) – on kokkusurutud gaas, mille peamised komponendid on propaani-butaani segu. Gaas on saadud kõrvalproduktina nafta töötlemisel. Gaas on veeldatud kujul. Seda kasutatakse ka autokütusena. Propaan-buraani segu veeldatakse väiksema rõhuga kui LNG-d ja töö rõhk balloonis on kuni 16 baari.

Veeldatud gaas (LNG) – maagaas, mis on kunstlikult veeldatud külmutamisel $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selle tulemusena tema maht väheneb 600 korda, mis annab võimaluse transportimiseks laevadega või autodega. Gaas on veeldatud kujul ja seda saab ka kasutada autokütusena.

Biogaas (käärimisgaas) – on gaas, mis tekib taimsel ja loomsel anaeroobsel lagunemisel mikroorganismide abil. Oma koostise järgi ta on sarnane maagaasiga (45-70% metaani), aga selleks, et transportida maagaasi torudes vajab see lisapuhastust.

Biometaan – puhastatud biogaas, sisaldab 96-99% metaani. (CH_4)

1.2 Miks ja kus kasutatakse CNG?

Nagu sai mainitud CNG ehk surugaas on kokkusurutud maagaas. Surugaasi kasutatakse alternatiivkütusena transpordisektoris bensiini, diisli, või LPG asemel.

Gaasi komprimeeritakse rõhuni 200-250 baari, tema maht väheneb selle tõttu 200-250 korda. Seda tehakse selleks, et tõsta tema tihedust ja energiasisaldust (energiasisaldus ruumala või massi ühiku kohta). Näiteks, bensiini energiasisaldus on 43-46 MJ/kg kohta või 34-36 MJ/l. Bensiini ühe kilogrammi maht on $0,00133\text{m}^3$. Maagaasi - 49 MJ/kg ja tema maht on $1,457\text{m}^3$, surugaasi 49 MJ/kg ja tema maht on $0,00583 - 0,00728\text{m}^3$. Maagaasi müüakse kuupmeetrites, bensiini liitrites ja surugaasi kilogrammides.

Surugaasi ühikuteks on valitud kilogrammid, sest gaasi maht sõltub temperatuurist.

Kasutades Clayperoni-Mendeleevi valemit saame: [31]

$$p * V = n * R * T$$

Kus p – rõhk [Pa]

V – maht [m^3]

n – aine sisaldus, mis on võrdne $n = \frac{m}{M}$, kus m – mass [kg], M –molekulaarmass [g/mol]

R – universaalne gaasi constant [J/(mol*K)]

T – absoluutne temperatuur [K]

Kuna gaas on sõltuv temperatuurist ja rõhust - välistingimustest, siis otsustati kasutada surugaasiga kauplemisel massiühikuid, et mitte tekitada ostjatel segadust.

Kuna gaasi maht on lineaarses sõltuvuses temperatuurist (Gay-Lussaci seadus), siis see tähendab, et mida suurem on gaasi temperatuur, seda suurem peaks olema gaasi tankimisrõhk.

Surugaasi põhiline komponent on metaan CH_4 , mis põlemisel muundub veeks ja süsihappegaasiks. Keemiline valem on $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Süsihappegaasi heitmete kogused surugaasi kasutamisel on väiksemad võrreldes naftakütustega. Näideseks võib võtta Volkswagen Passat TSI Ecofuel – CNG-l ja sama versiooni aga bensiinil Volkswagen Passat 1.4 TSI BMT (Comfortline). Hinnatav CO_2 kogus keskmiselt 143 g/km, sama versioon gaasiga eraldub 117 g/km.[39] Mercedes-Benz E200 kasutades maagaasi eraldub 116 g/km CO_2 ja bensiini kasutades – 147 g/km CO_2 . Elektriauto eraldab 1,77-2,36 kg/km CO_2 kui eeldada, et elekter oli toodetud Eesti põlevkivist, sest 1 kWh elektri tootmisel tekib 1,18 kg CO_2 .

Volkswagen Golf 6, mis on varustatud LPG seadmega, eraldab 125 g/km CO_2 .

Lisaks sellele, on ka võimalus kasutada biometaani, segades biometaani maagaasiga. Gaasi kvaliteet seega ei halvene.

CNG-l on veel terve rida eeliseid:

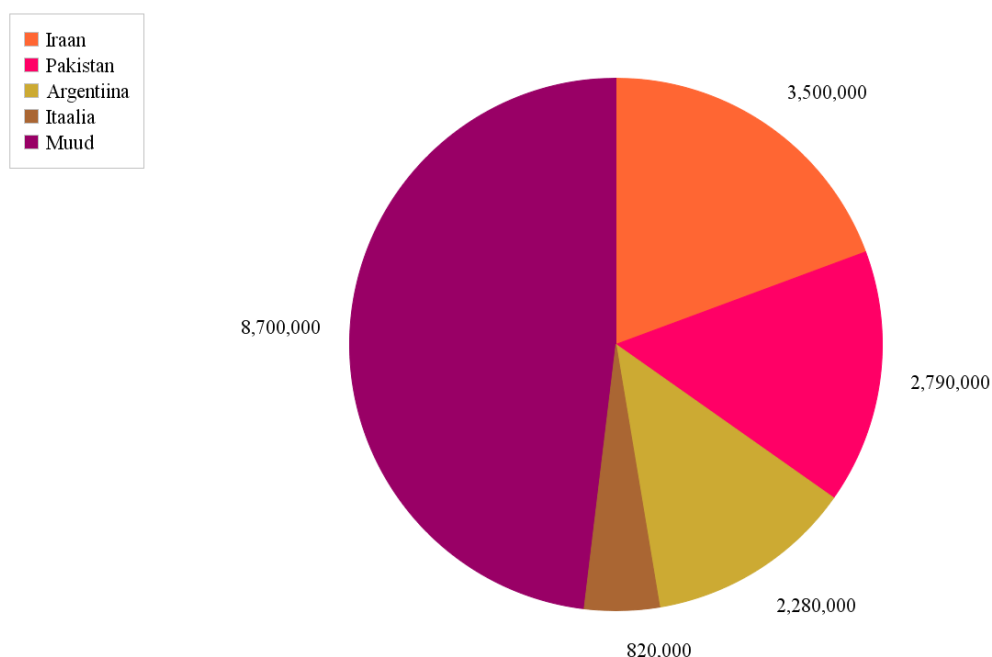
- 1) Energia sisalduse seisukohalt arvutatakse, et 1 kg maagaasi võrdub 1,30 l bensiini, 1,27 l diisli, 1,18 l vedelgaasi ja 2,80 l metüülpiiritusega. [20]
- 2) Suurem oktaanarv, võrreldes naftakütusega, bensiini oktaanarv on väiksem kui 100, aga maagaasil on 130. Oktaanarv on kütuseomadus, mis näitab kütuse detoneerimiskindlust, s.o. võimet sise põlemismootoris rõhu suurendamisel isesüttimisele vastu seista. Mida suurem on oktaanarv, seda parem mootorile, kuna see vähendab vibratsiooni ja pikendab mootori eluiga.
- 3) Kõrge süttimistemperatuur – 600 °C
- 4) Ei ole agressiivne ega mürgine. [12]
- 5) On ohutu kasutajale.
- 6) Taristu olemasolu annab võimaluse keskkonnasõbraliku biometaani kasutamiseks transpordisektoris. See eelis kehtib ainult CNG kohta.

1.3 CNG ajalugu ja areng teistes riikides

Esimene sise põlemismootor, mille leiutaja oli Etienne Lenoir, kasutas kütuseks generaatorgaasi. See oli 1859 aastal. Sellest hetkest on juba möödas 155 aastat. Gaasi põletamise teema võiks olla tuleviku probleemide lahenduseks, aga kütuseks on praegu siiski surugaas, mitte aga generaatorgaas. On raske öelda, millal autokontsernid hakkasid mõtlema surugaasi kasutamise võimalustest, aga võib eeldada, et see toimus pärast esimest naftamaailma kriisi, mis toimus 1970 aastal.

Arvatakse, et maailmas on kuskil 18,09 miljonit autot, mis kasutavad surugaasi kütusena. Kõige rohkem autosid on Iraanis - 3,5 mil, Pakistanis - 2,79 mil ja Argentiinas - 2,28 mil. Euroopa riikidest esimesel kohal on Itaalia, kus on 0,82 miljonit CNG-autosid. Maagaasi kasutavad sõidukid on populaarsed ka teistes Euroopa riikides nagu näiteks Saksamaa, Austria ja Rootsi.

CNG autode hulk erinevates riikides



Sele 1.1 Surugaasi autode hulk erinevates riikides

Austrias toimus aastatel 2006-2009 neljakordne maagaasitanklate arvu suurendamine, mis omaette tähendas ka surugaasi kasutavate autode arvu kasvu. 2013. aastal oli Austrias 180 tanklat, millest 175 olid avalikud. See on kõige suurim tanklate arv arvestades riigi territooriumit Euroopas. Niisugune järsk kasv oli tänu riiklikule programmile, mis andis 500 eurot soodustust, uue keskkonnasõbraliku auto ostmiseks. CNG annab veel võimaluse kasutada biometaan. 2013.

aasta juunis oli Austrias 3 biometaani tanklat. Edasine areng võib seisneda surugaasi aktsiisi vähenemises võrreldes teiste kütustega, 6,6 senti gaasikuupmeetri kohta, 34,7 senti/l diisli ja 48,2 senti/l bensiini. Lisaks sellele, luuakse soodustused transpordiettevõtetele, kes kasutavad metaankütust. [7]

Saksamaal on 900 maagaasitanklat. Umbes iga neljas tankla annab võimaluse biometaani tankimiseks. Samal ajal automaksu suurus sõltub mootori võimsusest ja süsihappegaasi emissioonist. CO₂ lubatud emissiooni kogus on 120g/km[28]. Kui autost eraldub rohkem CO₂ kui lubatud, siis iga g/km läheb omanikule maksma 2 eurot aastas[22]. Näiteks, kui auto eraldub 135 g/km CO₂, tuleb tasuda 135*2=270 EUR/aastas lisaks. On oodata, et lubatud kogust vähendatakse kuni 95 g/km CO₂-ni. Surugaasi kasutamine annab võimaluse automaksu vähendamiseks ja säästa rohkem.

