



Baltic Biogas Bus



Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund)



Baltic Sea Region
Programme 2007-2013

Ühistranspordis kasutatavate diisel, (bio)gaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid-ja elektribusside tasuvusuuring



Mõnus Minek OÜ

www.monusminek.ee

Ahto Oja | ahto.oja@monusminek.ee

Tauno Trink | tauno.trink@monusminek.ee

Tartu - Ääsmäe
2014

Lühikokkuvõte

Käesolevas uuringus on võrreldud erineva kasutatava kütusega linnaliinibusside (12m soolobussid) tasuvust võttes aluseks juurdekasvulised rahavood. Uuring annab ülevaate diisel-, (bio)gaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid- ja elektribusside soetamise ja ekspluateerimisega seonduvatest kuludest. Tasuvusuuringus kasutatavad bussid on võrreldavad M3 kategooria I klassi bussidega. Busside puhul kasutati emissiooni standardile Euro 6 või EEV (enhanced environmentally friendly vehicle) vastavate sõidukite andmeid. Tasuvusuuringu läbiviimiseks saadeti hinnapäring ligi 15 busside maaletoojale või tootjafirmale. Mõned tootjad olid nõus andma oma andmeid ainult konfidentsiaalsuslepingu sõlmimisel, sestap on kõik toodud andmed käesolevas analüüsis anonüümsed, kui sama bussitüübi kohta oli andmeid rohkem kui 1 siis võeti andmete aritmeetiline keskmine. Tasuvusaja arvestuseks vajalikud rahavood koosnevad planeeritavast investeringukulutusest, juurdekasvulistest rahalistest tegevuskuludest ja rahalistest tegevustuludest. Tegevustulu prognoosi koostamisel lähtuti tingimusest, et tegevustulu peab katma investeringukulutused, rahalised kulud (sh otsene ja üldine tegevuskulu, laenukulu jms) ja mitterahalised kulud (amortisatsioon) ja lisaks tagama põhjendatud kasumlikkuse. Kõik arvutused viidi läbi ainult rahaliste voogude põhjal, mitterahalisi voogusid ei ole analüüsidest kajastatud.

Analüüs on koostatud seisukohast, et millised on kaasnevad kulud ja tulud ühe või teise busi eelistamisel. Selleks on võrreldud kahe erineva bussiga kaasnevaid kulude muutusi. Kulude vähenemine on kirjeldatud vastava bussiliigi eelistamise tuluna.

Gaasibuss on kõige soodsam, kui võrrelda investeringu- ja tegevuskulude juurdekasvulisi rahavooge. Järgnevad diisel-, diiselhübriid-, gaasihübriid ja elektribuss. Gaasibussi muudab kõige soodsamaks madal kütuse hind, kui arvestada 2014. aasta keskmise diiselkütuse hinnaga (1,28 €/l). hübriidbussid ja elektribuss jäävad konkurentsivõimeliseks alla eelkõige suurte investeerimiskulude tõttu, kuigi nende tegevuskulud võivad osutada gaasi ja diiselbussi omadest soodsamateks.

Tulenevalt bussides kasutatavate kütuste võrdlemisel ja tasuvuse analüüsimisel **võib soovitada metaankütuse (CNG, biometaan) busside arvu olulist suurendamist järgmises liiniveohankes, näiteks kuni 50%**. Gaasihübriid- ja diiselhübriidbusside võiks lisada kuni 5 tükki hanketingimustesse plusspunkte andvatena. Elektribussi osas on ligi kahekordne investeringukulu takistuseks tasuvuse saavutamisel, samuti tuleb elektribussi kasutamisel arvestada kaasneva kuluga busside jaoks laadimise taristu väljaarendamise kuluga. Katsetamise ja kogemuse saamiseks on soovitatav näiteks 1 elektribussi hankimise võimaluse lisamine hanketingimustesse, samuti mitte kohustusena, vaid lisapunkte andva võimalusena. Analüüs telliti Tartu Linnavalitsuse poolt More Baltic Biogas Bus (MBBB) projekt raames, mille eesmärk on stimuleerida Läänemere regiooni riike võtma kasutusele biogaasibusse. MBBB projekti rahastatakse programmi Läänemere piirkonna riikidevaheline koostöö raames. Analüüsi teostasid OÜ Mõnus Minek eksperdid Tauno Trink ja Ahto Oja.

Summary

The objective of this feasibility study was to compare the feasibility of 5 buses with same configuration, but using different engines and fuels. All buses were new, 12 m and all other parameters were considered to be equal, thus not affecting the feasibility, such as annual or daily kilometrage, period of repair, etc. The natural gas/biomethane (CNG), CNG-Hybrid (CNG-H), Diesel (D), Diesel-Hybrid (D-H) and Electric bus (E) were compared and following parameters were considered; price of new bus, price of fuel, fuel consumption per 100 km, cost of repair and maintenance. The diesel price was average of last 12 months (Dec 2013 - Dec 2014). The financial terms were also equal for all buses, namely, the nominal discount rate 9,15%, the WACC 6,4%, the loan period 84 months, the interest rate 5%, the risk premium 7% and the share of loan 80%.

Comparing the natural gas/biomethane (CNG), CNG-Hybrid (CNG-H), Diesel (D), Diesel-Hybrid (D-H) and Electric bus (E) the most economically profitable is CNG bus. Diesel-Hybrid bus is favorable compared to electric bus and CNG-Hybrid. Diesel bus is favourable compared to CNG-Hybrid, Diesel-Hybrid (D-H) and Electric bus. Compared to CNG bus, profitability returns of diesel bus is 11 years. Electric bus is the most expensive and it is not cost-effective in comparison with other buses. CNG-Hybrid bus is economically beneficial compared only to electric bus.

Fuel consumption varies on type of fuel and it is outlined in many cases on SORT tests. For instance diesel bus consumes 35,5 l per 100 km, Diesel-Hybrid consumes only 1,8 l less diesel. CNG bus takes 39,5 kg CNG per 100 km. Compared to CNG-Hybrid it takes 12 kg more compressed natural gas per 100 km. In addition to compressed natural gas the CNG-Hybrid bus consumes also 27,8 kWh electricity per 100 km. Fully electric bus consumes 252 kWh electrical energy per 100 km. All 5 buses noise levels do not exceed predetermined rates by the Act of Motor vehicle exhaust gas emissions of the pollutant and the opacity of the noise limit values.

The most favourable price per kilometer has CNG bus (1,04 €/km). Second best price has diesel-bus (1,20 €/km). Third is Diesel-Hybrid bus (1,26 €/km). Electric bus price per km is little bit more cheaper (1,30 €/km) compared to the most expensive bus - CNG-Hybrid (1,35 €/km). Price per kilometer reflects all costs, including the cost of the investments.

The price of fuels (including electricity) are based on December 2014 statistics except the price of diesel fuel due to late 2014 situation where world oil supply was on track to rise much higher than actual demand. A lot of unused oil was simply being stockpiled away for later. So, in September 2014, prices started falling sharply. Analytics predict that oil price will rise to the same level on April 2015, as it was before the 2014 September (approx. 1,28 €/l in Estonia). Therefore this current analysis considers the price of diesel period during (Dec.2013- Dec. 2014 - 1,28 €/l) not abnormally current low prices of diesel (1,02 €/l, in the end of 2014). The investment costs of buses differ from 259 200 € up to 552 00 €. The cheapest is the diesel bus and the most expensive is electric bus. All prices in the analysis includes excise duty and VAT except CNG, because in Estonia CNG has no excise duty.

Sisukord

Lühikokkuvõte	2
Summary	3
Sissejuhatus	6
Metoodika	7
Biogaasi buss, surugaasibuss	10
Hübriidbussid	13
Elektribuss	16
Diiselbuss	20
Gaasihübriidbuss	22
Seeriahübriid	22
Paralleelhübriid.....	22
Alusandmed	25
Arvestusperiood ja jääkväärtus.....	25
Diskontomäär	25
Makromajanduslikud sisendandmed.....	26
Käibemaks	26
Finantsanalüüs	27
Tegevustulu ja –kulu.....	27
Mootorikütused	27
Hooldus ja remont.....	29
Investeeringukulud.....	29
Muud investeeringud.....	30
Investeeringute finantseerimise kulud	30
Amortisatsioon	30
Gaasibussi võrdlused	31
Uue diiselbussi võrdlused	33
Diiselhübriidbussi võrdlused	34
Gaasihübriidbussi võrdlus.....	35
Järeldused ja soovitused	40
Teostatavusanalüüs	37
Kütused	38
Kütuste tarbimise taristu	39

Busside kättesaadavus.....	40
Muud tegurid	40
LISAD	42
LISA 1 - Algandmed	43
LISA 2 - Tegevuskulude rahavood.....	44
LISA 3 - Rahavood ja investeeringukulud	45
LISA 4 - Erinevate stsenaariumite omavaheliste võrdluste näitajad ja võrdlustulemuste kujunemine	46
LISA 5 - Tegevuskulude rahavood (taandatuna €/km).....	48
LISA 6 - Rahavood ja investeeringukulud (taandatuna €/km).....	49
LISA 7 - Erinevate stsenaariumite omavaheliste võrdluste näitajad ja võrdlustulemuste kujunemine (taandatuna €/km).....	50
LISA 8 - Erinevate busside stsenaariumite kokkuvõttev võrdlustabel	54
LISA 9 - Täisversioonid esitatud päringust bussiettevetetele, vahendajatele, maaletoojatele (eesti ja inglisekeelne).....	55
LISA 10 - Erineva jõuallikaga busside koondav võrdlustabel Erineva jõuallikaga busside koondav võrdlustabel koos kõikide andmetega.	60
Lisa 11. Heitgaaside piirväärtused (Mootorid sõidukitele M2, M3; N2, N3)	61

Sissejuhatus

Tartu Linnavalitsuse eesmärk on vähendada Tartus linnas transpordi keskkonnamõju soodustades keskkonnasõbralikke liikumisviise ning viies läbi teavituskampaniaid inimeste teadlikkuse tõstmiseks. Samuti on linna eesmärk arendada keskkonnasõbralikku ühistransporti, läbi uute tulevaste bussihangete. Transpordi seisukohalt saaks õhusaaste vähendamiseks valida näiteks keskkonnasõbralikumatel kütustel sõitvaid transpordivahendeid.

Üheks väljundiks ülalmainitud konkreetsete sammude tegemisel on Tartu linn olnud viimastel aastatel partnerlinnaks projektile "Baltic Biogas Bus - BBB". Projekti eesmärgiks oli koostöö Läänemere piirkonna linnade ja piirkondadega biogaasibusside kasutuselevõtuks. Projekti loodud strateegiad ja poliitikad aitavad tutvustada biogaasi mootorikütusena. Projekti käigus analüüsiti vajalikke meetmeid biogaasi kasutuselevõtuks ja leviku laiendamiseks. Projekt "Baltic Biogas Bus" oli esimene etapp, kus analüüsiti ja kavandati rahvusvahelise koostöö raames investeeringuid.

Esimeses etapis tehtud uuringute tulemusena selgus, et peamisteks probleemideks (takistusteks) biogaasibusside laiemale levikule on nende busside energiatõhusus ja biogaasi puhastamine mootorikütuseks. Seetõttu on kutsutud ellu jätkuprojekt "Rohkem biogaasibusse e. *More Baltic Biogas Bus - MBBB*". Jätkuprojekti eesmärgiks on esitleda parimaid võimalikke tehnoloogiaid just nende kahe teema osas ning huvigruppide võrgustiku toel teha konkreetsed investeeringud biogaasi, kui mootorikütuse tootmiseks ning kasutamiseks linnaliinibussides. Ühtlasi tuuakse välja, et mitmed hübriid jõuallikaga (surugaas+elekter) bussid suurendavad veelgi biogaasibusside energiatõhusust ja mitmekülsust.

Käesoleva tasuvusuuringu eesmärk on jätkuprojekti "Rohkem biogaasibusse e. *More Baltic Biogas Bus - MBBB*" raames analüüsida ja võrrelda diisel, (bio)gaasi-, gaasihübriid-, diisel hübriid- ja elektribusse ning anda Tartu Linnavalitsusele ülevaade nimetatud bussiliikide soetamise ja eksploateerimisega seonduvatest kuludest. Nimetatud projekti raames võeti 2011. aasta märtsis Tartu linnaliinidel kasutusele viis uut surugaasibussi. Kuni tänaseni kasutavad bussid kütusena maagaasi. Hiljem on kavas võtta kasutusele puhastatud biogaas ehk biometaan, mida 30.11.2014 seisuga Eestis veel ei toodeta. Käesolevas tasuvusuuringus kasutatavad bussid on võrreldavad M3 kategooria I klassi bussid. Busside puhul on arvestatud emissiooni standardile Euro 6 vastavate sõidukite andmeid.

Metoodika

Tasuvusuuringu koostamisel teostati hinna- ja infopäringud nii eesti kui inglise keeles diisli, gaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid- ja elektribusse tootvatatele või nende edasimüügiga tegelevatele ettevõtetele. Hinnapäringu vastuseid analüüsiti võrdsetel alustel. Päringud tehti vaid uute tänapäeva nõuetele vastavate busside kohta.

Päring sisaldas järgmist kus paluti välja tuua:

1. Busside maksumus (koos kliimaseadmega või peab muud moodi olema tagatud bussi aastaringne kasutamine Eesti kliimatingimustes, sh välistemperatuuriga -30 C) (EUR)
2. Mootori võimsus (hj)
3. Kohtade arv busses (sh iste- ja seisukohad) (tk)
4. Tegevuskulu aastas, sh korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõiduni 240 000 km, sh aastase läbisõiduga vähemalt 80 000 km/a, milline on hooldusintervall, millised on kulud varuosadele, garantii tingimused, jmt (EUR/a)
5. Keskmise kütusekulu linnasõidul (võimalusel tuua SORT 1 ja SORT 2 testprotokollide alusel) (EUR - l/kg/kWh 100 km)
6. Elektribusside puhul akude eeldatav kasulik eluiga
7. Müratase (salongis ja väljas 1 m kaugusel) (dB)
8. Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (*soovitud saasteainete piirväärtuste normid on alljärgnevates tabelites, võrdlusbaasiks on Euro 6 bussid¹*)

Tabel 1. Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste ja suitsususe piirväärtused Euro 6 busses **ELR ja ESC katseprogrammide** puhul (WHSC).

	Piirväärtus [g/kW h]				Suitsususe [m ⁻¹]
	CO	CH	NO _x	PM	
EURO 6	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

Tabel 2. Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste piirväärtused Euro 6 **ETC katseprogrammi** puhul (WHTC)

	Piirväärtus [g/kW h]				
	CO	CH ₄	NMHC	NO _x	PM
EURO 6	3.0	0,65	0.4	2,0	0,02

Kirjeldatud päringud edastati alljärgnevatele ettevõtetele:

¹ Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122 <https://www.riigiteataja.ee/akt/803291>

- Keil M.A. OÜ
- Volvo Trucks Estonia
- Solbus (AS Reola Gaas)
- Iveco (IV Pluss AS)
- Lbus
- Van Hool
- AMZ-KUTNO Sp. z o.o.
- Solaris Bus & Coach S.A
- AS Silberauto
- Scania Eesti AS
- TEDOM s.r.o.

Täisversioon esitatud päringust (eesti ja inglisekeelne) on lisas, vt Lisa 9. Lisad 1-8 (vt Lisa 1-8) hõlmavad endas käesoleva uuringu analüüsi töölehti MS Exceli tabelite kujul. Lisa 10 toob välja erineva jõuallikaga busside koondava võrdlustabeli (Vt. Tabel 10), mis on täidetud kujul üles ehitatud käesoleva töö Tellija etteantud tabeli põhjal.

Ühistranspordis kasutatavate diisel, (bio)gaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid-ja elektribusside tasuvusuuringu koostamisel tasuvusaja arvestuse aluseks on võetud prognoositud investeeringukulutuste ja tegevuskulu rahalised vood, mille hindamise eesmärk on selgitada, kas tulevane juurdekasvuline puhasrahavoog on oodataval tasemel. Tasuvusaja arvestuseks vajalikud rahavood koosnevad planeeritavast investeeringukulutusest, ja juurdekasvulistest rahalistest tegevuskuludest. Stsenaariumites on investeeringuobjektidena käsitletud uusi ja erineva kütusega (sh hübriid) 12 m pikkusi kaheteljelisi linnaliini busse. Finantsarvutuste teostamiseks on kasutatud tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel 2007, kus rahavood on arvutatud erinevate matemaatiliste tehetegega, finantsnäitajad on arvutatud järgmiste funktsioonidega:

- diskonteeritud nüüdispuhasväärtus NPV on arvutatud funktsiooniga NPV (diskontomäär; perioodide rahavood). Investeeringuprojekti positiivseks hinnanguks on $NPV > 0$.
- projekti sisemine tasuvusmäär on arvutatud funktsiooniga IRR (perioodide rahavood). Investeeringuprojekti positiivseks hinnanguks on $IRR > k_1$.

Arvutatud on tasuvusaeg, mille arvutamisel on võetud arvesse rahavoogude ajalist muutust etteantud arvestusperioodi jooksul. Tasuvusajaks on loetud perioodi aastates alates investeeringu tegemisest kuni tasuvuse saavutamise aastani.

Töö käigus on võrreldud erineva jõuallikaga busse, mille tulemused on välja toodud diskonteeritud tasuvusaja, kütusekulu, saasteainete heitkoguste, kütuse hinna, liinikilomeetri hinna, bussikohtade arvu, NPV ja maksumuse alusel, misjärel on koostatud analüüs ja esitatatud soovitusid investeeringute teostamiseks.

Lõppkokkuvõttes on töö tellija soovinud saada antud töö osana ka teostatavusuuringut, kus võrreldakse erineva jõuallikaga busse ja kus tulemused on esitatatud tabelina järgmiselt:

Tabel 3. Erineva jõuallikaga busside võrdlustabel (Antud tabel täidetud kujul esineb töö lõpus, Vt. LISA 10)

Näitaja	Gaasibuss	Gaasi-hübriidbuss	Diisel-hübriidbuss	Elektribuss	Diiselbuss
Diskonteeritud tasuvusaeg	X	X	X	X	X
Kütusekulu l/kg/100km	X	X	X	X	X
müratase	X	X	X	X	X
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	X	X	X	X	X
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	X	X	X	X	X
Liinikilomeetri hind	X	X	X	X	X
Kohtade arv bussis	X	X	X	X	X
NPV	X	X	X	X	X
Busside maksumus (EUR)	X	X	X	X	X

Antud tabeli alusel sisaldab töö analüüsi ja esitatatud soovitusi investeeringute teostamiseks.

Kuna käesolevas uuringus on surugaasi (sh biogaasi) busside puhul tasuvusarvutustes võetud arvesse kahe erineva bussitootja pakkumised siis edaspidistes arvutustes on arvestatud pakkujate keskmisi näitajaid. Kõik hinnad (bussid, kütus jne) sisaldavad ühtlasi käibemaksu. Diisli hinnaks on võetud aastase perioodi keskmine hind perioodil 1.12.2013 - 1.12.2014. Liinikilomeetri hinna (€/km) arvestamisel on arvestatud 12.a pikkust perioodi ning see hõlmab endas investeeringukuludid (laenu ja intressi) ning tegevuskuludid (mootorikütuse ja remondi/hoolduse kulutusi).

Biogaasi buss, surugaasibuss

Järgnevas lõigus on samastatud biogaasi bussiga surugaasi kasutatav buss, ehk CNG buss. 30.11.2014 a seisuga Eestis puhastatud biogaasi mootorikütuseks ehk biometaaniks ei toodeta. Eesti riik on aga võtnud kohustuse katta 2020. aastaks transpordis kasutatavast vedelkütusest vähemalt 10% taastuvallikaist pärit kütusega. Praegu on Eestis vastav näitaja alla 1%. Vajalikust kogusest (92 ktoe) ligi pool on kavas täita biometaani ehk tehnoloogiliselt puhastatud biogaasiga. Ülejäänud 6% kaetakse elektriautode ning bioetanooli ja biodiisli kasutamisega. See tähendab, et aastaks 2020 oleks vaja toota ca 48 miljonit normaalkuupmeetrit biometaani. Aastateks 2014–2020 on vabariigi valitsus plaaninud eraldada kokku 51 miljonit eurot toetust (9 mln eurot ELi vahenditest ja 42 mln eurot kvoodimüügitulust) biogaasi ja biometaani tootmise edendamiseks ning selle kütuseturule toomiseks.

Asjakohane toetusmeede on plaanis avada 2015. I kvartalis. Meede on hetkel majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi juristide töölaual ning toimub ka kooskõlastamine rahandusministeeriumiga. Meetmest saavad toetust puhastatud biogaasi tootjad, biometaani transpordi korraldamisega seonduvad projektid ning biometaanitanklate rajajat. Investeeringutoetust saab lähitulevikus SA Keskkonnainvesteeringute Keskusest küsida ka biometaani busside soetaja ning siinkohal võiks olla huvi Tartu linnal ja linnas ühistransporti pakkuval operaatoril biometaani busside vastu. Teada on, et Tartu linna transpordi arengukava 2012-2020 näeb ette keskkonnasõbralike surugaasil sõitvate busside kasutuse suurendamise Tartu linnas ja biogaasi kasutuselevõtmise linna transpordisüsteemis. Vastavasisuline Ühiste Kavatsuste Protokoll on Tartu Maavalitsuse, Tartu Linnavalitsuse, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Maanteeameti vahel sõlmitud 4.11.2013 seisuga².

Hetkel sõidavad Tartu, Narva, Pärnu ja nüüdsest osaliselt ka Tallinna linnaliinide bussid metaankütust ehk CNG-d tarbivad bussid veel surumaagaasiga. Loodetavasti juba 2015. aasta teisel poolel lisandub kütuste nimistusse ka kohalik biometaan.

Järgnevalt on CNG bussidena antud töös kasutatud Bussitootjat nr 1 (käesolevas avalikus aruandes ei ole konkurentsist tulenevalt bussitootjate nimed avalikud, mõnel juhul oli see andmete saamise eelduseks).

Tabel 1: Bussitootja nr 1 (CNG buss)

kogupikkus	12 000 mm
kogulaius	2550 mm
kõrgus	3350 mm
Mootor	Cummins ISLe 320 (239 kW), EURO 6

² Web: http://www.mnt.ee/public/Tartu_MV_Tartu_linna_MKM-i_ja_MNT_hiskavatsuste_protokoll_01_11.pdf

CNG paakide arve	6-7
Kütusekulu kg/100km	SORT 1 - 51,5 kg (74,6 Nm3) SORT 2 - 41,1 kg (59,6 Nm3) SORT 3 - 36,3 kg (52,6 Nm3)
müratase	sõites 75 dB, seisvana 88 dB, suruõhu müratase 64 dB
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	kaalutud testi tulemusena: CO - 0,06 g/kWh (normid: 1,5/3,0) CH - NA (normid: 0,25/0,4) CH4 - NA (norm: 0,65) NOx - 0,18 g/kWh (normid: 2,0/2,0) PM - 0.00078 g/kWh (normid: 0,02/0,02) NMHC (mittemetaansed süsivesinikud) - 0,027 g/kWh (norm: 0,4) NA - not available (pole saadaval)
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	0,779 €/kg (surumaagaasil aktsiis puudub)
Kohtade arv bussis	25-42 istekohta
Busside maksumus (EUR)	221 000 - 238 000 EUR* hind sõltub lisavarustusest, keskmine hind koos käibemaksuga 275 400 €

Antud Bussitootja nr 1 puhul on korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõidul 240 000 km on 13 900 EUR.

Lisaks eeltoodud pakkumisele on olemas surugaasibussi pakkumine Bussitootja nr 2 poolt (Vt Tabel 2), MS Exceli tasuvusarvutustes on kasutatud kahe bussi aritmeetilise keskmise väärtusi.

Tabel 2. Bussitootja nr 2 (CNG buss)

kogupikkus	11 980 mm
kogulaius	2500 mm
kõrgus	2879 mm
Mootor	E 2876 LUH07 CNG. Heitgaasid vastavad Euro 6 standardile. Võimsus: 228 KW (310 Hj) 2000 p/min juures. EURO 6
CNG paakide arve	CNG surugaasipaagid katusel, maht 1284L, Alu – komposiit materjalist, katserõhule 500 Bar, tööõhk 200 Bar
Kütusekulu kg/100km	37-42 kg (53,28 - 60,48 Nm3)
müratase	NA NA - not available (pole saadaval)
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete	kaalutud testi tulemusena: CO - 0,21 g/kWh (normid: 1,5/3,0)

heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	CH - NA (normid: 0,25/0,4) CH4 - 0,16 (norm: 0,65) NOx - 0,33 g/kWh (normid: 2,0/2,0) PM - 0.001 g/kWh (normid: 0,02/0,02) NMHC (mittemetaansed süsivesinikud) - 0,002 g/kWh (norm: 0,4) NA - not available (pole saadaval)
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	0,779 €/kg (surumaagaasil aktsiis puudub)
Kohtade arv bussis	32 istekohta + juht, 52 seisukohta
Busside maksumus (EUR)	254 000 EUR. Hind koos käibemaksuga 304 800 €

Antud Bussitootja nr 2 puhul on korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõidul 240 000 km on 10 560 EUR. MS Excelis võetud CNG busside investeeringuks **290 100 €** (bussitootja nr 1 ja bussitootja nr 2 pakkumiste keskmine), mille alusel saab järeldada, et gaasibussi diskonteeritud tasuvusaeg võrreldes:

- diiselbussiga on **1 aasta**;
- diiselhübriidbussiga on **0 aastat** (tasuvus on kohene);
- gaasihübriidbussiga on **0 aastat**;
- elektribussiga on **0 aastat**.

Gaasibussi investeeringu nüüdispuhasväärtus (NPV) võrreldes:

- diiselbussiga on 60 776 € (projekti sisemise tulumääraga IRR 10%);
- diiselhübriidbussiga on 124 666 € (IRR 28%);
- gaasihübriidbussiga on 285 810 € (IRR 87%);
- elektribussiga on 349 398 € (IRR 146%).

Gaasibussi liinikilomeetri hind on **1,04 €/km**.

Hübriidbussid

Hübriidbusse on massiliselt hakatud tarnima alates 2010 aastast ning uudsete hübriidtehnoloogiate katsetamise põhjus lähtub suuresti eurodirektiividest, mis näevad lähitulevikus ette transpordi järk-järgulist üleminekut taastuvenergia kasutamisele. Üldiselt on hübriidbussid tõestanud end igati kütusesäästlike ja keskkonnasõbralike transpordivahenditena. Hübriidbussid jagunevad kaheks: diiselhübriid- ja gaasihübriidideks. Antud peatükk hõlmab diiselhübriidbusse.

Tallinna Linnatranspordi AS (TLT) testis käesoleva aasta suvel kahe erineva tootja diiselhübriidbussi (Volvo 7900 Hybrid ja MAN Lion`s City Hybrid). Hübriidbussi põhiline omapära on see, et sõiduk kasutab liikumiseks nii diislikütust(või surugmaagaasi) kui elektrienergiat. Volvo hübriidi diiselmootori heitenorm on Euro 6 ning elektriga sõites ei teki üldse mingeid saasteaineid. Kui bussi kiirus ületab 18 km/h, lülitub automaatselt sisse diiselmootor. Pidurdamisel salvestab buss elektrienergiat. Peatustest väljumisel ning fooride tagant liikumist alustades on jõuallikana alati kasutusel elekter. See aitab oluliselt linna õhku senisest puhtamana hoida.

MAN hübriidbussi tulemused näitasid, et võrreldes 12 meetri pikkuse tavalise diiselbussiga võib hübriidbuss anda keskmiselt veerandi võrra kütuse kokkuhoidu. Kütuse säästu suurus sõltub paljuski bussijuhtide juhtimisvõtetest ning oskusest kasutada ära hübriidbussi eeliseid. Bussi MAN Lion`s City Hybrid puhul lülitub diiselmootor sisse alles siis, kui sõidukiirus on suurem kui 28 km/h. Pidurdamisel muundab buss kineetilise energia elektrienergiaks ning salvestab selle kondensaatoritesse, et kasutada seda energiat peatustest väljumisel ning fooride tagant sõitu alustades. Buss läbis selle aja jooksul bussiliinidel kokku rohkem kui 3700 kilomeetrit, mis Tallinna oludes on hea tulemus.

Kokkuvõtvalt sõidab diiselhübriidbuss sõidab täiesti elektriliselt, vaikselt ja heitevabalt paigaltvõttust kuni umbes kiiruseni 15-30 km/h. Suurema kiiruse jaoks kasutab buss väikest neljasilindrilist diiselmootorit, mis suudab tavatingimustel töötada kitsas pöörlemiskiiruse vahemikus. Mootori pidurdamise ajal tekitatud energia salvestatakse bussi akudesse ja seda kasutatakse elektrimootori ning mitme abisüsteemi käitamiseks. Kui buss peatub peatuses või foori taga, lülitub diiselmootor välja ja kõiki lisasüsteeme, nt kliimaseadet, uksi, roolivõimendit jne käitatakse elektriliselt. Pole tavatu, et linnabuss veedab oma tööajast 30 kuni 40 protsenti oodates, seega säästab selline lahendus kütust ja muudab bussi ümbritseva keskkonna oluliselt paremaks.

Järgnevalt on antud uuringus kasutatud diiselhübriid bussina Bussitootjat nr 1 (käesolevas avalikus aruandes on bussitootjad kõik nimeliselt salastatud).

Tabel 3: Bussitootja nr 1 (Diiselhübriidbuss)

kogupikkus	12 000 mm																				
kogulaius	2550 mm																				
kõrgus	3080 mm																				
mootor	Cummins ISB 6.7 E6 280 (209 kW)																				
hübriidajam	Eaton drive unit - HDU (TA-C84) 44 kW, Li-ion akud, EURO 6 standard																				
Diskonteeritud tasuvusaeg	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on üle 12 aasta; - diiselbussiga on üle 12 aasta; - gaasihübriidbussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene); - elektribussiga on 0 aastat. 																				
Kütusekulu L/100km	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">SORT</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">-</td> <td style="width: 10%;">36,5</td> <td style="width: 10%;">L</td> </tr> <tr> <td>SORT</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>33,7</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td colspan="5">SORT 3 - 30,8 L</td> </tr> <tr> <td>SORT</td> <td>1,2,3</td> <td>keskmine</td> <td>33,7</td> <td>L</td> </tr> </table> <p><i>elektrikulu pole siinkohal arvestatud kuna buss kasutab seda kineetilist energiat, mis muundatakse pidurdamisel elektrienergiaks ning salvestab selle kondensaatoritesse, et kasutada seda energiat peatustest väljumisel ning fooride tagant sõitu alustades.</i></p>	SORT	1	-	36,5	L	SORT	2	-	33,7	L	SORT 3 - 30,8 L					SORT	1,2,3	keskmine	33,7	L
SORT	1	-	36,5	L																	
SORT	2	-	33,7	L																	
SORT 3 - 30,8 L																					
SORT	1,2,3	keskmine	33,7	L																	
müratase	sõites 74,6 dB, seisvana 79 dB, suruõhu müratase 65,3 dB																				
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	kaalutud testi tulemusena: CO - NA CH - NA CH4 - NA NOx - NA PM - NA NMHC (mittemetaansed süsivesinikud) - NA <i>NA - not available (pole saadaval)</i>																				
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	1,28 €/L (1.01.2013 - 1.01.2014 seisuga), hind sisaldab aktsiisi ja käibemaksu ³																				
Liinikilomeetri hind	1,26 €/km																				
Kohtade arv bussis	25-42 istekohta																				

³ Web: <http://neste.ee/default.asp?path=14388,14431,14652,14714> (Neste Eesti AS hulgihinnad kütustele 12.12.2014) võrduses http://www.mnt.ee/public/LL_2013_aruanne.pdf

NPV	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on -124 666 € - diiselbussiga on üle -63 889 € - gaasihübriidbussiga on 160 746 € (IRR 55%) - elektribussiga on 224 732 € (IRR 106%)
Busside maksumus (EUR)	238 000 - 265 000 EUR* hind sõltub lisavarustusest, keskmine hind koos käibemaksuga 301 800 €

Antud Bussitootja nr 1 puhul on korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõidul 240 000 km on 11 600 EUR.

Elektribuss

Eestis on elektribussi katsetatud mitmel korral, kuid kõige viimasemad testid elektribussi kasutamiseks Eesti kliimas viidi läbi käesoleva aasta I kvartalis. Tallinna Linnatranspordi AS (TLT) katsetas veebruaris nii busi- kui trolliliinidel Poolas valmistatud elektribussi, mis ennast Tallinna tänavatel aga ei õigustanud. Antud elektribuss (AMZ CS12LF) oleks oma passi järgi pidanud suutma läbida ilma laadimata 240 kilomeetrit. Paraku suutis ta läbida vaid 170 kilomeetrit ja seda tingimustes, kus ei olnud miinuskraade ja kus ei olnud raskesti läbitavaid lumelõrtsiseid tänavaid. Antud testi näitel varal leidis taas kord kinnitust tõsiasi, et akude tehnoloogiline tase ei ole veel jõudnud nii kaugemale, et saajaprotsendilist elektribussi oleks mõtet suurtel liinidel katsetada, aga see tendents on paranemas, sest üle Euroopa pakuvad mitmed ettevõtted uusi tehnoloogilisi lahendusi akude- ja laadimisesüsteemidele.

Energeetika- ja automaatikatehnoloogiakontsern ABB Grupp on hiljaaegu väljatöötanud uue välklaadimistechnoloogia välja koostöös Genfi ühistranspordiettevõtte TGP, tööstuse- ja tehnoloogiaarendamisemeti OPI ja Genfi energeetika-kommunaalettevõttega SIG elektribussi TOSA pilootprojekti raames. Bussi akusid saab laadida kindlates peatustes automaatse välklaadimismeetodiga 15 sekundi jooksul, samaaegselt reisijate väljumise ja sisenemisega. Pilootprojekti marsruudiks valiti vahemaa Genfi lennujaamast rahvusvahelise Palexpo messikeskuseni. Välklaadimise abil on võimalik uue põlvkonna elektribussivõrk välja ehitada õhuelektriline kasutamata. Laadimisaeg on nii kiire, et ei mõjuta busi sõidugraafikut. Süsteem kasutab laserjuhitavat liikuvat õlga, mis ühendab laadimise ajaks peatuse katuses oleva laadija busi elektrisüsteemiga.



Joonis 1. Elektribuss peatuses laadimas uudse laadimissüsteemiga (Foto: ABB)



Joonis 2. Elektribussi uus laadimistehnoloogia (Foto: ABB)

Välklaadimise tehnoloogia ja seadmed töötas välja ABB ja see on optimeeritud tiheda liiklusega piirkondadele, kus tippundidel sõidab bussiga suur hulk reisijaid. Bussi akusid saab laadida 15 sekundi jooksul 400-kilovattise võimsusega. Bussiliini lõpp-peatuses on ette nähtud laadimine 3-4 minuti jooksul, mis võimaldab akud lõpuni täis laadida. Tänu uuenduslikule elektrilisele juhtimissüsteemile kasutatakse ära ka sõiduki pidurdusenergia, nii bussi kui selle kõrvalteenuste, näiteks sisevalgustuse tööshoidmiseks⁴.