Rootsi on hea näide kuidas on võimalik kasutada surugaasi maagaasivõrgustikku mitte omades. Rootsi kasutab kuskil 60% biogaasi, et katta surugaasi nõudmist. Riik tegi ka suure sammu, näiteks, 40% väiksem tulumaks kasutades CNG autot, tasuta parkimiskohad paljudes linnades ja prioriteetsed sõidurajad lennujaamades, raudteejaamades ja parvlaevaterminalides CNG taksoautodele. Praeguse seisuga ei ole enam kõik eelpool nimetatud eelistest saadaval, sest valitsus on muutunud. [26]

Soomes on biogaas maksuvaba ja maagaasil on väikseim maks kütusesektoris. Peaaegu kõikides Euroopa riikides, kus surugaasi turg on arendatud kasutatakse CNG ka linnabusside tankimiseks, mis parandab õhu kvaliteeti ja vähendab kütusekulusid. [26]

Eestis 1987. aastal ehitati Eestis esimene CNG automaatkompressorjaam Tallinnasse Betooni tänavale. 1989 aastal oli ehitati Kohtla-Järve automaatkompressorjaam [9]. Käesolevates tanklates tankisid linnaliini bussid ja veoautod, mis vedasid ehitusmaterjalid. Tanklate ehitamise vajadus oli tingitud kütuse defitsiidist ja probleemidest tarnetega. Esimene kaasaegne tankla oli avatud 2009. aastal.

2. CNG TRANSPORDISEKTORIS.

2.1 Kuidas töötab CNG tankla ja auto.

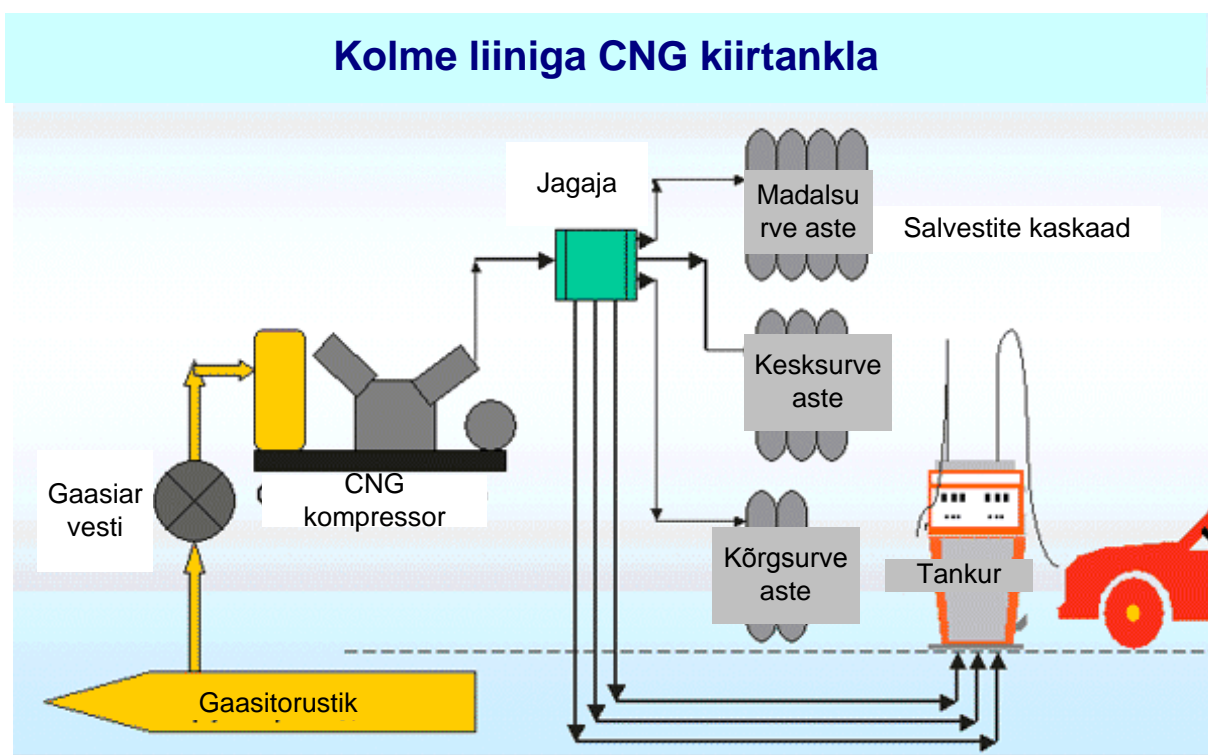
Eestis on praeguse seisuga 5 CNG tanklat, 2 - Tallinnas, 1 – Tartus, 1 Pärnus ja 1 – Narvas. CNG kompressorid töötavad erinevatel rõhkudel. Suurem sisendrõhk annab võimaluse vähendada komprimeerimiskulud. Praegu ka uuritakse, kas on otstarbekas sellega tegeleda, kasutades veeldatud gaasi kohtades, kus gaasivõrku ei ole.

Surugaasi tankimisel kehtivad samad nõuded, mis kehtivad bensiini- või diisli tankimisel.

Põhiline erinevus seisneb tankimispüstoli erinevuses ja AS Eesti Gaasi kodulehel on olemas järgmine juhend, kus on toodud välja põhilised punktid tankimispüstoli kasutamiseks.

http://gaas-ee.sn1.zone.eu/wp-content/uploads/2012/11/Surugaasi_tankimise_juhend.pdf

Tallinnas asuvad tanklad aadressidel: Suur-Sõjamäe 56a ja Vinkli 2a. Nende tööpõhimõte on samasugune ja näidisenäina mina toon tankla, mis asub Vinkli tänaval. Torude kaudu suunatakse tanklasse 4 baarise ülerõhuga gaas.



Sele 2.1 Kolme liiniga CNG kiirtankla põhimõtteskeem [9]

Esimene etapp on niiskuse eemaldamine. Vaatamata sellele, et niiskuse eemaldamine toimub igal etapil gaasi transpordimisel, on selleks et tagada kompressori töökindlust vaja veel kord eemaldada vett. Teisel etapil toimub gaasi komprimeerimine ja surutud gaas suunatakse mahutitesse. Tanklas on 3 erinevat tüüpi mahuti: kõrgrõhu (270 baari), keskrõhu (250 baari) ja madalrõhu mahuti. Erineva rõhuga gaas on mõeldud selleks, et sõltumata temperatuurist oleks

sobiv rõhk tankimiseks. Selleks, et arvutada gaasi kogust, mida müüakse tarbijatele, kasutatakse Coriolise tüüpi masskoguse mõõtjad. Kogu süsteem on autonoomne ja ei nõua inimesi. Kompressori tööea pikendamiseks kasutatakse on-off režiimi. Vinkli tankla on suurema tootlikkusega, võrreldes Suur-Sõjamäe tanklaga. Vinkli tänaval on 2 kompressorit, aga Suur-Sõjamäe tänaval on üks. Kogu komplekt tuleb valmistatuna Saksamaalt ja on tehtud firmaga Schwelm Anlagetechnik GmbH.



Sele 2.2 Vinkli tänava tankla [2]

Suur-Sõjamäe CNG tankla põhinäitajad on:

Sisendrõhk – 12 bar

Väljundrõhk – 250 bar

3 astmeline kompressor tootlikkusega 124 nm³/h (normaalkuupmeeter, gaasi mahu mõõtühik 0 °C ja rõhul 1 atm ehk 101 325 Pa)

28 (a' 80l) balloonist koosneva salvesti mahuga kokku 270 nm³.

Kahepoolne tankur kahe tankimispüstoliga [9]

Välimuse järgi CNG auto ei erine bensiini või diisli kasutavast autost.

2.2 Autode tüübid

Eristatakse kolme tüüpi autosid: [32]

- 1) Mono – gaas on ainuke võimalik kütus. Niisugune variant ei sobi eriti sõiduautodele ja valdavalt paigaldakse bussidele, kaubikutele ja teistele tarbesõidukitele. Mootori konstruktsioon võimaldab neil kasutada gaasi eeliseid kõige efektiivsemalt.
- 2) Mono+ - nii gaas kui ka bensiin on võimalikud kütused, aga gaas on „peakütus“. See tähendab, et autol on 2 paaki. Niisugune variant on võimalik kohtades, kus on tihe gaasitanklate võrgustik. Mootori konstruktsioon on tehtud gaasile ja bensiini kasutades võib selle võimsus langeda. Käivitamine toimub alati bensiiniga ja pärast lülitub mootor automaatselt gaasile, aga seda on ka võimalik käsitsi ümber lülitada.
- 3) Bivalentne – bensiin ja gaas on mõlemad võimalikud kütused, aga „peakütus“ on bensiin. Niisugune variant on sobilik kohtades, kus maagaasitanklate võrgustik veel areneb. Kuna „peamine“ kütus on bensiin, siis kasutades gaasi võib võimsus langeda.

On ka võimalusi diiselmootoriga auto ümberehitamiseks CNG-le.

- 1) Monovalentne, kus sõiduki kütuseks on ainult CNG. [11]

Diiselmootor ehitatakse ümber täielikult ottomootoriks ehk sisepõlemismootoriks. Erinevus bensiinimootorist seisneb kõrgemas surveastes. Niisugune variant on sobilik juhul kui tanklatevõrk on tihe.

- 2) Kahekütuselised ehk dual fuel süsteemid kus diiseli ja CNG segatakse (kuni 50%). Selline süsteem ei nõua mootori ümberehitamist. CNG kogust kalkuleeritakse väga täpselt arvestades mootori koormust ja sõidu tingimusi. Täpne kogus gaasi pihustatakse mootori sisselaskekollektorisse vahetult enne sisselaskeklappi. Gaas seguneb õhuga ja siseneb mootorisse. Diiseli süttib õhu ja gaasiga koos.

Ümberehitamine CNG-le või CNG lisamine diiselmootorile kasutatavale autole on kallis ja sellist teenust pakub gaznet.ee – ainuke autogaasiseadmete paigaldaja Eestis.

2.3 Autode valik.

Peamised autokontsernid, kes tegelevad maagaasi autode tootmisega on: sõiduautod – Fiat, Mercedes-Benz, Opel, Seat, Skoda, Volkswagen ja 2014 aastal Audi näitas A3-e, mis sõidab maagaasil; veoautod ja bussid – Fiat, Iveco, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen, Kögel, Man, Renault, Scania, Solaris, Volvo.

Näidiseks võtame uue Audi A3, mida näidati 2014. aastal ja vaatame selle auto karakteristikuid.

Võimsus: 81 kW

Maksimaalne kiirus: 190 km/h

Mootori maht: 1.395 dm³

Gaasipaak: 14 kg

Bensiinipaak: 50 l

Keskmine kütusekulu: 3,5 kg/100 km

Rahakulu: 3,82 EUR/100 km (Eestis on isegi odavam - 2.8 EUR/ 100 km)

Distants gaasiga: 400 km

Distants bensiiniga: 1300 km

CO₂ kogus: <95g/ km

Energiaklass: A+



Sele 2.3. Uue Audi A3 bivalentne skeem [37]

2.4 Kütuse mugavus

Paljudel inimestel on aramus, et gaasiga sõitmine on:

- 1) Ohtlik (plahvatusohtlik; lekkiv)
- 2) Ebamugav (väike paak; võimsus on väiksem kui samasugusel bensiini kasutaval autol)

Selleks, et aru saada mugavusest, võrdleme maagaasi LPG-ga, maagaasi elektriga (autokütusena) ja maagaasi bensiini ja diisliga.