Tabel 4. Bussitootja nr 1 (Elektribuss)

kogupikkus	12 000 mm
kogulaius	2550 mm
kõrgus	3250 mm
mootor	asünkronmootor (160 kW)
Diskonteeritud tasuvusaeg	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on üle 12 aasta; - diiselbussiga on üle 12 aasta; - diiselhübriidbussiga on üle 12 aasta; - gaasihübriidbussiga on üle 12 aasta.
Kütusekulu kWh/100km	SORT test(id) pole elektribussi(de) puhul kohaldatav(ad), aga antud mudeli puhul on teada üks testi tulemus AB Västerås Lokaltrafik (BBB projekti) uuringu raames ning selleks oli 252 kWh/100 km kohta ⁵

⁴ Keskkonnatehnika 4/13, lk 5

⁵ Web:

http://www.balticbiogasbus.eu/web/Upload/Regional_seminars/MoreBBB/Kaunas_2014/5_VL_PeterLiss_Biogas_hybrid_Vasteras.pdf

müratase	sõites 77,6 dB, seisvana 0 dB
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	Saasteainete heitkogused puuduvad
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh) Tuginedes Mahupaketi ⁶ andmetele ning faktile, et bussi laetakse ELMO kiirlaadijas, siis see eeldab, et bussil on Chademo standardile vastav kiirlaadimise võimalus olemas. Hinnad ei ole seljuhul kWh põhised vaid aja ja korra põhised. 150 kWh ületades maksab üks laadimine 1,2 €. Kuna elektribuss tarbib Tartu linnas päevase kilometraaži (250 km ⁷) juures 630 kW ning kiirlaadija maksimaalne aeg on 1 tund, mille jooksul saab ehk 20 kWh. Teisisõnu see ei ole mõeldud busside laadimiseks. Bussi laadimiseks on vaja oluliselt suuremat voolu, mistõttu on arvestatud arvutustes laadida bussi mujal, kus kWh hind sõltub juba selle asukoha elektripaketist. Keskmise kWh hind suurusjärgus 0,1 eurot/kWh ⁸ .	0,1 €/kWh (hind sisaldab käibemaksu), hind sõltub loomulikult elektripaketist, aga välja on toodud keskmine hind.
Liinikilomeetri hind	1,30 €/km
Kohtade arv bussis	23-34 istekohta
NPV	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on -349 398 €; - diiselbussiga on -288 622 €; - diiselhübriidbussiga on -224 732 €; - gaasihübriidbussiga on -63 986 €.
Busside maksumus (EUR)	410 000 - 510 000 EUR* hind sõltub lisavarustusest ning akupaki suuruselt (60 - 240 kW), keskmine hind koos käibemaksuga 552 000 €

Antud Bussitootja nr 1 puhul on korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõidul 240 000 km on 16 885 EUR. Akude garantii on 3300 laadimistsükli 5 aasta jooksul. Arvutustes on võetud aluseks 210 kW akuga buss.

Nimetatud elektribussiga (bussitootja nr 1) on kaasas standardse laadimismeetodina *plug-in* e. juhtmega (Vt. joonis 3) laadimine nn. tava- ja kiirlaadimine. Võimalik on tellida lisaks induktioonlaadimisega (Vt. joonis 4) ja välklaadimisega elektribusse (Vt. joonis 1, 2).

⁶ Web: <http://elmo.ee/hinnapaketid/>

⁷ Tartu linnavalitsuse ning BBB projektijuhi Jaanus Tamme andmetel.

⁸ Intervjuu Heikki Parvega, Kredexi elektromobiilsuse programmi spetsialist, 15.12.2014



Joonis 3. Plug-in laadimine (Foto: Solarisbus)



Joonis 4. Induksioonlaadimine

2014.a kevadest alates sõidavad Solarisbusi kaks Urbino 12 m elektribussi Düsseldorfis linnas. Bussid on varustatud 210 kWh akudega. Mõlema bussi jaoks on nende marsruutidele paigaldatud ühte peatusesse 200 kW suurune induksioonlaadija (Vt.joonis 4). Vastavalt bussi sõidu- ja ajagraafikule kestab laadimine induksioonlaadija kohal kõigest mõne minuti. Lisaks sellele on kaks 32 kW akulaadijat paigaldatud ka bussi lõpp-depoosse, kus need siis öösel laadivad bussi akud täis tulevaseks tööpäevaks⁹.

⁹ Web: FULLY ELECTRIC BUSES ARE PROMISING TECHNOLOGY IN THE FUTURE. Zlatomir Zivanovic, PhD, BSc, Slobodan Mišanovic, MSc,T.E, Volume 40, Number 2, 2014

Diiselibuss

Toetudes 2012.a SA Säästva Eesti Instituut poolt koostatud uuringule “Tallinna Autobussikoondise linnaliinibusside alternatiivkütuste kasutuselevõtu asjaolude selgitamine¹⁰” tekib diislikütusega töötavates bussimootorites kütuse põlemisel kasvuhoonegaasidest peamiselt süsihappegaasi (CO₂) ning lisaks vähemal määral veel kahte kasvuhoonegaasi – metaani (CH₄) ja diämmastikoksiidi (N₂O). Kuigi iga järgneva uue Euro-standardi puhul on diiselibussid kohalikku õhukvaliteeti puudutavate saasteainete osas puhtamad ja keskkonnasõbralikumad kui varemkehtinud standardile vastavad bussid, ei ole uued diiselibussid vanadest kuigi palju kütusesäästlikumad. Paljudel tootjatel on isegi raskusi busside senist kütuse tarbimise taset hoida, sest heitgaaside puhastussüsteemid ning uued busside mugavus ja-varustusnõuded (pardaelektronika, konditsioneerid jm) suurendavad busside kütusetarvet ja tootjad otsivad muid lahendusi kütusekulu kasvu vähendamiseks. Näiteks 2012.a käigusolevatel uusimatel bussidel (Euro V) oli sama diislikulu, mis eelnevatel. Igapäevaselt teenindab Tartu linna bussiliine 51 bussi, millest 46 bussi sõidavad diisliil ja 5 surumaagaasil.

Üheks võimaluseks on, et Tartu linn jätkab ka tulevikus ühistranspordi pakkumist ainult diiselibussidega ning seetõttu on antud töös uuritud lähemalt diiselibussi (Bussitootja nr 2) alternatiivi teistele eelpool kirjeldatud variantidele. Konkreetse bussitootja puhul on garantiid 12 kuud komplekssele bussile (Vt Tabel 4), lisagarantiid jõuülekande komponentidele 24 kuud, läbisõidupiiranguga 200 000 km vastavalt tootja üldistele garantiitingimustele maaletooja esinduses.

Tabel 5. Bussitootja nr 2 (Diiselibuss)

kogupikkus	12 000 mm
kogulaius	2 500 mm
kõrgus	2 879 mm
mootor	D 2066 LUH (Euro 6). Heitgaasid vastavad Euro 6 standardile, 206 KW (280 hj)
Diskonteeritud tasuvusaeg	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none">- gaasibussiga on 11 aastat;- elektribussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene);- diiselhübriidbussiga on 0 aastat;- gaasihübriidbussiga on 0 aastat.
Kütusekulu L/100km	34-37 L/100 km (keskmise 35,5 L/100km)
müratase	NA

¹⁰ Web: http://www.seit.ee/file_dl.php?file_id=85

	NA - not available (pole saadaval)
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	kaalutud testi tulemusena: CO - 0,15 g/kWh (normid: 1,5/3,0) CH - NA (normid: 0,25/0,4) CH4 - NA (norm: 0,65) NOx - 0,307 g/kWh (normid: 2,0/2,0) PM - 0.0032 g/kWh (normid: 0,02/0,02) NMHC (mittemetaansed süsivesinikud) - NA (norm: 0,4) NA - not available (pole saadaval)
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	1,28 €/L (diisli hind ajavahemikul 1.01.2013 - 1.01.2014), hind sisaldab aktsiisi ja käibemaksu ¹¹
Liinikilomeetri hind	1,20 €/km
Kohtade arv bussis	32 istekohta + juht, 52 seisukohta
NPV	Võrreldes: - gaasibussiga on -60 776 €; - elektribussiga on 288 622 € (IRR 163%); - diiselhübriidbussiga on 63 889 € (IRR 15%); - gaasihübriidbussiga on 224 636 € (IRR 99%).
Busside maksumus (EUR)	216 000 EUR. Hind koos käibemaksuga 259 200 €

Antud Bussitootja nr 2 puhul on jooksva kilomeetri korraliste hoolete hooldelepingu hind 0,027 EUR/km kohta, mis teeb läbisõidul 240 000 km kohta 6480 EUR.

¹¹ Web: http://www.mnt.ee/public/LL_2013_aruanne.pdf

Gaasihübriidbuss

See on sõiduk, millel on lisaks gaasimootorile veel üks või mitu elektrimootorit. Elektrimootorite jaoks vajaliku elektri saab toota autos nt biometaaniga või laadida akud elektrivõrgust võetava (nt tuuleenergia abil saadud) elektriga, pidurdusenergia abil või magnetiliselt välisest akust (nt asub bussipeatuse all). Hübriidtehnoloogia võimaldab sõltumata kütusest vähendada energiakulu 20%. Suurepärane lahendus on laaditav biometaani-hübriidsõiduk, mida saab laadida võrgust näiteks tuuleenergia või muude taastuvate energiaallikate abil toodetud elektriga¹². Gaasihübriidbussid jagunevad omakorda kaheks - seeriahübriidideks ja paralleelhübriidideks.

Seeriahübriid

Surugaasi tangitakse suruballoonidesse ning bussi CNG mootor käitab generaatorit, mis toodab elektrit ning käitab asünkroonmootoreid ja buss sõidab mingi teatud vahemaa ainult elektrimootorite abil. Teepikkus sõltub salvestatava elektri kogusest. Võimekamad tootjad kasutavad mootori start-stop süsteemi ja nii on ka 0 emissiooniga reaalne mingi vahemaa sõita. Elektrit saadakse ka pidurdamisel¹³. Nagu öeldud, siis elekter toodetakse sõidu ajal pidurdustel tekkiva energia abil ning seetõttu sobivad hübriidbussid eriti linna tingimustesse, kus liiklus nõuab pidevalt pidurdamisi. Pidurdamisel või aeglustamisel surugaasimootor lülitub välja ning hübriidbussi elektrimootorit käitab aku mida laetakse sõiduki pidurdamise või aeglustamise ajal tekkiva energiaga. Kui buss kiirendab, siis töötavad paralleelselt nii surugaasi kui elektrimootor kindlustades seeläbi kõige ökonoomsema mootorikütuse koosluse.

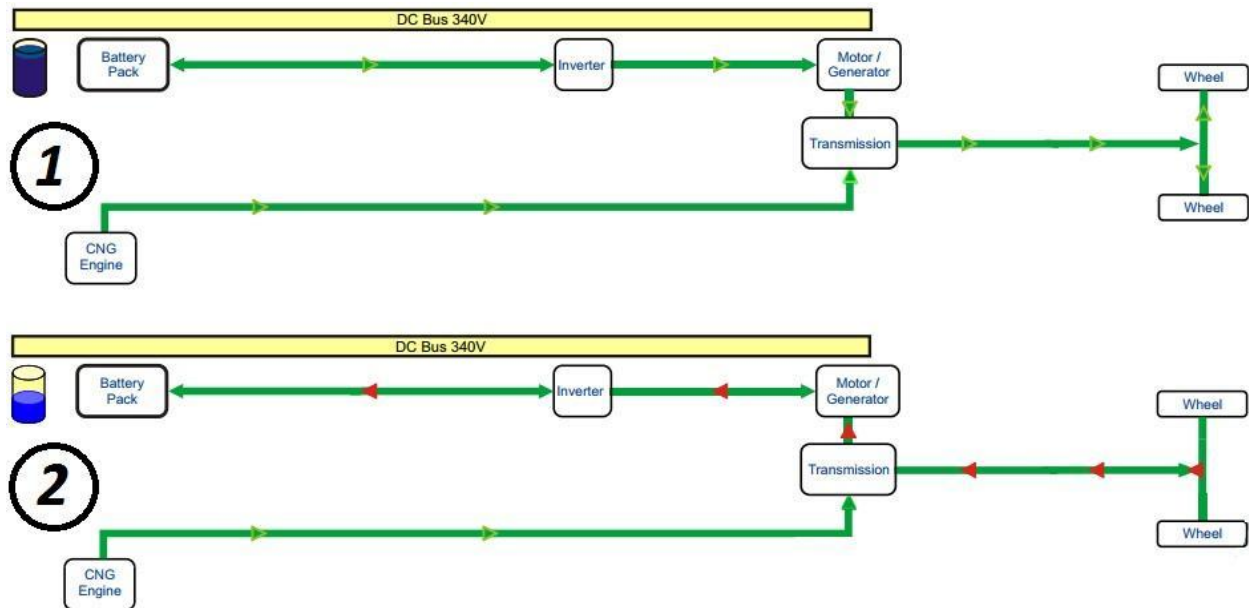
Paralleelhübriid

CNG mootor on ühendatud käigukasti abil jõuülekanndesse. Generaator, mis toodab elektrit on CNG mootori ja käigukasti vahel. Buss sõidab mingi teatud vahemaa ainult elektrimootorite abil, kuid mootor tiksub reeglina tühikäigul kaasa. Kui võimsust on juurde vaja, siis lülitub mootor otse jõuülekanndesse ja generaator täidab paralleelselt ka akusid. Siinkohal vajavad akud kindlasti lisalaadimist (öösel peaks buss pidevalt olema laadimisjuhtme otsas ning kui päeval akudes piisavalt elektrit pole, siis kogu sõit toimub CNG mootori jõul). Ka seljuhul saadakse osa elektrist pidurdamisel (Vt joonis 5). Paralleelhübriid puhul kasutatakse reeglina Li-Ion akusid, millede eluiga hetkel 5-6 aastat, sõltuv eeskätt laadimiste tihedusest¹⁴.

¹² http://www.wfuel.info/inc_ee/files/files/Lampinen-Laakkonen-Biometaan-mootorikutusena-2.pdf

¹³ intervjuu bussidega tegeleva eksperdiga, teatud tüüpi busside maaletooja, 3.01.2015

¹⁴ intervjuu bussidega tegeleva eksperdiga, teatud tüüpi busside maaletooja, 3.01.2015



Joonis 5. Gaasihübriidbussi tööpõhimõte paralleelhübriidi puhul, selle 1 - kiirendusel, 2 - pidurdamisel

Kui paralleelhübriidbussil tekib tarvidus täiendava võimsuse järele, käivitub surugaasimootor. Hübriidbussid kasutavad tõhusalt regeneratiivset pidurdamist ning suurendavad pidurdusjõudu olukordades, kus juht tahab kiirust oluliselt vähendada, näiteks pikkadel mäest laskumistel¹⁵. Antud töö tasuvusuuringute arvutustes on arvestatud paralleelhübriidbussiga. Kuna gaasihübriidbussi päringule antud töö koostajate poolt ei laekunud tootjate poolt ühtegi pakkumist, siis alljärgneva tabeli (Vt Tabel 6) koostamisel on kasutatud töö Tellija infot ning TATA Motorsi avalikke materjale paralleelhübriidbussi kohta.

Tabel 6. Andmed paralleelse süsteemiga maagaasihübriidbussi kohta

kogupikkus	12 000 mm
kogulaius	2 550 mm
kõrgus	3 350 mm
mootor	6B5.9 (BGas + CNG BS-4); Max. Power - 230 HP @ 2800 rpm. Permanent Magnet Synchronous Motor; 44 kW Peak Traction Power; Max. Speed - 2600 rpm
Diskonteeritud tasuvusaeg	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on üle 12 aasta; - diiselbussiga on üle 12 aasta; - diiselhübriidbussiga on üle 12 aasta; - elektribussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene).

¹⁵ Web: <http://www.buses.tatamotors.com/products/pdf/starbus-cng-hybrid---22.pdf>

Kütusekulu kg ja kWh/100km	27,5 kg (38,5 Nm ³) ja 27,8 kWh
müratase	NA NA - not available (pole saadaval)
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	NA NA - not available (pole saadaval)
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	0,779 €/kg (surumaagaasil aktsiis puudub) ning 0,1 €/kWh (hind sisaldab käibemaksu)
Liinikilomeetri hind	1,35 €/km
Kohtade arv bussis	32 istekohta
NPV	Võrreldes: <ul style="list-style-type: none"> - gaasibussiga on -285 412 €; - diiselbussiga on -224 636 €; - diiselhübriidbussiga on -160 746 €; - elektribussiga on 84 175 € (IRR 10%)
Busside maksumus (EUR)	342 500 EUR* hind koos käibemaksuga 411 000 € -

Antud bussitootja puhul on jooksva kilomeetri korraliste hooletete hooldelepingu hind 0,073 EUR/km kohta, mis teeb läbisõidul 240 000 km kohta 17 520 EUR.

Alusandmed

Arvutuste alusandmed on kirjeldatud lisas 1. (Vt Lisa 1)

Arvestusperiood ja jääkväärtus

Projekti arvestusperioodiks on 12 aastat: ajavahemik 2015 - 2026. See on arvestuslikuks uue busi kasulikuks elueaks. Arvutustes on kasutatud kõikide võrreldud busside puhul sama kasulikkude iga, 12 aastat.

Kõik võrreldud bussid amortiseeritakse raamatupidamises kasuliku eluea 12. a. jooksul, seetõttu arvestusperioodi lõpuks on jääkväärtus võrdne nulliga.

Diskontomäär

Finantsarvutustes on kasutatud nominaalset diskontomäära $k_1=9,15$. Nominaalse diskontomäära arvutamise aluseks on:

Kaalutud keskmine kapitali määr WACC 6,4%, mis on tuletatud laenukapitali määrast ($k_d=5\%$) ja omakapitali hinnast ($k_e=k_d+RP=5\%+7\%=12\%$) ning kapitalide kasutamise vahekorra investeringutel (arvutustes $W_d=80\%$ ja $W_e=20\%$);

inflatsioon f (2,58%). Inflatsioon on arvutatud Rahandusministeeriumi 2014 suveprognoosis esitatud harmoneeritud tarbijahinnaindeksi väärtuste 6 aastase perioodi (periood 2013...2018) aritmeetilise keskmisena.

Tabel 7. Kapitalide hinnad ja diskontomäär

1	Arvestusperiood	A		12
2	Laenukapitali hind	K_d		5,0%
3	Riskipreemia	RP		7,0%
4	Omakapitali hind	K_e	k_d+RP	12,0%
5	Laenukapitali osakaal	W_d		80,0%
6	Omakapitali osakaal	W_e		20,0%
7	kapitali kaalutud keskmine hind	WACC	$k_d*W_d+k_e*W_e$	6,4%
8	Inflatsioonimäär	F		2,58%
9	Nominaalne diskontomäär	k_1	$(1+WACC)*(1+f)-1$	9,15%

Makromajanduslikud sisendandmed

Analüüsis on rahavoogude muutuste prognoosis arvestatud tarbijahinna muutustega vastavalt Rahandusministeeriumi 2014 aasta suvisele majandusprognoosile¹⁶ ning kütusehinna puhul on arvestatud 12 kuu keskmise hinnaga (dets.2013- dets. 2014). 2014.a. lõpus toimunud suur nafta maailmaturu hinna languse mõju hindamiseks tehti üks võrdlus ka 2014.a IV kvartali keskmise hinnaga.

Käibemaks

Käesoleva analüüsi arvutustes on kasutatud maksumusi koos käibemaksuga. Käibemaksu suurus on Eestis 20%.

¹⁶ Rahandusministeeriumi 2014. aasta suvise majandusprognoosi kokkuvõte.
<http://www.fin.ee/majandusprognoosid>

Finantsanalüüs

Tegevustulu ja -kulu

Erinevaid kütuseid kasutavate busside tegevuskulud on kirjeldatud analüüsi lisas 2 ja lisas 5 on need taandatud km-le.

Käesolevas finantsanalüüsis ei ole tegevustulude ja tegevuskuludena arvestatud selliseid rahavoogusid, mis eelduslikult on kõikide kütuste kasutamise puhul võrdsed.

Arvutustest on välja jäetud tulud piletite müügist kuna eelduslikult on bussid ühesuguse mahutavusega ning sõidavad sama liini. Selliselt tuleb aastane läbisõit ühesugune ja arvestuslik piletitulu 0,77 €/km. Hinnanguline piletitulu Tartu linnaliinidel oli 2013.a. 2 778 668 € (käibemaksuga) ja arvestuslik liinikilomeetrite arv kokku 3,6 miljonit kilomeetrit, see taandub juurdekasvuliste rahavoogude hinnangutes 0-ks.

Samuti on tegevuskulude hinnangutest välja jäänud võimalikud ettevõtlusega seotud kulud (personalikulud, ettevõtte halduskulud, busside tellija nõuetele vastavaks ümberseadistamise kulud jms), mis on kõikide busside kasutamise korral ühesugused ning ei sõltu kasutatavast kütusest.

Finantsanalüüsi tegevuskulude hulka ei ole arvestatud Eesti transpordiettevõtetele suhteliselt uudse (bio)gaasibussi kasutuselevõttuga kaasnedavad võivad koolituskulusid, kuna surumaagaasibussid juba sõidavad mõned aastad.

Juurdekasvulisel analüüsil arvestatakse stsenaariumi kulude vähenemine võrreldes erinevaid stsenaariume omavahel.

Finantsanalüüsil on arvesse võetud järgmised tegevuskulud.

Mootorikütused

Mootorikütuste, sh ka tavadiisli hinnad on küllaltki prognoosimatud. Mitmetel hinnangutel muutuvad kütuste hinnad maailmaturul veelgi heitlikumaks, muutes ettevõtete ja linnatranspordi kulude planeerimise keeruliseks.

Sarnaselt hinnakõikumistele on kõikide kütustega seotud ka tootmise ja tarnimisega seotud riskid. Diislikütuse tarneid võivad mõjutada nii poliitilised sündmused, Euroopa rafineerimistehaste võimsus kui ka nõudlus mujal maailmas (Aasia riigid impordivad järjest rohkem, USA ekspordib järjest vähem diislit jne). Samad riskid puudutavad ka alternatiivkütuseid, mille tarned olenevalt tootmisviisist, võivad sõltuda ka hooajast, ilmastikust ja toorainetarnetega seotud muutustest. Eestis toodetud kütuste eelistamine ja võimalikult paindliku kütusega, sh elektriga töötava veeremi soetamine aitab riske aga vähendada. 14.12.2014 seisuga langes bensiini liitri hind alla 1 euro. Tegemist on madalaima hinnatasemega Eestis euro kasutuselevõtmisest alates. Langenud on ka diislikütuse maailmaturuhind. Aasta algusega võrreldes on bensiini ja diislikütuse dollaripõhised

maailmaturuhinnad langenud juba vastavalt 40,4 ja 35,4 %¹⁷. Antud töös on diisli hinnaks arvestatud siiski perioodi enne maailmaturu hindade langemist ning arvestatud on diisli hinda ajavahemikul 1.01.2013 - 1.01.2014 (1,28 €/L, koos kütuselisandiga on hind 1,302 €/L), kuna mitmete prognooside kohaselt praegust nõ moonutatud ehk odavat diislikütuse hinda ei pruugi jätkuda kauemaks kui 2015.a märtsi-aprilli kuuks.

Elektri hinnaks on arvestatud jämedalt 0,1 €/kWh (hind sisaldab käibemaksu). Hind sõltub loomulikult elektripaketist, aga töös on välja toodud keskmine hind. Suure liinibussi laadimine ELMO kiirlaadijas eeldab, et bussil on Chademo standardile vastav kiirlaadimise võimalus olemas. Hind ei ole seljuhul kWh põhine vaid aja ja korra põhine. Juhul kui elektribussil on Chademo kiirlaadimise võimalus olemas, pole siiski bussi laadimine ELMO kiirlaadijas otstarbekas, kuna seljuhul on kiirlaadija maksimaalne aeg 1 h, mille jooksul saab ehk 20 kWh. Teisisõnu see ei ole mõeldud selliste sõidukite laadimiseks. Bussi laadimiseks on vaja oluliselt suuremat voolu. Bussi laadimiseks on uuringus arvestatud induktioonlaadimise meetodiga, mistõttu sõltub kWh hind juba selle asukoha elektripaketist. Keskmine kWh hind on suurusjärgus 0,1 €/kWh.

Eestis on tänasel päeval võimalik surumaagaasisõidukeid tankida neljas Eesti linnas ja kuues tanklas: Tallinnas (Suur- Sõjamäe 56a, Vinkli 2A), Tartus (mõlemad asuvad Tähe 135), Pärnus (Pärlimõisa 29) ja Narvas (Tallinna mnt 81) asuvates AS-i Eesti Gaas surugaasitanklates, hinnaga 0,779 €/kg (0,556 €/liiter, koos käibemaksuga). 1 kg surugaasi on võrdne 1,34 l benssiini A95 või 1,22 l diislikütusega. Transpordis kasutatavale biometaanile täna kütuseaktsiisi ei rakendata, kuid vaatamata sellele biometaanile täna Eestis ei toodeta. Eestis töötab 26.12.2014 seisuga kuus surugaasi autotanklat. AS Eesti Gaas arendusplaan näeb lähiaastatel ette kuni 50 maagaasi ja biometaanit tankla rajamist nii raskeveokite, busside kui ka väikesõidukite jaoks¹⁸.

Põllumajanduslike biogaasijaamade projektide biometaanitootmise tasuvusarvutused näitavad, et ilma investeeringutoetuseta on biometaanitootmise omahind vahemikus 0.6-0.9 €/Nm³ (0,84-1,26 €/kg) keskmiselt 0.75 €/Nm³ (1,05 €/kg). Sõltumata tarbijast on soovitatav saavutada olukord, kus biometaan ja maagaas ei konkureeri omavahel, vaid konkureeriks vedelate transpordikütustega, jäädes viimastest 20-30% soodsamaks. Biometaanitootmise tasuvust takistavat hinnaerinevust surumaagaasiga on võimalik lahendada mitmeti, nagu näiteks fikseeritud kokkuostuhind, müügihinnatoetus, aktsiisimaksud, segamiskohustus, (ühistranspordi, liiniveo jmt) hanketingimustega biometaanitootmise kohustamine, investeeringutoetused, kuid ilma riikliku konkreetse tegevuskavata, mille kaudu lahendusviis on seadusandlikult fikseeritud, ei ole biometaanitootmise alustamine Eestis endiselt tõenäoline¹⁹.

¹⁷ AS Olerex kütuste sisseostujuht Alan Vaht, 12.12.2014

¹⁸ Äripäev, Number 205, 11 November 2014

¹⁹ Oja, A. TEUK XVI, 2014. Biometaanitootmise teekaart 2030 ja biometaanitootmise seadusandlikud võimalused Eestis – kuidas punnseisust välja tulla?

Busside aastane läbisõit. Arvutuste aluseks keskmine Tartu linnaliini bussi läbisõit: arvutuslikult kokku liinikilomeetreid tööpäevas 12000 km, tipptunni busside arv 48 – ühe bussi arvutuslik keskmine päevane liinikilomeetrite arv 250 km. Arvestuslikult buss seisab (hoolduses, remondis) 3,75 päeva kuus. Bussi aastane läbisõit kokku $(365-12*3,75)*250=80\ 000$ km. Kõikide kütuste kasutamise võrdlemisel on eeldatud sama läbisõitu päevas ja aastas.

Keskmine kütusekulu on toodud tehnoloogiapakujate pakkumise põhjal, gaasihübriidbussi puhul ka Baltikumis kasutusel oleva gaasihübriidbussi 6 kuu kasutamise andmete alusel.

Hooldus ja remont

Busside hoolduskulude hindamisel on lähtutud bussitootjate hinnapäringute vastustest ja need on toodud lisas 1, algandmete tabelis:

Diislbussi hoolduskulu on 0,027 €/km, gaasibussil 0,044 €/km, diiselhübriidil 0,048 €/km ning elektri-ja gaasihübriidbussil 0,07 €/km.

Remondikulud on vahemikus 0,2 - 0,4 €/km. Gaasihübriidbussi puhul andis kasutaja remondikuluks 1,12 €/km, mis tundus analüüsi koostajatele ebaharilikult kõrge ja koostöös tellijaga otsustati võtta gaasihübriidi remondikuluks 15% suurem diiselhübriidi remondikulust, millele liideti 90% elektribussi remondikulust (0,18 €/km), eeldusega, et hübriidbussi akusid tuleb vahetada 5-6 a. tagant.

Investeeringukulud

Stsenaariumite investeeringukulud on kirjeldatud lisas 3 ning lisas 6 (taandatuna km-le) ja toodud tabelis 8 (Vt. Tabel 8).

Tabel 8. Erinevate stsenaariumite investeeringud, kasulik eluiga ja amortisatsioon.

Investeeringud	Investeeringu maksumus	kasulik eluiga	Amort. aastas
Diislbuss	259 200 EUR	12	21 600 EUR
Gaasibuss	290 100 EUR	12	24 175 EUR
Diisel-hübriidbuss	301 800 EUR	12	25 150 EUR
Elektribuss	552 000 EUR	12	46 000 EUR
Maagaasi-hübriidbuss	411 000 EUR	12	34 250 EUR

Muud investeeringud

Käesolevas analüüsis ei ole arvesse võetud võimalikke kaasnevaid investeeringuid näiteks busside tankimissüsteemidesse maagaasi, biogaasi ja elektri kasutuselevõtuks, samuti investeeringuid töökodade sisseseadetes kuna eelduslikult teostakse vajadusel tankla rajamine kütuse tarnija poolt ning remonditeenused ostetakse sisse.

Investeeringute finantseerimise kulud

Finantsanalüüsis on lähtutud eeldusest, et investeeringutest 20% kaetakse omaosalusega ja 80% laenuga. Laenu teenindamise kulude arvutamisel on lähtutud alljärgnevast:

- Laenu periood 7 a = 84kuud
- Laenuintress 5%/a
- Võrdsed tagasimaksed

Amortisatsioon

Kuna investeeringu amortisatsioon perioodis sõltub investeeringu summast, on amortisatsioon kirjeldatud investeeringukulude juurdekasvude real. Kõikide võrreldud busside kasulikuks elueaks on arvestatud 12 aastat.

Finantsanalüüs ja stsenaariumid

Erinevate stsenaariumite omavaheliste võrdluste näitajad ja võrdlustulemuste kujunemine on esitatud lisas 4 ja lisas 7 (taandatuna km-le). Stsenaariumite kokkuvõttev võrdlustabel on esitatud lisas 8 ja tabelis 9 (Vt. Tabel 9). Analüüsitud on ainult tasuvaid variante ja võrdlused on toodud paarikaupa. Lühidalt 12 kuu keskmise diisli hinna (1,3 €/km) alusel on kõige soodsam surugaasibuss, sellele järgneb suhteliselt kohe diislibuss, edasi diiselhübrid ja gaasihübridbuss. Antud tingimustel oli kõige vähem tasuvam omavahelises võrdluses elektribuss. Kui aga diisli hinnaks võtta 2014.a. viimase kvartali keskmine hind (1,1 €/km), siis vahetavad CNG ja diislibuss omavahel kohad. Samas ei saa pidada väga tõenäoliseks, et naftasaaduste hinnad väga pikaks ajaks sama madalaks jäävad.

Tabel 9. 5 võrreldava kütuse kasutamisel busside tasuvust võrdlev tabel. Busside omavahelisel võrdlusel on antud tingimustel kõige tasuvam gaasibuss, järgnevad diisel ja diiselhübrid. Elektribuss on kõige suuremate kuludega, temast on tasuvam ainult gaasihübridbuss.

Projekt	alginvesteeringu- kulude suurene mine (+) / vähe ne mine (-) %	Investeeringu- kulude NPV suurene mine (+) / vähe ne mine (-) %	tegevuskulude kokkuhold (+) või suurene mine (-) €/km	Projekti NPV	Projekti IRR	Projekti tasuusaeg	tasuv/mittetasuv
Uus gaasibuss vs diislibuss	12%	12%	0,14	60 776,67 €	10%	1	tasuv
Uus gaasibuss vs diiselhübrid	-4%	-4%	0,15	124 666,64 €	28%	0	tasuv
Uus gaasibuss vs gaasihübrid	-29%	-29%	0,20	285 810,73 €	87%	0	tasuv
Uus gaasibuss vs elektribuss	-47%	-47%	-0,04	349 398,92 €	146%	0	tasuv
Uus diislibuss vs gaasibuss	-11%	-11%	-0,14	-60 776,67 €	#DIV/0!	11	mittetasuv
Uus diislibuss vs elektribuss	-53%	-53%	-0,18	288 622,25 €	163%	0	tasuv
Uus diislibuss vs diiselhübrid	-14%	-14%	0,01	63 889,96 €	15%	0	tasuv
Uus diislibuss vs gaasihübrid	-37%	-37%	0,05	224 636,17 €	99%	0	tasuv
Uus diiselhübrid vs gaasibuss	4%	4%	-0,15	-124 666,64 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus diiselhübrid vs diisel	16%	16%	-0,01	-63 889,96 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus diiselhübrid vs gaasihübrid	-27%	-27%	0,04	160 746,20 €	55%	0	tasuv
Uus diiselhübrid vs elektribuss	-45%	-45%	-0,19	224 732,28 €	106%	0	tasuv
Uus gaasihübrid vs gaasibuss	42%	42%	-0,20	-285 412,84 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs diisel	59%	59%	-0,05	-224 636,17 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs diiselhübrid	36%	36%	-0,04	-160 746,20 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs elektribuss	-26%	-26%	-0,23	84 175,60 €	#NUM!	0	tasuv
Uus elektribuss vs gaasibuss	90%	90%	0,04	-349 398,92 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs diislibuss	113%	113%	0,18	-288 622,25 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs diiselhübrid	83%	83%	0,19	-224 732,28 €	#DIV/0!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs gaasihübrid	34%	34%	0,23	-63 986,08 €	#DIV/0!	12	mittetasuv

Gaasibussi võrdlused

Gaasibuss versus diislibuss

- Gaasibussi alginvesteeringu kulud on diislibussi alginvesteeringust ca 12% suuremad, absoluutväärtuses 30 900 €.
- Gaasibussi kütusekulud on võrreldes diislibussi vastava kuluga 0,15 €/km kohta väiksemad (16 426 € aastas keskmiselt kogu perioodi kohta).