Maagaas on õhust kergem, suhteline tihedus on 0,56. Võrreldes, näiteks LPG-ga on see palju ohutum, sest lekkimise või avarii korral CNG lihtsalt lendub ära ja ei kogune maa peal, nagu nafta kütused või LPG, mis on õhust raskem. Võib isegi öelda, et maagaasiga sõitmine on sama ohutu nagu elektriga sõitmine. Maagaasi lekkimise probleem oli vanadel autodel, kus selline süsteem oli uudne. Praeguse seisuga tehakse balloone kolmekordse varuga, ja nad hoiavad rõhku kuni 600 baari. Võrdlemise seisukohalt on CNG, LPG ja bensiini/diisli kütused võrdsed, aga samas on kõige ohutum elekter. On tarvis veel öelda, et maksumuse poolest kõige kallimad on CNG baak ja elektriakumulaator.

CNG paak annab võimaluse 400 km distantssi läbimiseks ja mahutab 15 kg (+5) aga samas peaaegu kõik gaasi kasutavad autod on varustatud bensiini paagiga. CNG paaki võib võrrelda elektriakumulaatori ja LPG-ga, aga bensiini ja diisliga võib palju rohkem sõita. Surugaasi tankimisaeg avalikus tanklas on võrdne tankimisajaga tavalises bensiini- või diislitanklas. Võimsuse langemise kohta võib mainida, et see on küll võimalik kui kasutada gaasi bivalentse variandi korral, juhul kui auto on varustatud surugaasi süsteemiga ja peamiseks kütuseks on bensiin, aga kui auto on „mono+“, siis bensiiniga võimsus langeb. Kui võrrelda surugaasi, bensiini-diiisli ja elektriga, siis kõige järsem langus ongi elektiautol võimsuse poolest.

Surugaasiga võib ka kodus tankida, kui on olemas gaasitoru (sama mida meie kasutame toidu valmistamiseks), kompressor ja 230V. Tankimine toimub aeglasemalt, kui avalikus tanklas ja ajaperiood on võrdne elektriakumulaatori laadimise ajaga. Kahjuks on Eestis seda variandi raske leida, tuleb tellida Saksamaalt, kus see on laialt levinud. Seda mugavust pakutakse hinnaga 3500-6000 eurot.

Minu meelest maagaasil on üks puudus võrreldes teise kütustega ja selleks puuduseks on kitsas tanklatevõrk. Aga Eesti Gaasil on suured plaanid tanklate ehitamiseks, kui tekitab nõudlus.

2.5 GasHighWay ehk KiirGaasiTee

GasHighWay ehk GaasiKiirTee on projekt, mis on suunatud tähelepanu pööramiseks CNG ja biogaasi kasutamise võimalustele keskmise ja pikamaa maanteetranspordis. Projekt loodi tänu sellele, et 2010 aasta aprillis avaldas Euroopa Komisjon teatise Euroopa keskkonnasõbralike ja energiatõhusate sõidukite strateegia kohta. Selle strateegia eesmärgid on järgmised:

- 1) keskkonnasõbraliku transpordisüsteemi loomine
- 2) kasvuhoonegaaside vähendamine
- 3) alternatiivsete kütuste osakaalu suurendamine transpordisektoris.
- 4) taastuvenergia turuosa suurendamine transpordisektoris

Euroopa komisjoni pikaajaline eesmärk on aga oluliselt vähendada Euroopa sõltuvust naftast ja süsinikoksiidi heitkoguste vähendamisest 60% võrra võrreldes 1990 aastaga.

Metaankütus (maagaas ja biometaan) võiks saada oluliseks teguriks, et vähendada sõltuvust naftast, kuna ükski teine energia vedamise, ladustamise ja jaotamise süsteem Euroopas ei oma sellist mahtu kui maagaasitorustik. Samal ajal metaankütuse kasutamine annab võimaluse kasvuhoonegaaside heitmete vähendamiseks. Metaankütuse laialdasemaks tarbimiseks on olulised järgmised faktorid:

- 1) Riigipoliitika
- 2) Tankimise infrastruktuuri rajamine
- 3) Maagaasi hind
- 4) Biometaani kasutamise ja tekkimise kiirus ja kogus
- 5) metaansõidukitele soodustingimuste loomine [35]

Projekti põhiline tegevus on suunatud meetankütust kasutavate sõidukite arvu suurendamisele, tanklavõrgu arendamisele, biogaasi tootmisele ja kasutamisele auto kütusena. Lisaks sellele võimaldab projekt jagada kogemust teiste riikidega, mis said häid tulemusi, näiteks Austrias nelja aastaga kasvas tanklate arv 4 korda.

Kuna selline projekt loodi hiljuti, siis on olemas omad kitsad kohad. Täna on võimalik tankida Soomes ja Eestis. Lätis ei ole avaliku tankimisevõimalust, Leedus osaliselt on, kuid see on ebamugav, kuna tankimine on võimalik vaid määratud kellaajal ning kinnisel territooriumil. Leedu lääne osas ja Poola ida osas ei ole ka tanklaid. Seega näiteks Helsingist sõita puhtalt maagaasi peal Berliini ei ole võimalik.

Veel üheks projekti eesmärgiks on näidata inimestele, et maagaas on puhas, loodusesõbralik ja mugav kütus. Inimesed on kümnete aastatega harjunud kasutama naftakütuseid. Praegu tendents võib muutuda ja inimesed hakkavad tulevikus kasutama maagaasi ja biometaani transportkütusena.



Picture: Martti Hänninen, Finland

Sele 2.4 GasHighWay projekti marsruut [35]

2.6 CNG paigaldamise variandid

CNG paak võib olla paigaldatud kas tehases uuele autole või autole, mis kasutab bensiini või diisli teise kütusena. Kuna Eestis praeguse seisuga ei ole eriti palju autosid valikuks, mis saavad kasutada gaasi otse tehast, siis võib lahenduseks olla paagi paigaldamine bensiini või diisli autole.

Võib paigaldada, kas LPG paaki või CNG paaki. LPG paaki ei saa kasutada CNG tankimiseks. Näiteks gaznet.ee pakub LPG ja CNG paakide paigaldamise variante erinevate hindadega sõltuvalt põlvkonnast.

Hinnakiri on võetud GazNet.ee kodulehelt: [16]

Vedelgaas

I põlvkond

Alates 400€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

II põlvkond

Alates 500€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

IV põlvkond

4 silindrit 1100€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

6 silindrit 1300€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

8 silindrit 1600€ sisaldab paigadust ja käibemaksu

Maagaas (surugaas)

I Põlvkond

Alates 1100€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

II Põlvkond

Alates 1200€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

IV Põlvkond

Alates 2000€ sisaldab paigadust ja käibemaksu.

Diiselgaasiseadmed

Diiselgaasiseade raskeveokitele (dualfuel)

Alates – 4000€

Monovalentne gaasiseade raskeveoketele (monofuel)

Alates – 6000€

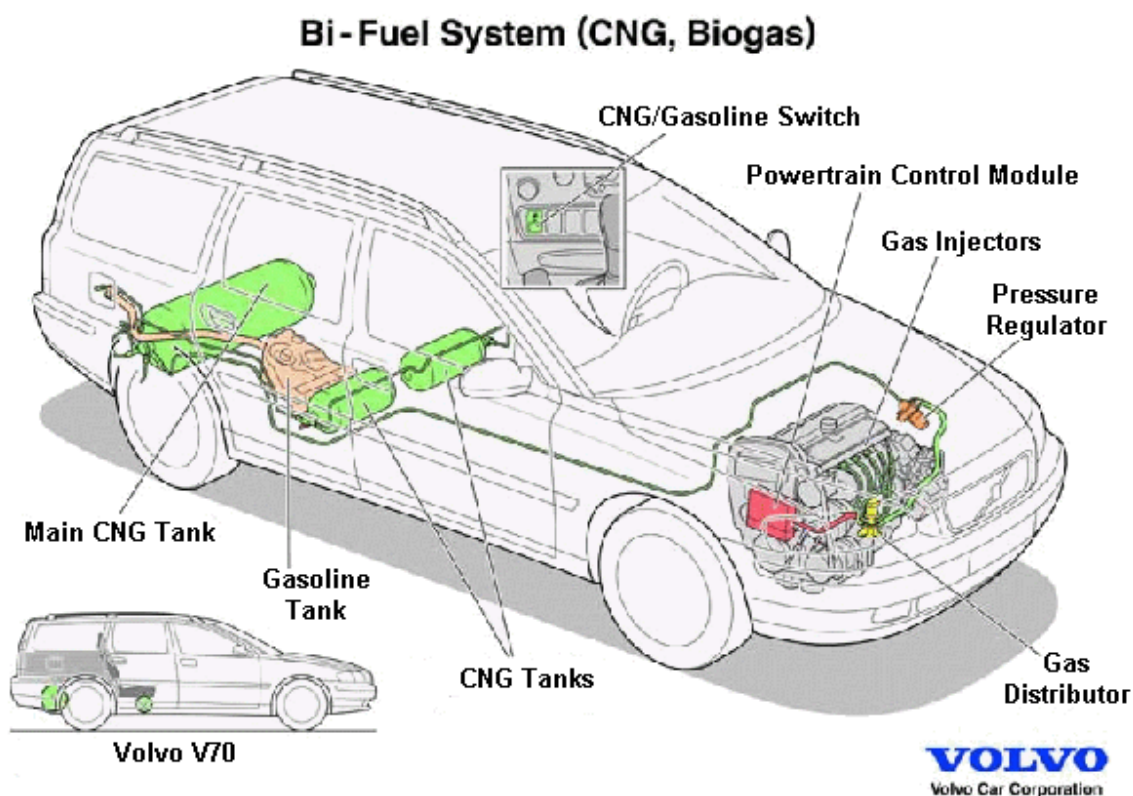
Võrdlemiseks, tavalise auto ümberehitamine elektriautoks läheb maksma umbes 9000 EUR, mis moodustab neljandiku uue elektriauto hinnast, mis maksab c.a. 36 000 EUR. [13]

Hinnakirjast on näha, et ümberehitamine CNG-le on üks kõige kallimatest. Siin tuleb mainida, et CNG vähendab kütusekulu, kuid samal ajal LPG kasutamine suurendab seda, kuna

energiasisaldus on LPG-l väiksem. CNG süsteem on põhimõtteliselt kallim just ballooni pärast, kuna see hoiab rõhku kuni 600 baari, aga samas süsteem on lihtsam, kuna ei vaja lisavarustust nagu aurusti. Aurusti on vajalik veeldatud naftagaasile selleks, et muuta agregaatolekut vedelkujult gaasile.