- Gaasibussi remondi- ja hoolduskulud on 0,01 €/km kohta suuremad (922 €/a keskmiselt).
- Kütusekulude ja hoolduskulude juurdekasv kokku on -15 504 € ehk gaasibuss nõuab ühe kilomeetri kohta 0,14 € vähem tegevuskulusid.
- Arvestades kasutuskulude, amortisatsiooni ja investeeringukuludega, toodab uus gaasibuss juba teisel tegevusaastal 7 senti km kohta aastas kasumit võrreldes diiselbussiga; alates 8 tegevusaastast, mil saab makstud laen suureneb gaasibussi aastane suhteline tulusus üle 0,18 € km kohta.
- Soetades etteantud tingimustel (omaosalus 20%, ülejäänud laenuga: 7a, 5%) diiselbussi asemel gaasibussi, on alginvesteeringud suuremad, kuid bussi väiksemad tegevuskulud katavad investeeringu suurenemise juba ühe aastaga.
- Juurdekasvuliste rahavoogude alusel hinnatuna on gaasibussi kasutamise alternatiivi nüüdispuhasväärtus NPV= 60 777 € ning projekti omakapitali sisemine tulumäär IRR=10%.
- Diskonteeritud kumulatiivsete juurdekasvuliste rahavoogude nüüdisväärtus muutub positiivseks aasta möödudes.
- Päevase läbisõidu kulu gaasibussil on 76,9 €, diiselbussil 115,5 €.
- Gaasibuss on diiselbussist tasuvam kui arvestada soetus-, käidu ja muid kulusid.

Gaasibuss versus diiselhübriidibuss

- Gaasibussi alginvesteeringu kulud on ligikaudu 4% väiksemad kui diiselhübriidbussil.
- Tegevuskulude kokkuhoid on gaasibussil perioodi keskmise väärtusena 19,7 eurosentit km kohta, enamuse sellest tuleneb soodsamast gaasikütuse hinnast (17,4 €/km).
- Selle variandi puhasnüüdisväärtus NPV= 124 677 € ja sisemine tulumäär IRR = 28 % gaasibussi kasuks.
- Gaasibuss on diiselhübriidbussist tasuvam

Gaasibuss versus elektribuss

- Uus elektribuss on gaasibussist ligi kaks korda kallim, vastavalt 552 000 € ja 290 100 €.
- Päevane läbisõit (250 km) maksab elektribussi puhul 63 €, mis on gaasibussiga võrreldes vähem (76,9 €), kuid sellest ei piisa elektribussi tasuvamaks muutmiseks.
- Perioodi keskmisena on elektribussi kulu kilomeetrile keskmiselt 7 senti väiksem, kui gaasibussil, samas hoolduskulu on elektribussil 2 senti suurem kilomeetri kohta keskmiselt.
- Elektribussi muudab mittetasuvaks gaasibussiga võrdluses tema suurem soetuskulust tulenevad suuremad laenuteeninduskulud ja amortisatsioonikulud. Gaasibussil on investeeringukulud 1,04 €/km, elektribussil on vastav näitaja 1,3 €/km.
- Gaasibussi puhasnüüdisväärtus on 349 399 € ja sisemine tulumäär 146%, juurdekasvulised rahavood on positiivsed alates esimesest aastast ja seega gaasibussi hankimine on tasuvam võrreldes elektribussiga.

Gaasibuss versus gaasihübriidbuss

- Gaasihübriidbuss on 42% ehk 120 900 € kallim (411 000 €) võrreldes gaasibussiga 290 100 €.
- Päevase läbisõidukulu on gaasihübriidbussil 21% väiksem (60,5 €/250 km) võrreldes gaasibussiga 76,9 €/250 km
- Kilomeetri kohta perioodi keskmine kütusekulu on gaasihübriidbussil 26% väiksem, samas hoolduskulud on pea kaks korda suuremad (93%), vastavalt 0,29 €/km ja 0,56 €/km.
- Investeeringukulu on gaasihübriidbussil 23% suurem ehk 1,35 €/km võrreldes gaasibussiga (1,04 €/km).
- Gaasibussi ja gaasihübriidbussi juurdekasvuliste voogude võrdlemisel on projekti puhasnüüdisväärtus 285 811 € ja sisemine tulumäär 87%.

Gaasibuss on soodsam võrreldes gaasihübriidbussiga. Gaasihübriidbussi tasuvust vähendab tema suur hankekulu ja pea poole suurem hoolduskulu võrreldes gaasibussiga. Samas kulu kütusele on gaasihübriidbussil kõigest 5st võrreldud kütusest kõige soodsam.

Uue diiselbussi võrdlused

Uus diiselbuss jääb tasuvuses alla ainult gaasibussile, kui võtta kütuse hinnaks 2014.a. keskmine hind. Kui arvestada, et diisli hind on 1 € või vähem, muutub diiselbuss kõige tasuvamaks variandiks. Käesolvas kokkuvõttes võrdleme seega ainult tasuvaid stsenaariume ehk diiselbussi diisel- ja gaasihübriidbussi ja elektribussiga.

Diiselbuss versus diiselhübriidbuss

- Uus diiselbuss maksab 259 200 € ja see on diiselhübriidbussist 16% odavam ehk 42 600 € võrra .
- Uue diiselbussi kasutamise korral tegevuskuludes kilomeetri kohta perioodi jooksul keskmiselt vahet ei ole, remondi- ja hoolduskulud on diiselhübriidbussil 3 euro senti suuremad (0,31 €/km vs 0,28 €/km), samas kulud kütusele on 3 senti väiksemad ehk 0,58 €/km vs 0,61 €/km võrreldes diiselbussiga.
- investeeringukuludel kilomeetri kohta on suurim erinevus esimesel aastal, gaasihübriidbussil on see 1,26 €/km, samal ajal kui diiselbussil ainult 1,08 €/km. Laenumaksmise viimasel, 7. aastal on vahe vähenenud, diiselbussil on see 0,43 €/km võrreldes 0,51 €/km. Perioodi keskmine väärtus on diiselhübriidbussil 5 euro senti suurem.
- Tegevus- ja investeeringukulud kokku kilomeetri kohta perioodi keskmisena on diiselbussil 1,2 €/km kohta ja diiselhübriidil 1,26 €/km.
- Diiselbussi stsenaariumi puhas nüüdisväärtus on 63 890 € ja sisemine tulumäär 15 %.

- Diiselbuss on diiselhübriidbussist tasavam.

Diiselbuss versus gaasihübriid

- Gaasihübriidbuss on diiselbussist 59% kallim (259 200 vs 411 000 €).
- Tulenevalt eelnevast on ja gaasihübriidbussi investeeringukulud km kohta oluliselt suuremad, perioodi keskmistena vastavalt 0,49 €/km vs 0,31 €/km kohta.
- Päevane läbisõidukulu on taas gaasihübriidbussil pea poole väiksem, kui diiselbussil, vastavalt 60,5 €/250 km vs 115,5 €/250 km.
- Vastavalt on gaasihübriidbussi kahjuks ka käidukulud, kuigi kütus on perioodi keskmisena tervelt 31 euro senti km kohta gaasihübriidbussil väiksem võrreldes diiselbussiga, on gaasihübriidbussi hoolduskulu 28 euro senti suurem diiselbussi hoolduskuludest.
- Kõrgema investeeringu ja hoolduskulude tõttu on diiselbuss gaasihübriidbussist soodsam, projekti nüüdisväärtus on 244 636 € ja projekti sisemine tulumäär 99%.

Diiselbuss versus elektribuss

- Elektribuss on üle 2 korra diiselbussist kallim, diiselbussi investeeringukulu on 259 200 €, elektribussil taas 552 000 €.
- Sellest tulenevalt on perioodi keskmised investeeringukulud diiselbussil pea kaks korda väiksemad võrreldes elektribussiga, diiselbussil on see 0,31 €/km, kui elektribussil on see 0,65 €/km.
- Päevane läbisõidukulu on elektribussil 63 €/250 km, mis on 45% väiksem diiselbussi vastavast näitajast 115,5 €/km.
- Kütusekulu on diiselbussil 31 euro senti km kohta suurem, kui elektribussil, samas on elektribussi hoolduskulu 3 euro senti soodsam võrreldes diiselbussiga. See näitaja võib oluliselt muutuda diiselbussi kasuks, kui selgub, kui suur kulu on elektribussil 5-6 a möödudes akude välja vahetamisel.
- Elektribussi oluliselt suurem investeeringukulu ei tasandu tema käidukulude vähenemisega ja diiselbussi jääb võrreldes elektribussiga soodsamaks, diiselbussi eelistamise nüüdisväärtus on 288 622 € ja sisemine tulumäär 163%.

Diiselhübriidbussi võrdlused

Diiselhübriidbuss ei ole tasuv gaasi- ja diiselbussiga võrreldes, küll aga on ta tasavam elektri- ja gaasihübriidbussiga võrreldes. Käesolevas osas toome seega diiselhübriidbussi võrdluse elektri- ja gaasihübriidbussiga.

Diiselhübriidbuss versus gaasihübriidbuss

- Diiselhübriidbuss on 27% odavam gaasihübriidbussist, ehk 109 200 € võrra, kui gaasihübriidbussi hind on 411 000 €.
- Perioodi keskmine investeeringukulu km kohta on diiselhübriidbussil 0,36 €/km, kui gaasihübriidbussil on see 27% suurem ehk 0,49 €/km.

- Päevase läbisõidu (250 km) kulu on gaasihübriidil 60,5 €/250 km, kui diiselhübriidbussil on see 109,7 €/250 km. Kilomeetri kohta on seega diiselbussi kulu perioodi keskmisena 0,58 €/km, kui gaasibussil on see maagaasi soodsamast hinnast tulenevalt 0,30 €/km. Gaasihübriidbussi tasuvust aga vähendab taas kõrgem hoolduskulu, 0,56 €/km, kui diiselhübriidbussil on see 0,31 €/km.
- Tulenevalt suuremast investeringu ja hoolduskulust on diiselhübriidbuss tasuvam, projekti puhas nüüdisväärtus on 160 746 € ja sisemine tulumäär 55%.

Diiselhübriidbuss versus elektribuss

- Uus elektribuss on 5 võrreldud bussist kõige kallim, 552 000 €, see on 45% enam diiselhübriidbussist.
- Diiselhübriidbussi tasuvus võrreldes elektribussiga väljendub ka investeringukulus kilomeetri kohta. Kui elektribussil on see 0,65 €/km, siis diiselhübriidbussil kõigest 0,36 €/km.
- Elektribussi kütusekulu päevase läbisõidu kohta on küll 43% soodsam (63 € vs 109,7 €/250 km), sama tendents väljendub kütusekulus kilomeetri kohta. Kui diiselhübriidbussil on see perioodi keskmisena 0,58 €/km, siis elektribussil kõigest 0,34 €/km.
- Elektri ja diiselhübriidbussi hoolduskulud perioodi jooksul keskmise väärtusena on võrdsed, 0,31 €/km.
- Kuigi hoolduskulud on elektri- ja diiselhübriidbussil võrdsed ja kütusekulu on elektribussil väiksem, siis seei korva oluliselt suuremat alginvesteeringut ja diiselhübriidbuss on võrreldes elektribussiga soodsam, projekti puhasnüüdisväärtus on 224 732 € ja sisemine tulumäär 106 €.

Gaasihübriidbussi võrdlus

Gaasihübriidbuss versus elektribuss

- Gaasihübriidbuss on elektribussist 26% odavam ehk investeering gaasihübriidbussi on 411 000 €. See väljendub ka kilomeetrile taandatud investeeringukulus, gaasihübriidbussil on see 0,49 €/km ja elektribussil 0,65 €/km.
- Päevasele läbisõidule kulub gaasihübriidbussil ainult 3 euro senti vähem kui elektribussil, ehk siis gaasihübriidbussil 0,6 €/250 km ja elektribussil 0,63 €/250 km. Perioodi keskmised kütusekulud on samuti ligilähedased, kui elektribussil on see 0,34 €/km, siis gaasihübriidbussil on see ainult 0,3 €/km.
- Remondi- ja hoolduskulud on aga gaasihübriidbussil suuremad, 0,56 €/km, kui elektribussil on see ainult 0,31 €/km.
- Soodsam elektribussi hoolduskulu ei korva aga natuke suuremat kütusekulu, elektribussi oluliselt suurem investeeringukulu muudab gaasihübriidbussi natuke tasuvamaks, aga mitte oluliselt, projekti puhas nüüdisväärtus on 63 968 €.

Elektribuss antud eeldustel ei olnud ühegi stsenaariumi puhul tasuv, samuti erinevalt kõikidest teistest bussidest tuleb elektribussi päeva jooksul 3 korda laadida, kui diisel ja hübriidbussid sõidavad paagiga pea kolm päeva, gaasibuss natuke rohkem kui 1 päeva.

Teostatavusanalüüs

Tabel 10. Erineva jõuallikaga busside koondav võrdlustabel (täismahus tabel on toodud lisas 10).

Näitaja	Gaasibuss	Gaasi-hübriid buss	Diisel-hübriid buss	Elektribuss	Diiselbuss
Diskonteeritud tasuvusaeg	Kõige soodsam	soodsam ainult elektribussist	soodsam elektri ja gaasihübriidbussist	ei ole tasuv üheski võrdluses	Võrreldes: -gaasibussiga on 11 aastat ; teistest soodsam
Kütusekulu l/kg/100km	39,5 kg	27,5 kg (38,5 Nm3) ja 27,8 kWh	33,7 l	252 kWh	35,5 l
müratase	sõites 75 dB, seisvana 88 dB	pole teada	sõites 74,6 dB, seisvana 79 dB	sõites 77,6 dB, seisvana 0 dB	pole teada
Kütuse hind (EUR/kg/l/kWh)	0,779 €/kg	0,779 €/kg ning 0,1 €/kWh	1,28 €/l	0,1 €/kWh	1,28 €/l
Liinikilomeetri hind	1,04 €/km	1,35 €/km	1,26 €/km	1,30 €/km	1,20 €/km
Kohtade arv bussis	32 istekohta + juht, 52 seisukohta	32 istekohta	25-42 istekohta	23-34 istekohta	32 istekohta + juht, 52 seisukohta
NPV [Projekt on tasuv kui kehtib seos NPV>0 ja kehtib seos IRR>k ₁ 9,15%]	Positiivne kõigiga -diiselbussiga IRR 10%; - diiselhübriidbussiga IRR 28%; - gaasihübriidbussiga IRR 87%; -elektribussiga IRR 146%.	Positiivne ainult elektribussiga IRR 10%.	Positiivne elektri ja gaasihübriidbussiga -gaasihübriidiga (IRR 55%) -elektribussiga (IRR 106%)	Jääb negatiivseks võrdluses kõikide teiste kütustega.	Positiivne -elektribussiga (IRR 163%); -diiselhübriidbussiga (IRR 15%); - gaasihübriidbussiga (IRR 99%).
Busside maksumus (EUR)	290 100 €	411 000 €	301 800 €	552 000 €	259 200 €

Finantsanalüüsis on käsitletud viit erinevat kütust kasutava bussiga stsenaariumit. Lisaks finantsilisele tasuvusele mõjutavad busside kasutamist linnatranspordis nendega seotud mitterahalised väärtused.

Busside hankimisotsuste tegemist võivad mõjutada kütuse hind ja kättesaadavus, busside tehnoloogiline valmisolek ja busside kättesaadavus, laadimistaristu, teadmised ja oskused uusi busse opereerida, hooldus- ja remondikulud ning väärtushinnad ja erinevad muud motivaatorid või siis liigselt kinnistunud arusaamad olemasoleva tehnoloogia eelistest ja kartus mugavustsoonist välja tulla ja uusi tehnoloogiaid (busse) kasutusse võtta.

Kütused

Kütustest on kättesaadavad kõik kütused, välja arvatud biometaan. 2014.a. lõpus madalseisu saavutanud diisli hind (suurusjärgus 1 €/l, maailmaturul juba 60 USD/barrel²⁰ ja ennustada võib selle edasist langemist) muidugi muudab busside tasuvust ja diiselmütuse hind tanklas suurusjärgus 1 €/l ja allapoole muudab diiselmütust kasutava bussi kõige tasuvamaks.

Maagaasi hinna muutus ei ole prognoositav, eriti ka võimaliku LNG turule tuleku pärast. Nafta hind võib maagaasi hinda alandada, aga Venemaa sarnase tarnija puhul ei saa olla milleski kindel. Ohtu, et Venemaa hakkab kasutama maagaasi majanduspoliitilise relvana ja nõ "maagaasikraani kinnikeeramise ähvardusel" esitama majanduslikke, poliitilisi või territoriaalseid nõudmisi on täna reaalsem, kui iial varem käesoleval sajandil, võttes aluseks Venemaa varjatud agressiooni Ida-Ukrainas.

Biometaani tootmine on takistatud selle kõrgema omahinna tõttu võrreldes maagaasiga. Mingi hinna ühtlustamise mehhanism (näiteks 1:1 biometaani segamiskohustus maagaasiga, maagaasi aktsiisi tõstmine 150 €/1000 Nm³, biometaani kütteväärtuse alusel taastuvelektrile sarnase hinnatoetusmehhanismi kehtestamine, liiniveohangetesse metaankütuste tarbimiskohustuse sisse viimine, CNG sõidukite investeerimistoetuse sidumine kohustusega tarbida biometaani, jmt, vt. Oja, 2014²¹) võib maagaasi hinda pigem tõsta. Samas oleks see ka majanduslikust ja keskkonnaaspektist õigustatud. Metaankütused põlevad puhtamalt, saastavad vähem, seega võiks maagaasi aktsiis olla näiteks seotud diiselmütuse aktsiisiga, kuid moodustades sellest 50%. Biometaan kui kohalik taastuvkütus peaks jääma aktsiisivabaks ja metaankütuste hind peaks jääma 20-30% diiselmütuste hinnast odavamaks pärast kõiki makse. nõ lõpptarbija jaoks tanklas.

Elektri hinna ja kättesaadavuse osas ei ole muutused prognoositavad, võib eeldada, et selles osas suuri muutusi lähima 12.a jooksul ei ole ette näha. Vesiniku ning kütuseelemendi kasutamine bussides on arendusjärgus, kuid lähema 5 a. jooksul nende masstootmise käivitumist ei julge autorid siinkohal prognoosida.

²⁰ Nafta Brent hind langes alla 60 dollari barreli eest, 16.12.2014 14:26, <http://uudised.err.ee/v/majandus/1bd12c10-0082-41e7-bb64-b367ff353242>

²¹ Ahto Oja 2014. Biometaani teekaart 2030 ja biometaani toetamise seadusandlikud võimalused Eestis – kuidas punnseisust välja tulla? Ettekanne Eesti Taastuenergia Konverentsil XVI, Tartus, 13. nov 2014. http://tek.emu.ee/userfiles/taastuenergia_keskus/TEUK%20XVI/kogumik%20TEUK%20XVI_sisu_web.pdf

Kütuste tarbimise taristu

Diiselmootorite tanklataaristu on loomulikult kõige paremini juba välja arendatud. Maagaasi laialdasemat kasutamist võib takistada olemasoleva 5 CNG tankla piiratud võimsus (Vt. Joonis 6). Samas on eeldus, et kui busside arv peaks suurenema hüppeliselt, siis saavutatakse turuosaliste vahel ka kokkulepped lisatanklate rajamiseks. Võib pidada reaalseks, et lähitulevikus, kui metaankütust kasutavad bussid ja muud sõidukid hakkavad sõitma, siis olemasolevatesse tanklatesse, mis on maagaasitorule piisavalt lähedal, lisatakse maagaasi ja selle kaudu ka biometaani tankimise võimalused.



Joonis 6. Eesti Gaas AS poolt hallatavad CNG tanklad (rohelistes) ning pikemaajalisem plaan (sinises), sh L-CNG tankla kontseptsioonidega. Eesti Gaasi eesmärk on rajada Eestisse kuni 50 maagaasitanklat, mis võimaldavad hiljem kasutada kütusena ka kodumaist biometaani²².

Elektrilaadimistaristu on välja arendatud eelkõige sõiduautodele. Busside jaoks tuleb tõenäoliselt välja ehitada aeglase laadimise võimalused konkreetsele bussipargile. Induktsioonivoolu ja peatustes lühiajalise laadimise tehnoloogiad on välja arendamisel ning teadaolevalt masstootmises neid veel ei ole. On tõenäoline, et vastav taristutehnoloogia arendatakse välja koos vastavata bussidega. Tehnoloogilist läbimurret võib eeldada ka parkimismajades parkimise ajal induktsioonivooluga laadimisvõimaluste teket.

²² Web: <http://majandus24.postimees.ee/2948843/eesti-gaas-soovib-estisse-rajada-50-maagaasitanklat>

Busside kättesaadavus

Diislbusside kättesaadavusega probleeme ei ole ja toimub konkurents turul. Metaangaasibusside osas on osad bussitootjad arendanud välja juba suhteliselt head lahendused ja need bussid on Eestis ka mõned aastad juba sõitnud ning teadaolevalt suuri probleeme pole olnud, bussid töötavad meie kliimas sama hästi nagu Rootsi 12 linnas, kus bussid kasutavad ainult biometaani. Diiselhübriid- ja gaasihübriidbusside osas käib pilootbusside kasutamine julgust ilmutanud linnades, päris masstootmist ja kasutamist võib prognoosida Tartu LV järgmiseks liiniveohankeks. Katsetamise ja kogemuse saamise mõttes on soovitatav kaaluda hanketingimustesse lisada võimalus, et gaasihübriid või diiselhübriidbussi lisamine annab pakkuajale lisapunkte. Laadimise ja hoolduse peab arusaadavalt lahendama sel juhul bussiooperaator ja tootjafirma üheskoos.

Muud tegurid

Muud tegurid nagu teadmised ja oskused uusi busse opereerida, hooldus- ja remondikulud ning väärtushinnad ja erinevad muud motivaatorid on ennustamatud. Parim viis väärtuste, hoiakute ja suhtumise muutmine uue tehnoloogia kasutusele võtmiseks on katsetada 1-5 uut tüüpi bussiga, sest praktika käigus saavad selgeks, millised hirmud olid alusetud ja kas mõni oli ka tõelähedane. Näiteks võib tuua SEBE AS metaangaasibusside kogemused, kus ainukeseks tõeseks müüdi osutus fakt, et gaasibussid olid kallimad. Kõik muud müüdid, nagu - gaasi bussid talvel ei käivitu, gaasibussid ei ole töökindlad, gaasibussid ei sobi meie talvisesse kliimasse, gaasibusside remont on keeruline ja kulukas - ei vastand tõe. Gaasibussid on sama töökindlad kui diislbussid, gaasibussid käivituvad talvel ka kõige suuremate külmadega; Kütusekuludes on suured erinevused gaasibussi kasuks. Lisaväärtusena on bussijuhid toonud välja, et maagaasi võid tankida paljakäsi ja käed ei haise pärast tankimist, kui diisli tankimisel kipub kütuse lõhn kätele külge jääma ka kinnastega tankides.

Järeldused ja soovitused

Gaasibuss on kõige soodsam, kui võrrelda investeeringu- ja tegevuskulude juurdekasvulisi rahavooge. Tulenevalt bussides kasutatavate kütuste võrdlemisel ja tasuvuse analüüsimisel **võib soovitada metaankütuse (CNG, biometaan) busside arvu olulist suurendamist järgmises liiniveohankes, näiteks kuni 50%**. Gaasihübriid- ja diiselhübriidbusse võiks lisada kuni 5 tükki hanketingimustesse plusspunkte andvatena. Elektribussi osas on ligi kahekordne investeeringukulu takistuseks tasuvuse saavutamisel, samuti tuleb elektribussi kasutamisel arvestada kaasneva kuluga busside jaoks öise laadimise taristu väljaarendamise kuluga, mida käesolevas analüüsis arvestatud ei ole. Samas keskkonna seisukohalt on elektribuss kindlasti

kõige soodsam (eeldusel muidugi, et kasutatakse taastuvelektrit²³). Katsetamise ja kogemuse saamiseks on soovitatav näiteks 1 elektribussi hankimise võimaluse lisamine hanketingimustesse, samuti mitte kohustusena, vaid lisapunkte andva võimalusena. Samas muidugi, kui kohustust ei ole, võib lihtsalt juhtuda, et ükski pakkuja ei lisa ei hübriidbusside ega elektribussi. Kui teha hübriid- ja elektribussi lisamine kohustuslikuks, siis see taas võib suurendada bussioperaatorite riske liialt.

Kõige soodsamaks kapitali- ja käidukulude osas osutus metaangaasibuss, kui diisli hind on perioodi keskmisena vähemalt 1,28 €/l (tanklas, tankimpüstolis). Juhul kui diiselkütuse hind langeb 1 €/l või alla selle, osutub diiselkütust kasutav buss kõige soodsamaks. Gaasibussi on soodsam ka võrreldes diiselhübriidbussiga (IRR 28%) ja oluliselt tasuvam kui gaasihübriidbuss (IRR 87%) ja elektribuss (IRR 146%).

Gaasibussile järgnebki tasuvuselt kohe diiselbuss, diiselbussi investeeringukulu on küll 11% väiksem, kui gaasibussil, aga perioodi keskmisena on kulu kilomeetrile diiselbussil 19 euro senti suurem, see erinevus tuleneb puhtalt kütuse hinna vahest. Hoolduskulud on diiselbussil perioodi keskmisena 0,01 €/km soodsamad võrreldes gaasibussiga. Diiselbuss on aga natuke soodsam diiselhübriidbussist (IRR 15%), erinevus tuleneb diiselhübriidi suuremast kapitalikulust, käidukuludes vahet pole, diiselhübriidbussi paar kolm senti väiksem kütusekulu diiselbussist taandub samavõrra suurema diiselhübriidbussi hoolduskuluga. Diiselbuss on oluliselt tasuvam gaasihübriidbussist ja elektribussist (IRR vastavalt 99% ja 163%). Kuigi kütusekulu on mõlemas võrdluses diiselbussil suurem, siis tasuvus tuleneb suuremast gaasihübriidbussi ja elektribussi hankekulust. **2-5 gaasihübriidbussi hankimine (kasvõi lisapunkte andva võimalusena, mitte kohustusena) on soovitatav järgmisesse Tartu linna liinihankesse lisada.**

Diiselhübriidbuss on tasuvam gaasihübriidbussist (IRR 55%) ja elektribussist (IRR 106%). Kuigi diiselhübriidbussi kütusekulu perioodi keskmisena on oluliselt gaasihübriid- ja elektribussi kütusekulust oluliselt suurem (0,25 €/km võrdluses elektribussiga ja 0,28 €/km võrdluses gaasihübriidbussiga, samas diiselhübriidi hoolduskulud on 0,25 €/km väiksemad, kui gaasihübriidbussil), siis sellest ei piisa. Investeeringukulu on esimesel aastal diiselhübriidbussil 1,26 €/km, samal ajal kui gaasihübriidbussil on see 1,72 €/km ja elektribussil 2,3 €/km kohta.

Gaasihübriidbuss on soodsam ainult elektribussist, olles 26% odavam investeering. Kilomeetrile taandatud gaasihübriidbussi perioodi keskmine investeeringukulu on 0,49 €/km ja elektribussil 0,65 €/km. Perioodi keskmised kütusekulud on elektribussil 0,34 €/km ja gaasihübriidbussil on see 0,30 €/km. Remondi- ja hoolduskulud on aga gaasihübriidbussil suuremad, 0,56 €/km, kui elektribussil on see ainult 0,31 €/km. Soodsam elektribussi hoolduskulu ei korva aga natuke suuremat kütusekulu, elektribussi oluliselt suurem investeeringukulu muudab gaasihübriidbussi natuke tasuvamaks.

²³ Iirimaal näiteks arvatati välja, et elektrisõdukite akude laadimine öösel, nõ üle jääva tuulelektriga lisa oluliselt ka taastuenergia tootmise tasuvust, kuna muidu, ilma tarbimiseta tuli öösel elektrituulikud seisma panna.

LISAD

LISAD 1-10

LISA 1 - Algardmed

TEHNILINE INFO		Tootja 2	Tootja 2	Tootja 1	Tootja 1	Tootja 3		
	Ühik	Uus diiselbuss	Uus gaasibuss	Uus diiselhübrid	Uus elektribuss	Gaasi-hübrid	Kommentaar	
1	Busside arv	1	1	1	1	1		
2	keskmiseit liinikilomeetreid bussi kohta	250	250	250	250	250	Telliija poolt etteantud number	
3	Käigus oleku päevad	329	329	329	329	329	Telliija poolt etteantud number	
4	keskmiseit liinikilomeetreid bussi kohta	80000	80000	80000	80000	80000	Telliija poolt etteantud number	
5	Keskmine remondi hind	€ / km	0,216	0,209	0,225	0,2	0,441	pakkumised + Telliija nõusolek gaasi-hübridbussi os
6	Keskmine hoolduse hind	€ / km	0,0270	0,044	0,048	0,07	0,073	arvatud pakkumistest
KÜTUSEKULU								
	Ühik	Uus diiselbuss	Uus gaasibuss	Uus diiselhübrid	Uus elektribuss	Gaasi-hübrid	Kommentaar	
1	keskmine kütuse hind	€ / l	1,302		1,302		http://www.mnt.ee/public/LL_2013_aruanne.pdf hinc	
2	€ / kg (surugaas)			0,779			Eesti Gaas http://www.gaas.ee/surugaas/surugaasi-	
3	€ / m ³ (surugaas)			0,556			0,556	
4	€ / kWh					0,1	0,1	
5	Kütuselisand AdBlue	€ / l	0,36				http://www.veoautorina.ee/ee/index.php?page=adbl	
6	Reegina kulutab Euro 6 silduk ca 6% AdBlue vedeliku kulu	€ / kütuseliitri kohta	0,0216				http://eraarehid.ee/kkk.html	
	l / 100km	35,5		33,7			pakkumine diiselbussile; pakkumine hübridile	
	kg / 100km		39,5			27,5	pakkumine (CNG bussile); pakkumine (CNG bussile)	
7	keskmine kütusekulu	kWh / 100 km			252		http://www.proelektrotehnik.ee/pdf/SeminarEbusyl	
8	Kütusepaagi maht	l	280	1284	250	1000	pakkumine diiselbussile ja CNG bussile; pakkumin	
	kg		115,56			90		
	akude maht	kW				210	140	pakkumine
9	Paagitäie läbisõidupiir	km	789	293	741,84	83,33	831	
10	Paagitäie päevas		0,32	0,85	0,34	3	0,30	Elektribussi vaja laadida 2,65 x päevas 250 km läbimi
11	250 km läbimine maksab	€ / 250 km läbimise	115,5	76,9	109,6935	63	60,5	
INVESTEERING								
	Uus diiselbuss	Uus gaasibuss	Uus diiselhübrid	Uus elektribuss	Gaasi-hübrid	RAHA HIND		
1	Investeering bussi	259 200	290 100	301 800	552 000	411 000	12	
2	Omaosaluse määr	20%	20%	20%	20%	20%	6,0%	
3	Omaosaluse summa	51 840	58 020	60 360	110 400	82 200	5,0%	
4	Laenu osakaal	80%	80%	80%	80%	80%	84	
5	Laenu summa	207 360	232 080	241 440	441 600	328 800	7,0%	
kahe pakkumise keskmine								
BUSSIDE MAKSUMUS								
	Uus diiselbuss	Uus gaasibuss	Uus diiselhübrid	Uus elektribuss	Gaasi-hübrid	RAHA HIND		
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR			
1	Ühe bussi hind uuena	259 200	290 100	301 800	552 000	411 000		
2	1a	238430	267109	277 483	506825	377575		
3	2a	217659	244118	253 165	461650	344150		
4	3a	196889	221127	228 848	416475	310725		
5	4a	176119	198136	204 530	371300	277300		
6	5a	155348	175145	180 213	326125	243875		
7	6a	134578	152155	155 895	280950	210450		
8	7a (Tartu lepingu pikkus)	113808	129164	131 578	235775	177025		
9	8a	93037	106173	107 260	190600	143600		
10	9a	72267	83182	82 943	145425	110175		
11	10a	51497	60191	58 625	100250	76750		
12	11a	30726	37200	34 308	55075	43325		
13	12a (arvestusperiood)	9956	14209	9 990	9900	9900		
16	15a	9956	14209	9990	9900	9900		
17	Bussi kasulik eluiga	12	12	12	12	12		
18	Bussi väärtuse vähenemine aastas (€)	20770	22991	24318	45175	33425		
AMORTISATSIOON								
Bussi vanus	Uus diiselbuss	Uus gaasibuss	Uus diiselhübrid	Uus elektribuss	Gaasi-hübrid			
1	0	21600	24175	25150	46000	34250		
2	1	21675	24283	25226	46075	34325		
3	2	21766	24412	25317	46165	34415		
4	3	21877	24570	25428	46275	34525		
5	4	22015	24767	25566	46413	34663		
6	5	22193	25021	25745	46589	34839		
7	6	22430	25359	25983	46825	35075		
8	7	22762	25833	26316	47155	35405		
9	8	23259	26543	26815	47650	35900		
10	9	24089	27727	27648	48475	36725		
11	10	25748	30095	29313	50125	38375		
12	11	30726	37200	34308	55075	43325		
13	12	0	0	0	0	0		
ARVESTUSPERIOOD								
	1	2	3	4	5	6		
MAKROMAJANDUSLIKUD NÄITAJAD								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
1	Kütusehinna muutus*	18,72%	3,94%	8,68%	7,98%	6,03%	3,97%	
2	Harmoneeritud tarbijahinnaindeks**	0,80%	2,00%	2,40%	2,70%	2,70%	2,70%	
ARVESTUSPERIOOD								
	7	8	9	10	11	12		
MAKROMAJANDUSLIKUD NÄITAJAD (jätk)								
	2021	2022	2023	2024	2025	2026		
1	Kütusehinna muutus*	3,93%	3,05%	3,14%	1,98%	1,70%	1,15%	
2	Harmoneeritud tarbijahinnaindeks**	2,70%	2,70%	2,70%	2,70%	2,70%	2,70%	
http://www.eia.gov/forecasts/aeo/en/pdf/0383er(2013).pdf http://www.eia.gov/oiarf/aeo/pdf/0383(2010).pdf Rahandusministeeriumi 2014. aasta suvise majandusprognoosi kokkuvõte http://www.fin.ee/majandusprognoosid								