On ka võimalus sõita, näiteks Saksamaale ja osta auto sealt või siis kasutada teenust, mis annab firma DOCS. DOCS tegeleb sellega, et ostab auto Teie eest Saksamaal ja toob Eestisse.

Niimodi välja näeb paak, kui CNG oli paigaldatud tehases. (Süsteem on bivalentne)



Sele 2.5 Tehasest bivalentse Volvo V70 põhimõtteline skeem[40]

Niimodi aga näeb välja auto, mis oli ümber ehitatud CNG-le



Sele 2.6 Bivalentne auto, mis oli ümberehitatud CNG-le [41]

3. MAJANDUSLIK KÜLG

3.1 CNG autode turg

Gaasi sõiduautode (NGV – natural gas vehicle) turg kahjuks ei ole nii lai nagu bensiini või diisli. Aga samas mõõtmete järgi NGV sõidukid on võrdsed bensiini ja diisli sõidukitega, mis on raske öelda elektriautode kohta, mis on peaaegu alati väiksemad võrreldes naftakütuse kasutavate autodega. Täismõõdus elektriautodest võib näiteks mainida Nissan Leaf või Tesla S. Hakkame vaatlema kõige uuematest CNG autodest ja üks niisugustest on Mercedes-Benz E200.



Sele 3.1 Mercedes-Benz E200 natural gas [37]

Mootor on varustatud nii gaasi- kui ka bensiini süsteemiga, kindlustades paindlikkust ja ohutusõidu kogu distantsi ulatuses. See on juba teine sõiduk tehtud Mercedes-Benz'i kontserni poolt, mis omaette tõestab, et maagaasi mootorid võivad tulla kasutusele ja ei häiri sõidunaudingut, sest nagu ütleb Mercedes-Benz'i sloogan, nad pakkuvad parimat või mitte midagi. Nullist sajani kiirendus moodustab 10,4 sekundit ja maksimaalne kiirus on 220 km/h, CNG-ga võib sõita 400 km ja lisaks sellele bensiinibaak pikendab distantsi 1300 km-ni. Võrreldes Mercedes-Benz E200 CDI – ga, sama mudel mis kasutab bensiini, distants on maagaasi autol rohkem 450 km võrra, samas aga kiirendus 2,2 sekundit aeglasem (8,2 vs 10,4). Maagaasi baak mahutab 20 kg gaasi ja bensiini paak 59 l bensiini. [24] Mercedes-Benz tunnistab, et auto võtab 4,3 kg surugaasi 100 km-le ja CO₂ kogus on siis 116 gr/km, mis on praeguse seisuga väiksem, kui Saksamaal kehtestatud CO₂ maksu piirnorm (120

g/km). Kasutades, aga pliivaba bensiini võtab auto 6,3 liitrit sajale ja CO₂ kogus on 147g/km, mis on suurem, kui piirnorm 27 g võrra ja mille tõttu aastamaks moodustab $147 \cdot 2 = 294$ EUR aastas.

Samas Mercedes-Benz teatas, et sel aastal ilmub veel odavam mudel, mis kuulub B-klassi ja selle mudeli nimi on B200 NGD. Oodatavasti vähendatakse CO₂-kogust 16% võrreldes vana versiooniga ja 50% võrra rahakulu kütusele. B200 saab 2.0 dm³ mootori, mille tippkiirus on 200 km/h, keskmine kütusekulu gaasiga on 4,2 kg/100km ja surugaasipaagi maht on 21 kg ja bensiinipaagi maht on 12 liitrit. Selline auto aga pigem sobib juhul, kui CNG-tanklate võrk on laialt levinud. Hinnatakse, et CO₂ kogus ei ületa 117g/km. Selline auto sobib nii isikliku-, perekui ka taksoautona.



Sele 3.2 Mercedes-Benz'i B200 skeem [37]

On ka väiksema hinnaga pakkumised. Sõiduautodest, mida saab kasutada peresõiduki-, takso- või linnasõidukuna on veel saadaval: [25][37]

Tabel 3.1 Pere-, takso- ja linnasõidukid

Autotüüp	pere-, takso- ja linnasõidukid	
Mudel	Mootori maht [dm ³]	Kütusekulu [kg/100km]
Skoda Octavia G-tec	1.4	3,5
Volkswagen Passat TSI Ecofuel	1.4	4,3
Volkswagen Transporter	2.0	7,3
7-me kohaline Volkswagen Touran TSI Ecofuel	1.4	4,7
7-me kohaline Volkswagen Touran 1.4 TSI Ecofuel Crosstouran	1.4	5,0
Opel Zafira Tourer 1.6 CNG Turbo Ecoflex	1.6	4,7

On saadaval veel ka väiksemad autod, mis suurepäraselt sobivad linnaautosena:

Tabel 3.2 Väiksemad linnaautod

Autotüüp	väiksemad linnaautod	
Mudel	Mootori maht [dm ³]	Kütusekulu [kg/100km]
Seat Leon TGI [36]	1.4	3,5
Audi A3	1.4	3,5
Fiat Punto	1.4	4,2
Seat MII Ecofuel Start&Stop	1.0	2,9
Skoda Citigo CNG Green Tec	1.0	2,9
Volkswagen Eco UP!	1.0	2,9
Fiat Panda Twinair Natural Power	0.875	3,1
Fiat 500L Natural Power	0.875	3,9

Kaubikute(tarbesõidukite) valik on esitatud ka:

Tabel 3.3 Tarbesõidukid

Autotüüp	tarbesõiduk	
Mudel	Mootori maht [dm ³]	Kütusekulu [kg/100km]
Volkswagen Caddy Maxi	2.0	5,8
Volkswagen Caddy	2.0	5,7
Volkswagen Caddy Tramper	2.0	5,7
Opel Combo 1.4 CNG Turbo Ecoflex	1.4	4,9
Fiat Qubo 1.4 8V Natural Power	1.4	4,2
Fiat Fiorino 1.4 8V Natural Power	1.4	4,5
Fiat Doblo 1.4 T-Jet 16V Natural Power	1.4	4,9

Loetelust on näha, et kui on soovi, siis võib valida paljudest autodest, erineva märgiga, erineva keretüübiga ja erineva hinnaga. Aga kõigi nende vahel on sarnane tunnusjoon ja selleks on väike kütusekulu ja sellest tuleneb ka väiksem rahakulu kütusele.

Eestis on praegu saadaval järgmised CNG autod:

Volkswagen Passat Variant (Möller Auto ja AastaAutoPluss)

Volkswagen Caddy (Möller Auto ja AastaAutoPluss)

Hinnad Volkswagen-itele ei ole kirjas kodulehedel, aga nad teevad isikliku pakkumise neile kirjutades.

Opel Zafira (Amserv) - 22 950 EUR (25.03.14)

Opel Combo Cargo (Amserv) – 17 459 EUR (25.03.14)

Opel Combo Tour (Amserv) – 18 998 EUR (25.03.14)

Mercedes-Benz E200 – 47 808 EUR (oodatav hind Euroopas)

Samas bensiini ja diisli versioonid maksavad:

Opel Zafira alates 15 900 EUR – bensiin ja 18 474 – diisel. (25.03.14)

Tabel 3.4 Opel Zafira maksumuse võrdlus [27]

	OPEL ZAFIRA		
	CNG	Bensiin	Diisel
Hind [EUR]	22 950	15 900	18 474

Opel Combo Cargo alates 12 500 EUR – bensiin ja 14 728 EUR – diisel. (25.03.14)

Tabel 3.5 Opel Combo Cargo maksumuse võrdlus

	OPEL Combo Cargo		
	CNG	Bensiin	Diisel
Hind [EUR]	17 459	12 500	14 728

Opel Combo Tour alates 14 641 EUR – bensiini ja 17 401 EUR – diisel. (25.03.14)

Tabel 3.6 Opel Combo Tour maksumuse võrdlus

	OPEL Combo Tour		
	CNG	Bensiin	Diisel
Hind [EUR]	18 998	14 641	17 401

Keskmiselt bensiini auto on 25% ja diisli auto on 15% odavam võrreldes CNG autoga.

Tabel 3.7 CNG, bensiini-, diisli- ja elektriautode võrdluste tabel

	CNG	Bensiin	Diisel	Elekter
	VW Passat TSI Ecofuel [110 kW]	VW Passat TSI BMT [118 kW]	VW Passat TDI BMT [103 kW]	Nissan Leaf [80 kW]
Kütusekulu [kg] või [l] või [kW]	4,3	6,1	4,6	1 750
Rahakulu 100 km [EUR]	3,3	7,6	6	2,7
Auto maksumus [EUR]	30 411*	24 329	27 601	18 990**
CO2 [g/km]	117	142	119	0***
Investeering ümberehitamisele CNG-le [EUR] (IV põlvkond)	-	2 000	ainult raskeveokitele	-
Investeering ümberehitamisele LPG-le [EUR] (IV põlvkond)	-	1 300	ainult raskeveokitele	-
Investeering ümberehitamisele elektriautoks [EUR]	9 000	9 000	9 000	-
Sõidu ulatus ühe tankimisega [km]	488	1 300	1 700	175

*- eeldatav hind

** - hind riigitoetusega. Tavahind 36 990 EUR. Praeguse seisuga riigitoetus on kehtiv 2014 aasta lõpuni.

*** - kodus laadimisel: 1kWh elektri tootmisel põlevkivist tekib 1,18 kg CO₂, mis moodustab 1,77-2,36 kg/km.

3.2 CNG busside turg

Kuna busside võimsus on palju kordi suurem võrreldes sõiduautodega, siis nende kütusekulu on ka suurem. Bussid võivad kasutada kas CNG või LNG-t. Mina nimetan ainult neid, mis kasutavad surugaasi ehk CNG.

Irisbus Iveco Citelis CNG 12m

Irisbus Iveco Citelis CNG 18m

Evobus / MB Citaro CNG 12m

Evobus / MB Citaro G CNG 18m

TEDOM CNG Bus C12 G

MAN Lions City CNG 12m

MAN Lions City CNG 18m

Volvo 7700 City Bus CNG 12m

Volvo 7700 Articulated City Bus CNG 18m

Volvo 7900 CNG

Van Hool CNG version classic

Van Hool CNG version articulate

Solaris Urbino CNG

Scania Citywide LE/LF

Sõltuvalt bussi pikkusest paak mahub 200 – 270 kg CNG ja distants on kuskil 250 km.

Loetelust on näha, et busside valik on suur ja võib valida bussi vastavalt elanike nõudmisele.

Tuleb aga mainida, et gaasibussi hind on ca 15-20% kõrgem. Remondikulud on võrdväärsed diiselbussiga. Gaasibussid on sama töökindlad kui diiselbussid.