LISA 2 - Tegevuskulude rahavood

ARVESTUSPERIOOD 12 aastat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AASTAD	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RAHAVOOD TEGEVUSEST												
Uus diiselbuss												
Tegevuskulud	56 405 €	58 250 €	62 061 €	65 941 €	69 221 €	71 696 €	74 245 €	76 428 €	78 728 €	80 456 €	82 067 €	83 399 €
Kütus	36 965 €	38 421 €	41 756 €	45 088 €	47 805 €	49 702 €	51 657 €	53 230 €	54 903 €	55 988 €	56 939 €	57 593 €
Remont/hooldus	19 440 €	19 829 €	20 305 €	20 853 €	21 416 €	21 994 €	22 588 €	23 198 €	23 824 €	24 467 €	25 128 €	25 807 €
Uus gaasibuss												
Tegevuskulud	44 856 €	46 230 €	48 947 €	51 736 €	54 132 €	55 997 €	57 917 €	59 600 €	61 366 €	62 759 €	64 080 €	65 221 €
Kütus	24 616 €	25 586 €	27 806 €	30 025 €	31 835 €	33 098 €	34 400 €	35 448 €	36 562 €	37 284 €	37 917 €	38 353 €
Remont/hooldus	20 240 €	20 645 €	21 140 €	21 711 €	22 297 €	22 899 €	23 518 €	24 153 €	24 805 €	25 474 €	26 162 €	26 869 €
Uus diiselhübrid												
Tegevuskulud	56 942 €	58 761 €	62 462 €	66 242 €	69 455 €	71 906 €	74 429 €	76 609 €	78 901 €	80 654 €	82 299 €	83 682 €
Kütus	35 102 €	36 484 €	39 651 €	42 815 €	45 395 €	47 196 €	49 053 €	50 547 €	52 135 €	53 166 €	54 068 €	54 689 €
Remont/hooldus	21 840 €	22 277 €	22 811 €	23 427 €	24 060 €	24 710 €	25 377 €	26 062 €	26 766 €	27 488 €	28 230 €	28 993 €
Uus elektribuss												
Tegevuskulud	41 760 €	42 986 €	45 333 €	47 760 €	49 867 €	51 544 €	53 270 €	54 806 €	56 414 €	57 721 €	58 973 €	60 084 €
Kütus	20 160 €	20 954 €	22 773 €	24 590 €	26 072 €	27 106 €	28 172 €	29 030 €	29 943 €	30 535 €	31 053 €	31 410 €
Remont/hooldus	21 600 €	22 032 €	22 561 €	23 170 €	23 795 €	24 438 €	25 098 €	25 775 €	26 471 €	27 186 €	27 920 €	28 674 €
Uus gaasi-hübridbuss												
Tegevuskulud	60 474 €	62 059 €	64 812 €	67 717 €	70 331 €	70 331 €	72 538 €	74 587 €	76 720 €	78 591 €	80 430 €	80 430 €
Kütus	19 362 €	20 124 €	21 871 €	23 616 €	25 040 €	25 040 €	26 025 €	26 817 €	27 660 €	28 207 €	28 686 €	28 686 €
Remont/hooldus	41 112 €	41 934 €	42 941 €	44 100 €	45 291 €	45 291 €	46 514 €	47 770 €	49 059 €	50 384 €	51 744 €	51 744 €

Lisaks hõlmab antud tööleht juurdekasvulisi rahavoogusid erinevate busside omavahelises võrdluses

LISA 3 - Rahavood ja investeeringukulud

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	NPV	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RAHAVOOD INVESTEERINGUTEST													
uus diiselbuss													
Investeeringukulud	€ 221 497	86 585 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Omaosalus	€ 47 495	51 840 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Laen	€ 174 002	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	34 745 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Amortisatsioon	€ 153 520	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €	21 600 €
uus gaasibuss													
Investeeringukulud	€ 247 902	96 907 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Omaosalus	€ 53 157	58 020 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Laen	€ 194 745	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	38 887 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Amortisatsioon	€ 171 822	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €	24 175 €
uus diiselhübrid													
Investeeringukulud	€ 257 900	100 816 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Omaosalus	€ 55 301	60 360 €								0 €			
Laen	€ 202 599	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	40 456 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Amortisatsioon	€ 178 751	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €	25 150 €
uus elektribuss													
Investeeringukulud	€ 471 706	184 394 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Omaosalus	€ 101 146	110 400 €								0 €			
Laen	€ 370 559	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	73 994 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Amortisatsioon	€ 326 941	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €	46 000 €
uus gaasihübridbuss													
Investeeringukulud	€ 351 216	137 294 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Omaosalus	€ 75 310	82 200 €								0 €			
Laen	€ 275 906	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	55 094 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Amortisatsioon	€ 243 429	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €	34 250 €

Lisaks hõlmab antud tööleht juurdekasvulisi investeeringukulusid ja amortisatsiooni erinevate busside omavahelises võrdluses

LISA 4 - Erinevate stsenaariumite omavaheliste võrdluste näitajad ja võrdlustulemuste kujunemine

GAAS		DIISEL	
Uus gaas vrs uus diisel		Diisel vrdl gaas	
	12a		12
NPV	60 777 € tasuv	NPV	-60 777 € mittetasuv
IRR	10% tasuv	IRR	#NUM! #NUM!
Tasuvusaeg	1 tasuv	Tasuvusaeg	11 tasuv
Uus gaas vrs diiselhübrid		Diisel vrdl diiselhübrid	
	12 a		12
NPV	124 667 € tasuv	NPV	63 890 € tasuv
IRR	28% tasuv	IRR	15% tasuv
Tasuvusaeg	0 tasuv	Tasuvusaeg	0 tasuv
Uus gaas vrs elektribuss		Diisel vrdl elektribuss	
	12		12
NPV	349 399 € tasuv	NPV	288 622 € tasuv
IRR	146% tasuv	IRR	163% tasuv
Tasuvusaeg	0 tasuv	Tasuvusaeg	0 tasuv
Juurdekasvuline uus gaas vrdl gaasihübrid		Juurdekasvuline diisel vrdl gaasihübrid	
	12		12
NPV	285 811 € tasuv	NPV	224 636 € tasuv
IRR	87% tasuv	IRR	99% tasuv
Tasuvusaeg	0 tasuv	Tasuvusaeg	0 tasuv

DIISELHÜBRIID				ELEKTRIBUSS			
Diiselhübrid vrdl gaas				Elektribuss vrdl diisel			
		12				12	
NPV		-124 667 €	mittetasuv	NPV		-288 622 €	mittetasuv
IRR		#NUM!	#NUM!	IRR		#NUM!	#NUM!
Tasuvusaeg		12	mittetasuv	Tasuvusaeg		12	mittetasuv
Diiselhübrid vrdl diisel				Elektribuss vrdl gaas			
		12				12	
NPV		-63 890 €	mittetasuv	NPV		-349 399 €	mittetasuv
IRR		#NUM!	#NUM!	IRR		#NUM!	#NUM!
Tasuvusaeg		12	mittetasuv	Tasuvusaeg		12	mittetasuv
Diiselhübrid vrdl elektribuss				Elektribuss vrdl diiselhübrid			
		12				12	
NPV		224 732 €	tasuv	NPV		-224 732 €	mittetasuv
IRR		106%	tasuv	IRR		#NUM!	#NUM!
Tasuvusaeg		0	tasuv	Tasuvusaeg		12	mittetasuv
Diiselhübrid vrdl gaasihübrid				Juurdekasuline elektribuss vrdl gaasihübrid			
		12				12	
NPV		160 746 €	tasuv	NPV		-63 986 €	mittetasuv
IRR		55%	tasuv	IRR		-18%	mittetasuv
Tasuvusaeg		0	tasuv	Tasuvusaeg		12	mittetasuv
GAASIHÜBRIID							
Gaasihübrid vrdl diisel							
		12					
NPV		-224 636 €	mittetasuv				
IRR		#NUM!	#NUM!				
Tasuvusaeg		12	mittetasuv				
Gaasihübrid vrdl gaas							
		12					
NPV		-285 413 €	mittetasuv				
IRR		#NUM!	#NUM!				
Tasuvusaeg		12	mittetasuv				
Gaasihübrid vrdl diiselhübrid							
		12					
NPV		-160 746 €	mittetasuv				
IRR		#NUM!	#NUM!				
Tasuvusaeg		12	mittetasuv				
Juurdekasuline gaasihübrid vrdl elektribuss							
		12					
NPV		84 176 €	tasuv				
IRR		#NUM!	#NUM!				
Tasuvusaeg		0	tasuv				

Lisaks hõlmab antud tööleht diskonteeritud juurdekasvulisi voogusid ja diskonteeritud kumulatiivseid voogusid.

LISA 5 - Tegevuskulude rahavood (taandatuna €/km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RAHAVOOD TEGEVUSEST												
uus diiselbuss												
Tegevuskulud	0,71	0,73	0,78	0,82	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01	1,03	1,04
Kütus	0,46	0,48	0,52	0,56	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72
Remont/hooldus	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32
uus gaasibuss												
Tegevuskulud	0,56	0,58	0,61	0,65	0,68	0,70	0,72	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82
Kütus	0,31	0,32	0,35	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,47	0,47	0,48
Remont/hooldus	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34
Uus diiselhübrid												
Tegevuskulud	0,71	0,73	0,78	0,83	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,01	1,03	1,05
Kütus	0,44	0,46	0,50	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,68
Remont/hooldus	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36
Uus elektribuss												
Tegevuskulud	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75
Kütus	0,25	0,26	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,39
Remont/hooldus	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36
Uus gaasi-hübridbuss												
Tegevuskulud	0,76	0,78	0,81	0,85	0,88	0,88	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Kütus	0,24	0,25	0,27	0,30	0,31	0,31	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Remont/hooldus	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58

LISA 6 - Rahavood ja investeringukulud (taandatuna €/km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RAHAVOOD INVESTEERINGUTEST												
Diiselibuss												
Investeeringukulud	1,08	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Omaosalus	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laen	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortisatsioon	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Gaasibuss												
Investeeringukulud	1,21	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Omaosalus	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laen	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortisatsioon	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Diiselhübriidbuss												
Investeeringukulud	1,26	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Omaosalus	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laen	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortisatsioon	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Elektribuss												
Investeeringukulud	2,30	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Omaosalus	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laen	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortisatsioon	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Gaasihübriidbuss												
Investeeringukulud	1,72	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Omaosalus	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laen	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortisatsioon	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

LISA 7 - Erinevate stsenaariumite omavaheliste võrdluste näitajad ja võrdlustulemuste kujunemine (taandatuduna €/km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskm
VÖRDLUSED													
Gaas vrdl diisel													
Juurdekasv tegevusest	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,19
Juurdekasv investeeringust	-0,16	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,07
Juurdekasvuline voog	-0,02	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,12
Kumulatiivne	-0,02	0,05	0,13	0,22	0,33	0,44	0,56	0,74	0,92	1,11	1,30	1,50	0,61
Gaas vrdl diiselhübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,20
Juurdekasv investeeringust	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Juurdekasvuline voog	0,21	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,22
Kumulatiivne	0,21	0,40	0,60	0,81	1,04	1,27	1,51	1,73	1,96	2,20	2,44	2,68	1,40
Gaas vrdl elektribuss													
Juurdekasv tegevusest	-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05
Juurdekasv investeeringust	1,37	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,58
Juurdekasvuline voog	1,33	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,65	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,53
Kumulatiivne	1,33	2,00	2,67	3,33	3,99	4,64	5,30	5,51	5,72	5,93	6,14	6,35	4,41
Gaas vrdl gaasihübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,16
Juurdekasv investeeringust	0,63	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,27
Juurdekasvuline voog	0,83	0,53	0,53	0,53	0,53	0,51	0,51	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,43
Kumulatiivne	0,83	1,35	1,88	2,41	2,94	3,45	3,96	4,25	4,51	4,76	4,99	5,21	3,38
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskm
VÖRDLUSED													
Diisel vrdl gaas													
Juurdekasv tegevusest	-0,14	-0,15	-0,16	-0,18	-0,19	-0,20	-0,20	-0,21	-0,22	-0,22	-0,22	-0,23	-0,19
Juurdekasv investeeringust	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07
Juurdekasvuline voog	0,02	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,18	-0,18	-0,19	-0,19	-0,20	-0,12
Kumulatiivne	0,02	-0,05	-0,13	-0,22	-0,33	-0,44	-0,56	-0,74	-0,92	-1,11	-1,30	-1,50	-0,61
Diisel vrdl diiselhübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juurdekasv investeeringust	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09
Juurdekasvuline voog	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10
Kumulatiivne	0,23	0,35	0,47	0,59	0,71	0,83	0,95	0,99	1,04	1,09	1,13	1,18	0,80
Diisel vrdl elektribuss													
Juurdekasv tegevusest	-0,18	-0,19	-0,21	-0,23	-0,24	-0,25	-0,26	-0,27	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,25
Juurdekasv investeeringust	1,53	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,65
Juurdekasvuline voog	1,34	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,40
Kumulatiivne	1,34	1,95	2,54	3,10	3,66	4,20	4,74	4,77	4,80	4,82	4,83	4,85	3,80
Diisel vrdl gaasihübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,05	0,05	0,03	0,02	0,01	-0,02	-0,02	-0,05	-0,08	-0,10	-0,12	-0,14	-0,03
Juurdekasv investeeringust	0,79	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,34
Juurdekasvuline voog	0,84	0,46	0,45	0,43	0,43	0,40	0,39	0,11	0,08	0,06	0,04	0,02	0,31
Kumulatiivne	0,84	1,30	1,75	2,18	2,61	3,01	3,40	3,51	3,59	3,65	3,69	3,71	2,77

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskm
VÖRDLUSED													
Diiselhübrid vrdl diisel													
Juurdekasv tegevusest	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juurdekasv investeeringust	-0,22	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,09
Juurdekasvuline voog	-0,23	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,10
Kumulatiivne	-0,23	-0,35	-0,47	-0,59	-0,71	-0,83	-0,95	-0,99	-1,04	-1,09	-1,13	-1,18	-0,80
Diiselhübrid vrdl gaas													
Juurdekasv tegevusest	-0,15	-0,16	-0,17	-0,18	-0,19	-0,20	-0,21	-0,21	-0,22	-0,22	-0,23	-0,23	-0,20
Juurdekasv investeeringust	-0,06	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03
Juurdekasvuline voog	-0,21	-0,19	-0,20	-0,21	-0,22	-0,23	-0,24	-0,22	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,22
Kumulatiivne	-0,21	-0,40	-0,60	-0,81	-1,04	-1,27	-1,51	-1,73	-1,96	-2,20	-2,44	-2,68	-1,40
Diiselhübrid vrdl elektribuss													
Juurdekasv tegevusest	-0,19	-0,20	-0,21	-0,23	-0,24	-0,25	-0,26	-0,27	-0,28	-0,29	-0,29	-0,29	-0,25
Juurdekasv investeeringust	1,31	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,56
Juurdekasvuline voog	1,12	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	-0,01	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	0,31
Kumulatiivne	1,12	1,60	2,06	2,51	2,95	3,37	3,79	3,78	3,76	3,73	3,70	3,66	3,00
Diiselhübrid vrdl gaasihübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	-0,02	-0,02	-0,05	-0,08	-0,10	-0,12	-0,14	-0,03
Juurdekasv investeeringust	0,57	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,24
Juurdekasvuline voog	0,61	0,34	0,33	0,32	0,31	0,28	0,27	0,06	0,03	0,01	-0,01	-0,03	0,21
Kumulatiivne	0,61	0,95	1,28	1,59	1,90	2,18	2,45	2,51	2,55	2,56	2,55	2,53	1,97
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskm
VÖRDLUSED													
Elektribuss vrdl diisel													
Juurdekasv tegevusest	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,25
Juurdekasv investeeringust	-1,53	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,31	-0,31	-0,31	-0,31	-0,31	-0,65
Juurdekasvuline voog	-1,34	-0,60	-0,59	-0,57	-0,55	-0,54	-0,53	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,40
Kumulatiivne	-1,34	-1,95	-2,54	-3,10	-3,66	-4,20	-4,74	-4,77	-4,80	-4,82	-4,83	-4,85	-3,80
Elektribuss vrdl gaas													
Juurdekasv tegevusest	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Juurdekasv investeeringust	-1,37	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	-0,58
Juurdekasvuline voog	-1,33	-0,67	-0,67	-0,66	-0,66	-0,66	-0,65	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,53
Kumulatiivne	-1,33	-2,00	-2,67	-3,33	-3,99	-4,64	-5,30	-5,51	-5,72	-5,93	-6,14	-6,35	-4,41
Elektribuss vrdl diiselhübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,25
Juurdekasv investeeringust	-1,31	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,56
Juurdekasvuline voog	-1,12	-0,48	-0,47	-0,45	-0,44	-0,43	-0,42	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	-0,31
Kumulatiivne	-1,12	-1,60	-2,06	-2,51	-2,95	-3,37	-3,79	-3,78	-3,76	-3,73	-3,70	-3,66	-3,00
Elektribuss vrdl gaasihübrid													
Juurdekasv tegevusest	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,23	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,22
Juurdekasv investeeringust	-0,74	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,31
Juurdekasvuline voog	-0,50	-0,14	-0,14	-0,13	-0,13	-0,15	-0,14	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01	-0,09
Kumulatiivne	-0,50	-0,65	-0,79	-0,92	-1,05	-1,20	-1,34	-1,26	-1,21	-1,17	-1,15	-1,14	-1,03

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
€/km	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskm
VÖRDLUSED													
Gaasihübrid vrdl diisel													
Juurdekasv tegevusest	-0,05	-0,05	-0,03	-0,02	-0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,03
Juurdekasv investeeringust	-0,79	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,34
Juurdekasvuline voog	-0,84	-0,46	-0,45	-0,43	-0,43	-0,40	-0,39	-0,11	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	-0,31
Kumulatiivne	-0,84	-1,30	-1,75	-2,18	-2,61	-3,01	-3,40	-3,51	-3,59	-3,65	-3,69	-3,71	-2,77
Gaasihübrid vrdl gaas													
Juurdekasv tegevusest	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,18	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,11	-0,09	-0,16
Juurdekasv investeeringust	-0,63	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13	-0,27
Juurdekasvuline voog	-0,83	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,51	-0,51	-0,29	-0,27	-0,25	-0,23	-0,22	-0,43
Kumulatiivne	-0,83	-1,35	-1,88	-2,41	-2,94	-3,45	-3,96	-4,25	-4,51	-4,76	-4,99	-5,21	-3,38
Gaasihübrid vrdl diiselhübrid													
Juurdekasv tegevusest	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,03
Juurdekasv investeeringust	-0,57	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,24
Juurdekasvuline voog	-0,61	-0,34	-0,33	-0,32	-0,31	-0,28	-0,27	-0,06	-0,03	-0,01	0,01	0,03	-0,21
Kumulatiivne	-0,61	-0,95	-1,28	-1,59	-1,90	-2,18	-2,45	-2,51	-2,55	-2,56	-2,55	-2,53	-1,97
Gaasihübrid vrdl elektribuss													
Juurdekasv tegevusest	-0,23	-0,24	-0,24	-0,25	-0,26	-0,23	-0,24	-0,22	-0,20	-0,19	-0,17	-0,16	-0,22
Juurdekasv investeeringust	0,74	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,31
Juurdekasvuline voog	0,50	0,14	0,14	0,13	0,13	0,15	0,14	-0,07	-0,05	-0,04	-0,02	-0,01	0,09
Kumulatiivne	0,50	0,65	0,79	0,92	1,05	1,20	1,34	1,26	1,21	1,17	1,15	1,14	1,03