On ka niisugune buss nagu gas-hübrid, mille nimi on 'Exqui.City design Malmö'. Buss oli tehtud Belgia firma abil, mille nimi on Van Hool, kes tegeleb bussidega ja nad töid 15 bussi Malmösse, Rootsi. Bussi pikkus on 18 või 24 meetrit, sellel on elektriline mootor, kus elekter genereeritakse generaatoriga, mis on ühendatud biometaanii mootoriga. [38]

3.3 Kütuste hinnavõrdlus

Praeguse seisuga bensiini hind on 95 – 1,295 EUR/l Neste järgi ja 1,294 EUR/l Alexela järgi. Samas diisel maksab 1,329 EUR/l Neste järgi ja 1,329 EUR/l Alexela järgi [17]. LPG hind on 0,739 EUR/kg. Surugaasi hind samal hetkel on 0,779 EUR/kg. Seega, bensiini hind moodustub 170% surugaasi hinnast ja see on vaatamata faktile, et surugaasiauto kulu on peaaegu alati väiksem kui bensiiniauto kulu ja alati väiksem, võrreldes LPG auto kuluga.

- Miks hindade vahe on nii suur?

Hindade vahe on niivõrd suur, sest seadusandluse järgi naftakütuste eest makstakse aktsiisi, mis moodustab 0,42277 eurot ühele bensiini liitrile ja 0,39292 eurot ühele diiselkütuse liitrile. LPG aktsiisimäär on 0,12526 eur/kg kohta Protsentides: 33% bensiini liitri hinnast moodustab aktsiis ja 30% diisli, aga vaid 17% LPG ühe kilogrammi hinnast.

Näidiseks võtame Volkswagen Passat TSI Ecofuel – CNG-l ja sama versiooni aga bensiinil Volkswagen Passat 1.4 TSI BMT (Comfortline).

CNG autol gaasikulu on 4,3 kg/ 100 km , bensiini kasutaval autol on 6,2 liitrit/100 km. Lisaks sellele toon näidiseks diislit kasutava Volkswagen Passat 1.6 TDI BMT, mille kütusekulu on 4,3 liitrit/100 km.

Eeldame, et keskmisel inimesel marsruut kodust tööle võtab 10 km. Selle marsruudiga kodu-töö-kodu sõidakse 5 korda nädalas, mis omaette moodustub $5 \cdot 20 = 100$ km/ nädalas. Eeldame, et keskmiselt kuus on neli nädalat ja aastas on 12 kuud. Siis, $100 \cdot 4 \cdot 12 = 4800$ km/aastas.

Tabel 3.8 Rahakulu erinevatele kütustele 4800 km läbimisel

Kütusehinnad		
Gaas	0,779	EUR/kg
Bensiin	1,294	EUR/l
Diisel	1,329	EUR/l

	Distant 4800 km/aastas		
	CNG	Bensiin	Diisel
Kütusekogus [kg või l /aastas]	206,4	297,6	206,4
Rahakulu kütusele [EUR]	160,8	385,1	274,3

Niisugune lihtne arvutus näitas, et bensiinile kulutakse 2.4 korda rohkem raha. Diislile kulutakse 1.7 korda rohkem.

Eeldame, et läbisõit on 10 000 km/aastas. Siis sama valemiga arvutame kütusekulu:

Tabel 3.9 Rahakulu erinevatele kütustele 10 000 km läbimisel

	Distsants 10 000 km/aastas		
	CNG	Bensiin	Diiseli
Kütusekogus [kg või l /aastas]	430	620	430
Rahakulu kütusele [EUR]	335,0	802,3	571,5

Aasta läbisõidu 15 000 km arvutused näitavad järgmist:

Tabel 3.10 Rahakulu erinevatele kütustele 15 000 km läbimisel

	Distsants 15 000 km/aastas		
	CNG	Bensiin	Diiseli
Kütusekogus [kg või l /aastas]	645	930	645
Rahakulu kütusele [EUR]	502,5	1203,4	857,2

Arvutustest on näha, et mida rohkem kasutatakse autot, seda rohkem võib säästa.

Kui eeldada, et läbisõit aastat on 10 000 km ja gaasiseadme hind on 2000 eurot, siis

Tabel 3.11 Gaasiseadme tasuvusaeg 10 000 km läbimisel

Läbisõit [km/a]	10 000
Gaasiseadme hind [EUR]	2000

Raha sääst (Bensiini ja CNG vahel) [EUR/a]	467,3
Tasuvusaeg	4,28

Tasuvusaeg 10 000 km läbimisel on 4,28 aastat.

Tabel 3.12 Gaasiseadme tasuvusaeg 15 000 km läbimisel

Läbisõit [km/a]	15 000
Gaasiseadme hind [EUR]	2000

Raha sääst (Bensiini ja CNG vahel) [EUR/a]	700,9
Tasuvusaeg	2,85

Kui aga eeldada, et läbisõit on 15 000km, siis tasuvusaeg on juba 2,85 aastat.

Raha säästmise seiskohast on mõistlik veel kasutada surugaasi valdkondades või firmades, mis omavad palju autosid. Niisugusteks valdkondadeks või firmadeks on politsei, tuletõrjujad, kiirabi, Tallinna Küte, Eesti Energia, prügiveo firmad, taksod ja riigikoguliikmed. Niisugune poliitika, mis puudutab riigikoguliikmeid oli mõeldud Saksamaal. Poliitikud näitavad, et kasutada CNG transpordiks on ohutu, säästlikum loodusele ja rahaliselt.

Näidisena võib tuua EG Võrguteenuse (AS Gaasivõrgud) autode ümbervahetamine naftakütuse autodest maagaasi autodele. Nende autopargis on 90 autot ja 28 nendest on NGV-autot.

Hinnangu järgi aastane kütuse kokkuhoid moodustas 20 000 l. Veelgi odavam on kasutada elektriautosid, nende sõidukulu on 1.5-3 EUR/100 km, aga puudusteks on see et ühe laadimisega distant on ainult 160 km, mis on jämedalt 2 korda väiksem, võrreldes CNG-paagiga. Teiseks, on see, et laadimisaeg on 8 tundi, on ka võimalused kiiremaks laadimiseks, aga see lühendab akude eluiga.

Kõige kallim on surugaas kilogrammi kohta on Soomes, kus kilogram maksab 1,34 eurot. Kõige soodsam hind on Serbias ja Eestis, kus CNG kilogram maksab 75 senti ja 78 senti. [8]

3.4 Aktsiisi võimalik mõju ja hinnamuutumine.

Kõikide naftast toodetud kütuste pealt on vaja maksta aktsiisi [18]. Praeguse seisuga surugaasil aktsiisi ei ole. Maagaasil on aktsiis olemas ja tema väärtus on 23,45 EUR/1000 m³ ja seda arvutatakse temperatuuril 20 oC ja rõhul 101325 Pa [1]. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) kinnitusel aktsiis ei ilmu enne 2025. a. Aktsiisi eraldi kehtestamine CNG-le oluliselt raskendaks biometaanile üleminekut ja 20-20-20 eesmärki täitmist.

Üheks hinnamuutuse teguriks on biometaanil lisamine maagaasile. Sellest võib hind kas langeda või tõsta, sõltuvalt riigi toetusest biometaanile, aga võib eeldada, et hind pigem langeb, kuna Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumis on suured lootused biogaasi tootmisele ja nad hakkavad toetama neid, kes tegelevad biogaasiga ja kasutavad pärast puhastamist biometaanil auto kütusena.

Turu liberaliseerimise ja konkurentsivõime suurenemise tõttu on Baltimaades loodud BEMIP projekt. Selle projekti raames otsustatakse kuidas parandada tarnimist, suurendada konkurentsivõimet ja laiendada gaasivõrku. Selle projekti peamine eesmärk on LNG terminali ehitamine ning gaasitoru ehitamine nii Soome ja Eesti vahel kui ka Poola ja Leedu vahel. Kuna LNG on sama, mis maagaas, aga teises faasilises olekus, siis alternatiivse allika ilmumine laiendab võimalusi ja vähendab sõltuvust Gazpromist ja annab rohkem ruumi hinnaga „mängimiseks“. Praegu otsustatakse kuhu LNG-terminal tuleks ehitada. Prognoose selleks teha on liiga vara, sest terminali investering on väga kulukas.

Viimaseks, aga üheks tähtsamaiks on riigipoliitika, mis on suunatud maagaasi aktsiisile. 20 märtsil 2014 oli artiklis öeldud: „Gaasi aktsiisistamine on meil liiga madal ning see peaks tõusma 20 protsenti” – lausus rahandusminister Jürgen Ligi.[19] See puudutab maagaasi üldist konkurentsivõimet. Kuna CNG hind on veelgi kõrgem võrreldes näiteks kodutarbija hinnaga, siis selline aktsiisi tõus ei ole väga suur.

4. KESKKONNAGA SEOTUD ASPEKTID.

4.1 20-20-20-10

Euroopa Liidu kliimapoliitika on suunatud sellele, et vähendada kasvuhuonegaase, ning 2008 aastal oli otsustatud ja võetud vastu seadus, mille järgi on pandud paika eesmärgid kasvuhuonegaaside vähendamiseks.

Kliima- ja energiapaketi tulemusena peaks EL suutma saavutada oma kliima eesmärgid aastaks 2020 (ehk nn 20-20-20 eesmärgid):

- Vähendada energiatarbimist 20%.
- *Vähendada kasvuhuonegaaside emissiooni võrreldes 1990. aasta näitajatega 20%; 30%, kui muu maailm liitub üleilmse kliimaleppega.
- Suurendada taastuvenergia osakaalu energiatarbimises 20%-ni.
- Suurendada Euroopa Liidus transpordis kasutatavates kütustes biokütuse osakaal 10%-ni. [15]

Lisaks sellele ELil on eesmärk oluliselt vähendada Euroopa sõltuvust imporditavast naftast, et saavutada aastaks 2050 süsinikdioksiidi heitkoguse vähenemine transpordisektoris 60% võrreldes 1990 aasta heimete tasemega.

Transpordiettevõtete ees seisab järgmistel aastakümnetel väljakutse üles ehitada ja tagada pikaajaline jätkusuutlik süsinikuvaba energiavarustus. Transport on vastutav 32% ELi energia lõpptarbimisest ja 21% kasvuhuonegaaside heitmetest.

Just viimane eesmärk on lähedam saavutamiseks, kui rohkem pöörata tähelepanu CNG-le, aga täpsemalt kasutades biogaasi. 2020 transpordisektori kogutarbimine eeldatavasti moodustab 920-930 ktoe ja taastuvatest energiallikatest toodetud kütused omaette moodustavad 92-93 ktoe [3]. (kilotonne of oil equivalent). $1\text{ktoe} = 1000\text{ toe}(\text{tonne of oil equivalent}) = 1 \cdot 10^6\text{ koe}(\text{kilogram of oil equivalent}) = 4,1868 \cdot 10^{10}\text{ kJ} = 4,1868 \cdot 10^{13}\text{ J}$.

Hinnangute järgi oli Eestis on 2010 aastal oli 1 ktoe ja biokütuste säästlikkuse kriteeriume mitte arvestades 8.5 ktoe. 1 ktoe moodustub 1,1% kogu vajalikust mahust ja biokütuste säästlikkuse kriteeriume mitte arvestades moodustub 9,2%, mis on veel väga kaugel eesmärgist.

Põhiline sektor, kus saab biokütuseid rakendada on linna või linnade vahelised bussid ja veoteenused. Suurtes linnades on busside hulk on suur ja nende kütusekulu samuti kõrge.

Konservatiivse MKM hinnangu järgi tarbivad avalikud liine teenindavad bussid alla 20 ktoe kütuseid aastas. Eesmärgiks on saada ühistranspordi sektoris 30 ktoe biometaani aastaks 2020.

Veoteenuses saab CNG asemel kasutada LNG-t, mis omab kõrgemat kütteväärtust ja annab võimaluse pikemat distantssi sõita, aga tuleb arvestada, et LNG-ga on väga raske täita 10% eesmärk, kuna biometaani veeldamine on ebaotstarbekas. Keskkonnainvesteeringute keskuse

(KIK) hinnangul Eestil on suur potentsiaal, et täita 32-ktoe transpordisektori eesmärk. Vaatamata sellele, et potentsiaal on suur biometaan ei saa asendada maagaasi kogu ulatuses.

On ka teised võimalused viimase eesmärgi saavutamiseks, välja arvatud biometaani, näiteks biokütuste segamise kohustus. Prognooside järgi selline meetod võimaldab katta 60% kogu vajalikust kogusest ja arvuliselt on võrdne 55-56 ktoe.

Sellele lisandub ka elektrotransport, aga tuleb mainida, et prognooside järgi ta moodustab ainult 5% või siis 4,6 ktoe. Sellele viivad paar põhjust. Ühistransport, mis kasutab elektrit, on rohkem sõltuv ülekande liinidest ja mõnedes linnaosades ja linnades pole liine, selleks, et kasutada elektritransporti. KIK-I hinnangul kui elektriautode müügi maht kasvab 2 korda, siis aastaks 2020 see moodustub 0,36 ktoe, mis on tühine juurdekasv, võrreldes 2010 aastaga. Võib ka mainida hübriidi autosid, mis töötavad bensiini ja elektri peal. Need on laialt levinud teistes riikides, aga oma hinna tõttu need ei ole nii populaarsed Eestis. [21]

CNG ei sõltu ülekande liinidest, on aga sõltuv gaasi toru olemasolust. Maagaasi võrk on kitsam võrreldes elektrivõrguga, aga seisukohast on ta parem. Eleringi võrgukaod on 4,3% ja moodustavad c.a. 0,35 TWh, kui sisseriiklik ülekandeteenus on c.a 7,5 TWh [14]. Maagaasi trassides gaas kuhugi ei kao, aga mängib rolli loomulik rõhukadu. Rõhk avaldab oma mõju gaasihulgale, mida saab transportida toru kaudu, mida suurem on rõhk, seda suurem on tihedus ja seda suuremat gaasi kogust saab transportida toru kaudu. Samas, mida suurem on rõhk, seda paksem toru peaks olema. Loomulik on see, et mida paksem toru on, seda kallim ta on.

Rõhukaod sõltuvad toru diameetrist, keskkonna temperatuurist ja rõhust. Võib jämedalt arvata, et saja kilomeetrile rõhukadu on 10 baari. Ükski teine energia vedamise, ladustamise ja jaotamise süsteem Euroopas ei oma sellist mahtu kui maagaasitorustik.



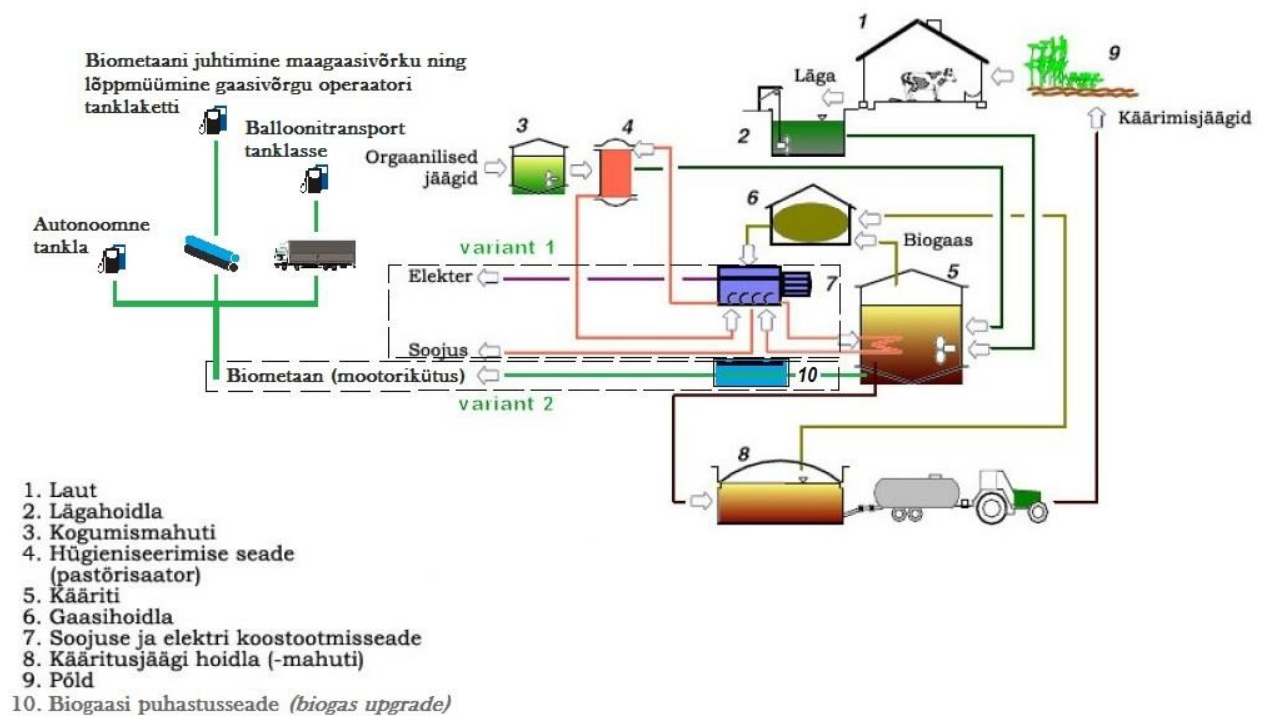
Sele 4.1 Maagaasi tanklate ja torustikke võrk [2]

Järgmine osa artiklist näitab, et Keskkonna investeringute keskus on huvitatud biogaasi arendamise projektidest.

Keskkonna ministeriumi kodulehel 09.05.2013 on öeldud:” Oksjonituludest hakatakse toetama projekte, mis võimaldavad biogaasi kasutuselevõttu transpordis. Alates 2015. aastast on selleks kavandatud 43 miljonit eurot. 2020. aastaks peaks biogaasi kasutus transpordisektoris asendama 30 000 tonni naftakasutust. Tuule ja päikeseenergia tootmise väikelahenduste toetamiseks on aastani 2020 plaanitud 5 miljonit eurot.” [4]

4.2 Biogaasi kasutamise võimalused.

Biogaas on gaas, mis tekkib taimsel ja loomisel anaeroobsel lagunemisel mikroorganismide abil. Oma koostise järgi on ta sarnane maagaasiga. Põhilised komponendid on CH₄ ja CO₂, on ka H₂ ja H₂S väiksemal määral [6]. Biogaasi koostis suuremas osas sõltub biogaasi tootmise toorainest ja tootmise viisist. Biogaase on erinevaid: prügilagaas, reoveepuhastuse protsessis tekkiv gaas, biojätmetest toodetud gaas, puidu utmisega tekkiv generaatorigaas. Metaani biogaasis on vahemikus 50-87% ja niisuguse koostisega ta omab väiksemat kütteväärtust, võrreldes maagaasiga. Biogaasi tuleb puhastada süsihappegaasist, mis moodustub 30-55% tema mahust.



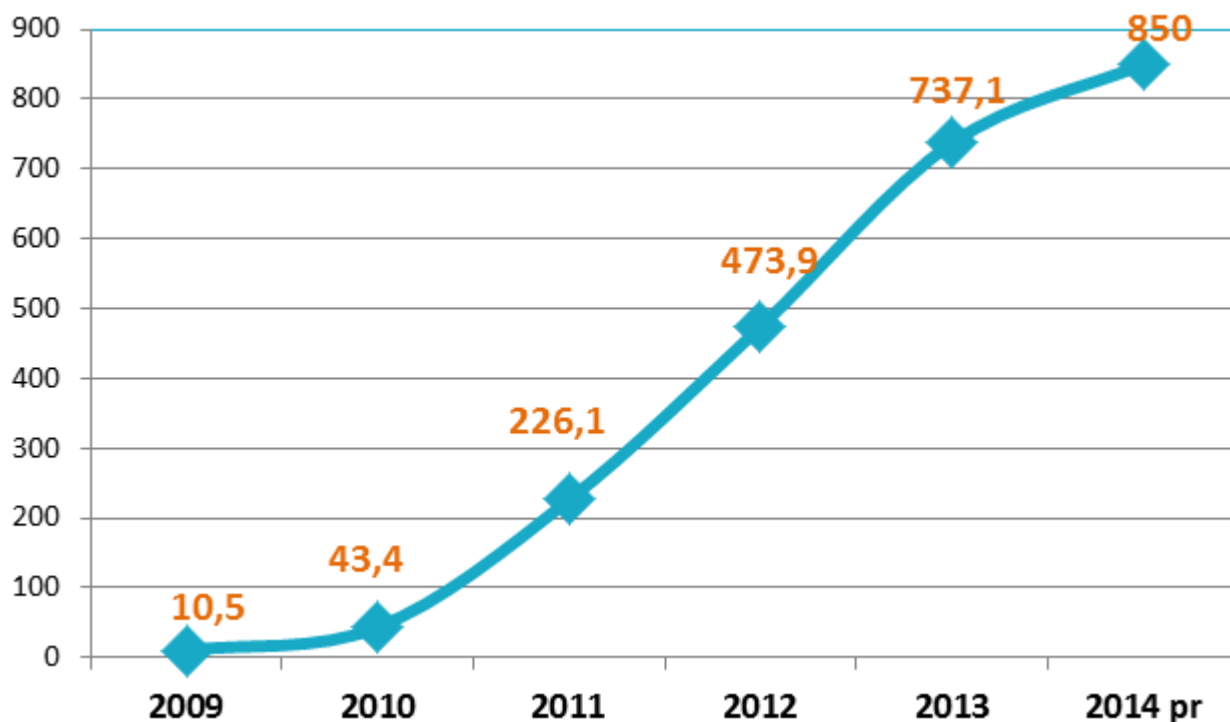
Sele 4.2 Biogaasi tootmise skeem [23]