LISA 8 - Erinevate busside stsenaariumite kokkuvõttev võrdlustabel

Projekt	alginvesteeringu- kulude suurenemine(+)/ vähenemine(-)%	Investeeringu- kulude NPV suurenemine(+)/ vähenemine(-)%	tegevuskulude kokkuvõtte (+) või suurenemine (-) €/km	Projekti NPV	Projekti IRR	Projekti tasuvusaeg	tasuv/mittetasuv
Uus gaasibuss vs diiselbuss	12%	12%	0,14	60 776,67 €	10%	1	tasuv
Uus gaasibuss vs diiselhübrid	-4%	-4%	0,15	124 666,64 €	28%	0	tasuv
Uus gaasibuss vs gaasihübrid	-29%	-29%	0,20	285 810,73 €	87%	0	tasuv
Uus gaasibuss vs elektribuss	-47%	-47%	-0,04	349 398,92 €	146%	0	tasuv
Uus diiselbuss vs gaasibuss	-11%	-11%	-0,14	-60 776,67 €	#NUM!	11	mittetasuv
Uus diiselbuss vs elektribuss	-53%	-53%	-0,18	288 622,25 €	163%	0	tasuv
Uus diiselbuss vs diiselhübrid	-14%	-14%	0,01	63 889,96 €	15%	0	tasuv
Uus diiselbuss vs gaasihübrid	-37%	-37%	0,05	224 636,17 €	99%	0	tasuv
Uus diiselhübrid vs gaasibuss	4%	4%	-0,15	-124 666,64 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus diiselhübrid vs diisel	16%	16%	-0,01	-63 889,96 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus diiselhübrid vs gaasihübrid	-27%	-27%	0,04	160 746,20 €	55%	0	tasuv
Uus diiselhübrid vs elektribuss	-45%	-45%	-0,19	224 732,28 €	106%	0	tasuv
Uus gaasihübrid vs gaasibuss	42%	42%	-0,20	-285 412,84 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs diisel	59%	59%	-0,05	-224 636,17 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs diiselhübrid	36%	36%	-0,04	-160 746,20 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus gaasihübrid vs elektribuss	-26%	-26%	-0,23	84 175,60 €	#NUM!	0	tasuv
Uus elektribuss vs gaasibuss	90%	90%	0,04	-349 398,92 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs diiselbuss	113%	113%	0,18	-288 622,25 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs diiselhübrid	83%	83%	0,19	-224 732,28 €	#NUM!	12	mittetasuv
Uus elektribuss vs gaasihübrid	34%	34%	0,23	-63 986,08 €	-18%	12	mittetasuv

LISA 9 - Täisversioonid esitatud päringust bussiette võtetele, vahendajatele, maaletoojatele (eesti ja inglisekeelne)

Comparison of city buses

Price inquiry for bus suppliers

Dear Bus manufacturing company (name),

Company Mõnus Minek OÜ[1] carries out a comparative study analysis of different types of buses for the project More Baltic Biogas Bus[2] project (MBBB) which will be implemented for the Baltic Sea Region Interreg program for transnational cooperation for a Tartu city.

The comparative analysis takes account and compares:

- CNG buses;
- Diesel-electric hybrid buses;
- CNG-electric hybrid buses;
- Electric buses
- Diesel buses.

Analysis gives also an overview of investment and exploitation costs of different types of buses. Buses must comply with the Euro 6 emission standard and conditions which are described in attached e-mail **Appendix**.

We emphasize that the data used in the current study analysis will remain confidential and the data/results are brought out by the type of fuel not by the name of bus company manufacturers.

Therefore please send us the following data of your buses that your company produces and which are M3 category I class or articulated:

1. Investment cost of the bus (with air conditioning device, buses must meet also climate conditions -30°C) (**EUR**)
2. Engine power (**hp**)
3. Number of seats on the bus (including seated and standing)
4. Operating cost per year, including the ordinary maintenance and repair costs during 3 years or a mileage of 240,000 km, including the annual mileage of at least 80 000 km / year, what is the service interval, what are the costs of spare parts, warranty terms (**EUR**)
5. Average fuel consumption in urban driving (if possible, bring out results by SORT 1^[3] and SORT 2 test) (**EUR - l/kg/kWh 100 km**)
6. In case of electric buses the expected useful life of the batteries
7. Noise level (interior and outside of 1 m) (**dB**)

8. Pollutant emissions compared with the limit values ^[4] (the desired levels of pollutants are below the limit values in the following tables, the comparison is Euro 6 buses)

Table 1. Motor vehicle emissions of pollutants contained in the exhaust gas and the smoke from the Euro 6 limit values by ESC and ELR test programs

	Limit [g/kW h]				Smoke SS [m ⁻¹]
	CO	CH	NOx	PM	
EURO 6	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

Table 2. Motor vehicle emissions of pollutants contained in the exhaust gas from the Euro 6 limit values by ETC test program

	Limit [g/kW h]				
	CO	CH ₄	NMHC	NOx	PM
EURO 6	3.0	0,65	0.4	2,0	0,02

Appendix 1. All buses must meet the following conditions:

- Bus(es) must be brand new and be ready to be used in the external temperature of -30°C
- Bus(es) must be designed and built in the city routes and left-hand drive
- Bus(es) must comply with the European Parliament and Council Directive 2007/46/EC, the requirements set out in the M3 category vehicles, and have the whole vehicle type-approval certificate
- Bus(es) gauge length 12 meters, a width of 2.45 to 2.55 meters, a one-storey
- Bus(es) must be low-floor buses (low-floor), and with "CE" body shape which meets the European Parliament and Council Directive 2007/46/EC

Looking forward your reply,

Yours sincerely

Mr. Tauno Trink

Mõnus Minek OÜ | Head of Tartu city Department | feasibility studies/business plans/consultations www.monusminek.ee
Sustainable Energy and Environment Solutions for transport tauno.trink@monusminek.ee
+372 5663 2969 | +372 5696 5444

[1] Mõnus Minek SEES OÜ offers bio-energy projects, feasibility studies and environmental solutions management services, research and analysis and business management advice), www.monusminek.ee

[2] <http://www.balticbiogasbus.eu/web/>

[3] SORT - Standardised On-Road Test Cycles - SORT

[4] **Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste, suitsususe ja mürataseme piirväärtused**

Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122 <https://www.riigiteataja.ee/akt/803291>

Hinnapäring maagaasi, gaasihübriid, diiselhübriid, diisel ja elektribussi võrdlemiseks

(Ettevõtte)

Lp. (nimi)

ametinimetus

Mõnus Minek OÜ viib läbi erinevate bussitüüpide võrdlevat analüüsi projekti More Baltic Biogas Bus (MBBB) jaoks, mida viiakse ellu Interreg programmi Läänemere piirkonna riikidevahelise koostöö raames. Analüüsi tulemusi kasutatakse kohalike omavalitsuste ühistranspordi hangete ettevalmistamisel, seega loodame, et kulutatud aeg päringule vstamisel tasub end ära tulevikus.

Busside uuring analüüsib ja võrdleb (biometaani)maagaasi-, gaasihübriid-, diisel hübriid- ja elektribusse. Uuring peab andma ülevaate (biometaani)maagaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid - ja elektribusside soetamise ja eksploateerimisega seonduvatest kuludest.

Bussid peavad olema võrreldavad **M3 kategooria I klassi bussid või liigendbussid**. Busside peavad vastama emissiooni standardile **Euro 6 ja kõik bussid peavad vastama e-kirja lisas toodud tingimustele, et kindlustada võrreldavus**.

Rõhutame, et uuringus kasutatavad algandmed jäävad konfidentsiaalseteks ja tulemused tuuakse välja kütuse liikide kaupa, mitte näidates konkreetsete busside tootjafirmasid.

Palume saata teie firma poolt tarnitavate (biometaani)maagaasi-, gaasihübriid-, diiselhübriid- ja elektribusside kohta järgmisi andmeid:

1. Busside maksumus (koos kliimaseadmega või peab muud moodi olema tagatud busi aastaringne kasutamine Eesti kliimatingimustes, sh välistemperatuuriga -30 C) (**EUR**)
2. Mootori võimsus (**hj**)

3. Kohtade arv bussis (sh iste- ja seisukohad) (**tk**)
4. tegevuskulu aastas, sh korralised hooldus- ja remondikulud vähemalt 3 aasta kohta või läbisõiduni 240 000 km, sh aastase läbisõiduga vähemalt 80 000 km/a, milline on hooldusintervall, millised on kulud varuosadele, garantii tingimused, jmt (**EUR/a**)
5. keskmine kütusekulu linnasõidul (võimalusel tuua SORT 1 ja SORT 2 testprotokollide alusel) (**EUR - l/kg/kWh 100 km**)
6. elektribusside puhul akude eeldatav kasulik eluiga
7. müratase (salongis ja väljas 1 m kaugusel) (**dB**)
8. Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (*soovitud saasteainete piirväärtuste normid on alljärgnevatel tabelites, võrdlusbaasiks on Euro 6 bussid*)

Tabel 1. Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste ja suitsususe piirväärtused Euro 6 bussis ELR ja ESC katseprogrammide puhul.

	Piirväärtus [g/kW h]				Suitsusus [m-1]
	CO	CH	NOx	PM	
EURO 6	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

Tabel 2. Mootorsõiduki heitgaasis sisalduvate saasteainete heitkoguste piirväärtused Euro 6 bussis ETC katseprogrammi puhul.

	Piirväärtus [g/kW h]				
	CO	CH ₄	NMH C	NOx	PM
EURO 6	3.0	0,65	0.4	2,0	0,02

Oleme vajadusel valmis kokku saama ja vastama täiendavatele küsimustele!

Ootame vastuseid 17. novembriks 2014.

Meeldivale koostööle lootes!

Ahto Oja
Tauno Trink

Lisa 1. Kõik bussid peavad vastama järgmistele tingimustele:

1. Bussid peavad olema uued, normaalselt tõrgeteta kasutatavad välistemperatuuri juures -30° C.

2. Bussid peavad olema konstrueeritud ja ehitatud linnaliinide teenindamiseks ja vasakpoolse rooliga.
3. Bussid on varustatud kahetsoonilise (juhikabiin ja salong) kliimaseadmega (konditsioneer) mis võimaldab automaatset sisetemperatuuri kontrollimist.
4. Bussid peavad vastama Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivis 2007/46/EÜ, M3 kategooria sõidukitele sätestatud nõuetele ning omama kogusõiduki tüübikinnituse sertifikaati.
5. Bussil peab olema vähemalt 80 sõitjakohta.
6. Bussid on ühekorruselised.
7. Bussid peavad olema madala põrandaga (low-floor) ja keretüübiga „CE“ vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivile 2007/46/EÜ.

Ahto Oja | ahto.oja@monusminek.ee

Tauno Trink | tauno.trink@monusminek.ee

Mõnus Minek SEES OÜ

Salu 1, Ääsmäe küla, 76402 Harjumaa, EU / Estonia

LISA 10 - Erineva jõuallikaga busside koondav võrdlustabel

Erineva jõuallikaga busside koondav võrdlustabel koos kõikide andmetega.

Näitaja	Gaasibuss	Gaasi-hübriid buss	Diisel-hübriid buss	Elektribuss	Diiselbuss
Diskonteeritud tasuvusaeg	võrreldes: -diiselbussiga on 1 aasta ; -diiselhübriidbussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene); -gaasihübriidbussiga on 0 aastat ; -elektribussiga on 0 aastat .	Võrreldes: -gaasibussiga on üle 12 aasta ; -diiselbussiga on üle 12 aasta ; -diiselhübriid bussiga on üle 12 aasta ; -elektribussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene).	Võrreldes: -gaasibussiga on üle 12 aasta ; -diiselbussiga on üle 12 aasta ; -gaasihübriid bussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene); -elektribussiga on 0 aastat .	Võrreldes: -gaasibussiga on üle 12 aasta ; -diiselbussiga on üle 12 aasta ; -diiselhübriid bussiga on üle 12 aasta ; -gaasihübriid bussiga on üle 12 aasta .	Võrreldes: -gaasibussiga on 11 aastat ; -elektribussiga on 0 aastat (tasuvus on kohene); -diiselhübriid bussiga on 0 aastat ; -gaasihübriid' bussiga on 0 aastat .
Kütusekulu l/kg/100km	39,5 kg	27,5 kg (38,5 Nm ³) ja 27,8 kWh	33,7 l	252 kWh	35,5 l
müratase	<u>Hinnapakumise nr 1 põhjal:</u> sõites 75 dB, seisvana 88 dB	pole teada	sõites 74,6 dB, seisvana 79 dB	sõites 77,6 dB, seisvana 0 dB	pole teada
Saasteainete heitkogused võrreldes piirväärtustega (Mootorsõiduki heitgaasisisalduvate saasteainete heitkoguste	<u>Hinnapakumise nr 2 põhjal:</u> CO - 0,21 g/kWh (normid: 1,5/3,0) CH - NA (normid: 0,25/0,4) CH ₄ - 0,16 (norm: 0,65) NO _x - 0,33 g/kWh (normid: 2,0/2,0) PM - 0,001 g/kWh (normid: 0,02/0,02) NMHC (mittemetaansed	pole teada	kaalutud testi tulemusena: CO - NA CH - NA CH ₄ - NA NO _x - NA PM - NA NMHC (mittemetaansed süsivesinikud) - NA	0 emissioon	kaalutud testi tulemusena: CO - 0,15 g/kWh (normid: 1,5/3,0) CH - NA (normid: 0,25/0,4) CH ₄ - NA (norm: 0,65) NO _x - 0,307 g/kWh (normid: 2,0/2,0) PM - 0,0032 g/kWh (normid:

, suitsususe ja müratase- me piirväärtus- ed Keskkonna ministri 22. septembri 2004. a määrus nr 122)	süivesinikud) - 0,002 g/kWh (norm: 0,4)		NA - not available (pole saadaval)		0,02/0,02) NMHC (mittemetaansed süivesinikud) - NA (norm: 0,4)
Kütuse hind (EUR/kg/l/k Wh)	0,779 €/kg	0,779 €/kg ning 0,1 €/kWh	1,28 €/l	0,1 €/kWh	1,28 €/l
Liinikilomeet ri hind	1,04 €/km	1,35 €/km	1,26 €/km	1,30 €/km	1,20 €/km
Kohtade arv bussis	32 istekohta + juht, 52 seisukohta	32 istekohta	25-42 istekohta	23-34 istekohta	32 istekohta + juht, 52 seisukohta
NPV	Võrreldes: -diisibussiga on 60 776 € (projekti sisemise tulumääraga IRR 10%); -diiselhübriidbussiga on 124 666 € (IRR 28%); -gaasihübriidbussiga on 285 100 € (IRR 87%); -elektribussiga on 349 398 € (IRR 146%).	Võrreldes: -gaasibussiga on -285 412 €; -diislibussiga on - 224 636 €; -diiselhübriid bussiga on -160 746 €; -elektribussiga on 84 175 € (IRR 10%)	Võrreldes: -gaasibussiga on -124 666 € -diisibussiga on üle -63 889 € -gaasihübriid bussiga on 160 746 € (IRR 55%) -elektribussiga on 224 732 € (IRR 106%)	Võrreldes: -gaasibussiga on -349 398 €; -diisibussiga on -288 622 €; -diiselhübriid bussiga on -224 732 €; -gaasihübriid bussiga on -63 986 €.	Võrreldes: -gaasibussiga on - 60 776 €; -elektribussiga on 288 622 € (IRR 163%); -diiselhübriid bussiga on 63 889 € (IRR 15%); - gaasihübriidbussig a on 224 636 € (IRR 99%).
Busside maksumus (EUR)	290 100 € (hinnapakkumiste nr 1 ja nr 2 keskmine)	411 000 €	301 800 €	552 000 €	259 200 €

Lisa 11. Heitgaaside piirväärtused (Mootorid sõidukitele M2, M3; N2, N3)

Heitmed:	Ühikud	ECE R 49	R 49 -20%	EURO 1	EURO 2	EURO III	EURO IV	EURO V	EURO VI
keemiline ühend		enne 1990 *	1.10.1990 *	1.7.1992 *	1.10.1995 *	1.10.2000 *	1.10.2005 *	1.10.2008 *	31.12.2012 *
			1.10.1991 **	1.10.1993 **	1.10.1996 **	1.10.2001 **	1.10.2006 **	1.10.2009 **	31.12.2013 **
CO	g/kWh	14,00	11,20	4,50	4,00	2,10	1,5	1,5	1,5
HC	g/kWh	3,50	2,4 ?	1,10	1,10	0,66	0,46	0,46	0,25
NOx	g/kWh	18,00	14,40	8,00	7,00	5,00	3,50	2,00	2,00
PT	g/kWh	-	-	0,36	0,15	0,10	0,02	0,02	0,02
Suits	M*-1			0,86	0,86/0,78	0,80	0,5	0,5	0,15
Väävel	ppm					B150/D350	B50/D50	10?	
CEMT-i nimetus			"EURO 0"	GREEN LORRY	GREENER AND SAFE LORRY	EURO III	EURO IV		
CEMT-i märk			L	U	S	3	4	5	
Müratase	dB(A)	84	80	80	80	80	80	80	
* Uute sõidukitüüpide tüübikinnitusel									
** Sõidukite esmarestreerimisel (esmakordsel kasutuselevõtul)									