Biogaasi tootmisel kasutatakse biolagunevaid tooraineid, millest peamised on nt. [29]

- Loomsed sõnnikud
- Reovete setted
- Erinevad söödakultuurid
- Märjaladel kasvavad taimed
- Taimekasvatusest ülejäävad varred, lehed, jne.
- Toiduainetetööstuste jäätmed (sh. piima- ja lihatööstused, tapamajad)

Hinnatakse, et keskmiselt ühest kilogrammist kuivainest saab kogu 300 – 500 liitrit biogaasi, aga konkreetsete projektide elluviimist tuleks alustada tooraine täpsema analüüsiga. Biogaasi tootjad: OÜ Aravete Biogaas, OÜ Tartu Biogaas, OÜ Tallinna Prügilagaas. Hinnatakse, et Eestis on potentsiaal 300-370 mln Nm³ biometaani tootmiseks. Biometaani tootmise optimaalne asukoht

võiks olla olemasoleva gaasivõrkustiku läheduses, mis võimaldab gaasi transportida tanklatesse. Selleks, et saavutada 5% (46 ktoe) osakaalu transpordikütustest biometaanist tähendab 20% biogaasi potentsiaali kasutamist ehk 60 mln Nm³/a, mis vajab jämedalt 50 tanklat. Hinnatakse, et saavutada sellist kogust on vaja kokku 4320 sõiduauto, 507 bussi ja 794 veoauto, mis kokku annab 5621 autot. Praeguse seisuga on raske hinnata kui palju surugaasi autosid on. Antud hetkel ei ole sellist statistikat et ARK-s ega EG-l, sest autod registreeritakse bensiiniautona ja EG võimaldas pangakaardiga maksmist. Hinnata võib ainult tarbimise järgi. AS Eesti Gaasi prognoosi järgi tarbimine 2014 aastal moodustab 2 mln m³.



Sele 4.3 Surugaasi müük maagaasi tanklates, mln m³ [2]

20 märtsil 2014 oli artikkel, nimega „Biometaani tootmine sai rohelise tee“ [5] veebruaris Keskkonnainvesteeringute Keskuselt ligi kolm miljonit eurot toetusraha saanud biogaasist mootorikütuse tootmise projekt Viljandimaal Kõos peab andma vastuse, kas Eestis on tulevikku biokütuste kasutamisel transpordis.

Keskkonnaminister Keit Pentus-Rosimannuse sõnul seati rahastamisel tingimuseks, et projekti teostaja leiab lepingupartnerid transpordisektorist ja kogu toodetav biogaas võetakse Eestis kasutusele transpordikütusena, aidates täita riigi eesmärki kasutada aastaks 2020 transpordis 10% taastuvkütust.

Eesti transporditurule mõeldud biometaani tootmise kompleksi aastatoodang on prognoosi kohaselt vähemalt 1,2 miljonit kuupmeetrit. Sellest kogusest piisab, et katta näiteks 25 Tartu

linnaliini bussi aastane kütusevajadus. Kui pilootprojekt sujub tõrgeteta, tuleb esimene toodang turule 2015. aastal.

Biogaasi kasutamine transpordisektoris tähendab gaasi tootmist, kogunemist, puhastamist, komprimeerimist, torudesse suunamist, komprimeerimist, tankimist ja lõpuks põletamist mootoris.

Praegu on veel raske eeldada, kas biometaan hakkab olema otstarbekas Eestis või mitte, aga vaadates teisi Euroopa riike, võib arvata, et jah.

15. Aprill 2014. aastal andis Euroopa parlament oma heakskiidu uuele üleliidulisele taastuvenergeetika struktuurile. Selle struktuuri eesmärgiks on kasutatavate kütuste leviku laiendamine. Uute standardite järgi peavad kõik tanklad ja laadimispunktid olema tehtud ühtse stiiliga ja kasutama identset pistikut elektriauto laadimiseks.

Puhta kütuse kasutamist piiravad Euroopa parlamendi arvamusel 3 põhilist argumenti:

- 1) Suur auto maksumus
- 2) Väike nõudlus
- 3) Tanklate ja laadimispunktide puudus

Uue direktiivi kohaselt peab valitsus varustama elanikke minimaalse infrastruktuuriga, mis puudutab nii maagaasi, elektri kui ka vesiniku kasutamist autokütusena. [30]

4.3 Heitmete kogused (võrreldes teiste kütustega).

Heitmete kogused on sõltuvuses kütusest, mida auto kasutab, auto võimsusest ja vanusest.

Sõltuvus võimsusest on lineaarne, s.t. mida suurem on võimsus, seda rohkem kütust auto tarbib ja seda rohkem heitmeid eirab. Tavaliselt, mida uuem auto on seda vähem heitmeid sealt eraldub. Hinnangute järgi maagaasi sõidukid eiravad bensiiniautodega võrreldes kuni 25% vähem ja diiselautodega võrreldes kuni 12% vähem CO₂. Mürgist vingugaasi eritavad maagaasi sõidukid bensiiniautoga võrreldes kuni 75% vähem ja diisliga võrreldes kuni 50% vähem. Tahked osised gaasiautol praktiliselt puuduvad. Hinnangu järgi diiselmootori autost eraldub 70% rohkem NO_x ja 99% tahma.

Näidiseks võtame eelmisest näidisest Volkswagen Passat TSI Ecofuel – CNG-I ja sama versiooni aga bensiinil Volkswagen Passat 1.4 TSI BMT (Comfortline). Hinnatav CO₂ kogus keskmiselt 143 g/km, sama versioon gaasiga eraldub 117 g/km. Mercedes-Benz E200 eraldub 116g/km, aga peab silmas pidama, et tema mootori maht on 2.0 dm³ ja niisugune heitmete hulk on uskumatu., sama versioon bensiiniga eraldub 147 g/km.

5. CNG VÕIMALUSED KASUTAMISEKS EESTIS

5.1 Tartu-Sebe

Mõned firmad hakkavad juba mõtlema sellest, kuidas vähendada oma rahalist kulu kütusele, kuidas hoolitseda meie keskkonna eest ja kuidas olla innovatiivseks. Üheks niisuguseks firmaks on Sebe ja nende projekt oli elluviidud Tartus. Projekt seisnes selles, et osaliselt vahetada busse, mis kasutab naftakütust CNG-le. Sebe uuringu põhjal nad said järgmisi tulemusi:

Tabel 5.1 Diisel-, ja gaasibusside võrdlus

Diiselbussid	Gaasibussid
Kütusekulu 40,2 liitrit 100 km kohta. (aprill 2011 – märts 2012)	Kütusekulu 38,8 kg 100 km kohta. (aprill 2011 – märts 2012)
Kütuse hind 1 liiter 1,08 eurot. (käibemaksuta, lisandub veel 20%)	Kütuse hind 1 kg 0,56 eurot. (käibemaksuta, lisandub veel 20%)
Kilomeetri läbimisele kulub 44 senti.	Kilomeetri läbimisele kulub 22 senti.

Nende strateegia eesmärgiks on 2030. aastaks vahetada pool oma ühistranspordivahendeid maagaasi bussidele.

5.2 AS Narva bussiveod.

AS Narva bussiveod kuulub 50 bussi. Narva linnaliinide logistika on järgmine: talvel – 8 liine ja 239 reise; suvel -7 liine ja 189 reise, mis kokku moodustab 15 bussi. Maakonnaliinide logistika on järgmine: talvel – 8 liine ja 66 reise; suvel – 9 liine ja 112 reise, mis kokku moodustab 12 bussi. Maagaasi busside projekti elluviimiseks olid koostöö partneriteks Vabariigi valitsus, Majandusministeerium, Maanteamet, Eesti Gaas, Narva Linn AS Narva bussiveod. Gaasibussid on Narvas kasutuses alates 2013 juulist. Gaasibussid praegu moodustavad ca 10% kogu pargist, aga samas neid kasutatakse 30% kogu vajalikust arvust. Selleks, et neid busse saaks tankida otsustati sinna ehitada tankla ja 24.09.2013 oli tankla avamine. Hinnangu järgi kokkuhoid on ca 30-32%. [33]

5.3 SolBus CNG

Tallinasse oli saabunud gaasibuss 2014 märtsil. Bussi testitakse poolteist kuu jooksul. Bussi nimi on Solbus Solcity 12. Buss anti kasutusele firmadele Tarbuss ja MRP liinid. MRP linna liinid tegeleb bussiliinidega 2, 12, 13, 20, 20A, 49, 65 Tallinnas. Sihtmärk seisneb bussi proovimises Tallinna tingimustes. Esimene maagaasi buss oli juba testitud 2009-2010 aastatel mitme kuu jooksul Tallinnas. Tallinna lennujaamas kasutatakse samuti reisijate vedamiseks 2 MAN maagaasibussi. Mai kuust alustab MRP Liinid kasutama 6 maagaasi bussi Tallinna liinidel. Olulisteks faktoriteks on näiteks tanklate arv ja teede olukord. Kui niisugune projekt saab edukalt sooritatud, siis järgmine samm on LNG bussi saabumine ja testimine Tallinna tingimustes.

Kokkuvõte

Esimeseks, on tarvis mainida, et maagaas transpordisektoris on praeguse seisuga veel uudne. Inimesed pole harjunud maagaasiga sõitma ja paljud isegi ei tea, et niisugune võimalus on. Minu meelest tuleb laiendada kütuste valikut, sest see annaks igale inimesele võimaluse valida, mida ta arvab säästlikumaks ja efektiivsemaks. Selleks, et maagaas oleks populaarne tuleb inimeste silmaringi avardada ja tutvustada neile erinevaid võimalusi ning laiendada müügis olevate autode valikut. Just selleks tehakse niisuseid projekte nagu GasHighWay ehk GaasiKiirTee.

Metaankütuste kasutamise edendamine peab käima käsikäes tankimise infrastruktuuri rajamisega ja uutele metaansõidukitele soodustingimuste loomisega. Teiseks, maagaas on puhas, ta varud on rikkalikud ja ta on kohe saadaval olev kütus alternatiivina naftasaadustest toodetud kütusele.

Veel maagaasivõrgu ja tanklate keti olemasolu annab võimaluse kasutada biometaan transpordisektoris, selleks, et saavutada 10% taastuvatest energiallikatest ja lisaks sellele, biometaan kasutamine parandab õhu kvaliteeti linnas, kus see on võetud kasutusele. Kahjuks, biometaan on sarnane CNG-ga, see on uus produkt Eesti turul ja selle laienemine võtab aega. Minu arvates, peamiseks teguriks selle laiendamiseks oleks õige riigipoliitika, sarnane sellega, mis oli suunatud puidu kasutamisel energeetika sektoris. Kolmandaks, maagaas autokütusena aitab säästa rohkem, see on puhtalt majanduslik kasum. Ma usun, et see oleks mõistlik otsus kõikidele inimestele, kulutada vähem raha seal, kus see on võimalik.

On ka teatud puudused nagu väike tanklate võrk. Tanklate rikete korral gaasi tankimise võimalus puudub. Selline probleem ei ole eriti aktuaalne Tallinnas, sest siin on 2 tanklat, kuid näiteks Narvas või Tartus on 1 tankla ja võib tekkida probleeme.

Surugaasi tanklate võrk ei kata kogu Eestit ja tekitab ebamugavust. Lisaks sellele on tanklate võrk vähe arendatud teistes Euroopa riikides nagu Lätis, Leedus ja Poolas. See teeb võimatuks sõitmise Helsingist Berliini puhtalt maagaasi peal.

Viimaseks puuduseks on autode kättesaadavus Eestis. Praeguse seisuga on palju lihstam osta bensiini või diislikütust kasutav auto. Nende valik on palju suurem. Aga võib oletada, et inimeste nõudlus surugaasi autode jaoks kasvab ja ehk siis automüüjad hakkavad pakkuma rohkem loodusesõbralikke autosid.

Summary

To start with, it should be highlighted that Compressed Natural Gas (CNG) is an innovative area in automotive industry, which is still little known to the public. Also, the fact that there are still wide variety of researches and improvement could be done considering the natural gas it gives even more confidence in future recognition of CNG.

There are several advantages of using CNG over other known fuels. First of all, it is worth noting that natural gas is environmentally friendly. Secondly, there are large capacities of natural gas available to the industry, not even taking into account the undiscovered sources. With comparison to gasoline, CNG gives an opportunity to minimize the financial flows spent on fuel purchasing, due to the lower cost and greater energy content. In addition to the above mentioned, CNG provides the way to reach 10% of resumables in the sector of transport thanks to biomethane. Also, using natural gas in transport sector makes us more independent from petrol fuels. Of course, there are a lot of problems to solve, but I, personally, think that it is great that such opportunity is available and people can choose a fuel to their needs and wishes.

To make CNG popular several big steps have to be undertaken. Firstly, with such a small variety of cars in Estonia, it is hard to buy the car with integrated fuel system for CNG. Secondly, there are not so many tank stations with CNG in Estonia, which makes it impossible to drive on CNG all over Estonia. Thirdly, CNG network is not so widely spread in Europe either. It makes impossible to drive on CNG, for example from Helsinki to Berlin. Finally, the politicians make it harder for public or even a business to choose CNG.

In conclusion, I would like to say that alternative to traditional fuels gives us the possibility to expand our views, think green, improve the future and be more open-minded.

Kasutatud kirjanduse loetelu:

1. **Aktsiisimäärad** [Võrgumaterjal] / aut. Maksu- ja Tolliamet // www.emta.ee. - <http://www.emta.ee/909>.
2. **AS Eesti Gaas. Transpordikütuste turul eile, täna, homme** [Konverents] / aut. Kotov Raul. - 2013.
3. **Autokütuste turg Eestis - metaankütuste perspektiivid** [Konverents] / aut. Tatar Timo. - 2013.
4. **Biogaasi investeringud võivad saada osa kvoodioksjoni tulust** [Võrgumaterjal] / aut. Keskkonnaministeerium // www.envir.ee. - <http://www.envir.ee/1198185>.
5. **Biometaani tootmine sai rohelise tee** [Võrgumaterjal] / aut. Alvela Ain // maaleht.delfi.ee. - <http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/maamajandusuudised/biometaani-tootmine-sai-rohelise-tee.d?id=68267113>.
6. **Biomethane Guide for Decision Makers** [Võrgumaterjal] // Green Gas Grids. - http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Erneuerbare/Dokumente/Policy_Guide_for_Decision_Makers.pdf.
7. **Brochures of best Practices** [Võrgumaterjal] // www.gashighway.net. - <http://www.gashighway.net/default.asp?sivuid=25922&component=/modules/bbsView.asp&recID=16793>.
8. **CNG filling stations in Europe** [Võrgumaterjal] // CNG Europe. - <http://cng europe.com/>.
9. **CNG võti puhtasse tulevikku** [Konverents] / aut. Võrguteenus EG. - 2013.
10. **CUT FUEL COSTS IN HALF** [Võrgumaterjal] // [Erdgas-mobil.de](http://www.erdgas-mobil.de). - <http://www.erdgas-mobil.de/cng-as-fuel/economical/>.
11. **Diiseli ja ottomootorite ümberehituse võimalustest maagaasile** [Konverents] / aut. Relvik Kristjan. - 2011.
12. **Eesti post. Gaasiautodest autopargis** [Konverents] / aut. Raichmann Arthur. - 2013.
13. **Elektriautode infrastruktuuri rajamise majanduslik võrdlus metaangaasilisi mootorikütuseid kasutatavate sõidukite taristu rajamisega Eestis** [Konverents] / aut. Trink Tauno. - 2011.
14. **Elektrisüsteemi kokkuvõte: 2013** [Võrgumaterjal] // elering.ee. - 27. 01 2014. a.. - http://elering.ee/public/Infokeskus/Kuukokkuvotted/2012/Elektrisustem_2013_aasta_kokkuvote.pdf.
15. **Euroopa Liidu kliimapoliitika** [Võrgumaterjal] / aut. Keskkonnaministeerium // www.envir.ee. - <http://www.envir.ee/1159209>.
16. **Gaasiseadmete hinnad** [Võrgumaterjal] // [Gaznet.ee](http://www.gaznet.ee). - <http://www.gaznet.ee/hinnad/>.
17. **Kütuse jaehinnad** [Võrgumaterjal] // AS Alexela. - <http://www.alexela.ee/#>.
18. **Kütuseaktsiis** [Võrgumaterjal] / aut. Maksu- ja Tolliamet // www.emta.ee. - <http://www.emta.ee/index.php?id=4294>.

19. **Ligi: gaasiaktsiis tõuseb 20 protsenti** [Võrgumaterjal] / aut. ärileht.ee // arileht.delfi.ee. - 20. 03 2014. a.. - <http://arileht.delfi.ee/news/uudised/ligi-gaasiaktsiis-touseb-20-protsenti.d?id=68279687>.
20. **Maagaas - võti puhtasse tulevikku** [Konverents] / aut. Võrguteenus EG. - 2011.
21. **Mida toob kaasa 2020. aasta Euroopa Liidu taastuenergia direktiiv mootorikütuste turul?** [Konverents] / aut. Laaniste Madis. - 2013.
22. **Millised on metaankütuste kasutamise eeldused Eesti transpordis?** [Konverents] / aut. Oja Ahto. - 2013.
23. **Mis on biogaas** [Võrgumaterjal] // Eesti biogaasiportaal. - <http://eestibiogaas.ee/kasutusvoimalused-eestis/>.
24. **New Mercedes-Benz E 200 Natural Gas Drive** [Võrgumaterjal] / aut. NGV Global News // [NGVglobal.ee](http://www.ngvglobal.com/new-mercedes-benz-e-200-natural-gas-drive-0809). - <http://www.ngvglobal.com/new-mercedes-benz-e-200-natural-gas-drive-0809>.
25. **NG Vehicle Catalogue** [Võrgumaterjal] // NGVA Europe. - <http://www.ngvaeurope.eu/cars>.
26. **NGV Success stories** [Võrgumaterjal] // NGVA Europe. - <http://www.ngvaeurope.eu/ngv-success-stories>.
27. **Opel Zafira Tourer** [Võrgumaterjal] // AMSERV. - <http://amserv.vroom.ee/m/opel/zafira-tourer/135>.
28. **Overview of CO2 Based Motor Vehicle Taxes** [Võrgumaterjal] // CESifo DICE. - http://www.cesifo-group.de/ifoHome/facts/DICE/Infrastructure/Transportation/Road-Transport/over-CO2-mot-veh-tax_11/fileBinary/over-CO2-mot-veh-tax_11.pdf.
29. **Peamised toorained** [Võrgumaterjal] // BalticBiogas. - <http://www.balticbiogas.ee/cms/eesti/firma/peamised-toorained>.
30. **Press releases database** [Võrgumaterjal] // Europa.eu. - http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-440_en.htm.
31. **Soojustehnika aluskursus** [Raamat] / aut. Ots Arvo. - Tallinn : [s.n.], 2011.
32. **SURUGAAS** [Võrgumaterjal] / aut. AS Eesti Gaas // www.gaas.ee. - <http://www.gaas.ee/surugaas/>.
33. **Surugaas Narva linna ühistranspordi teenistuses** [Konverents] / aut. East Eduard. - 2013.
34. **Tallinna Linnatranspordi AS tutvustus** [Võrgumaterjal] // TallinnLT.ee. - <http://www.tallinnlt.ee/ettevottest/tallinna-linnatranspordi-as-luhiiseloostus/>.
35. **The GasHighWay - Routu to Green Transportation publications** [Võrgumaterjal] // www.gashighway.net. - <http://www.gashighway.net/default.asp?sivulID=25922&component=/modules/bbsView.asp&reclID=22741>.

36. **The new Seat Leon Ecomotive and TGI - performance with outstanding efficiency** [Võrgumaterjal] // Seat-Mediacyenter. - <http://www.seat-mediacyenter.com/en-stories/model-range/the-new-seat-leon-ecomotive-and-tgi-performance-with-outstanding-efficiency/>.
37. **THE RANGE OF NATURAL GAS VEHICLES IS EXTENSIVE** [Võrgumaterjal] // Erdgas, natürlieh mobil. - <http://www.erdgas-mobil.de/cng-as-fuel/versatile/>.
38. **Van Hool Delivers First Gas Hybrid "tram-bus" to Malmö** [Võrgumaterjal] / aut. Van Hool // NGVglobal.com. - <http://www.ngvglobal.com/van-hool-delivers-first-gas-hybrid-tram-bus-to-malmo-0321>.
39. **Volkswagen Passat'i karakteristikud** [Võrgumaterjal] // Volkswagen.ee. - http://www.volkswagen.ee/content/medialib/vwd4/ee/pdf/passat-pdf/jcr_content/renditions/rendition.file/ma_vw_passat_limousine_pricelist_a4_ee.pdf.
40. http://www.aa1car.com/library/cng_volvo.gif
41. <http://gas2.org/files/2012/02/cng-tank.jpg>