



Biokaasuauton muunnos, Skoda Octavia 1,6 FSI, vm 2005



Suupohjan
koulutuskuntayhtymä,
VUOKSI Pekka Lammi

Johdanto

- Tässä hankkeessa oli lähtökohtana toteuttaa biokaasua polttoaineena hyödyntävä, yleisessä tieliikenteessä käytettävä auto.
- Konversion eli muutoksen ajoneuvoksi valittiin oppilaitoksen omasta käytöstä oleva auto Skoda Octavia 1,6, FSI vuosimalli 2005.
- Koska muutoksen kohde on ottomoottorilla varustettu auto, muutoksen nimi on bifuel konversio . Bifuel tarkoittaa kahdella eri polttoaineella, kaasulla ja bensiinillä toimivaa ottomoottoria, kun dualfuel-termillä tarkoitetaan kaasua ja dieselpolttoainetta yhtäaikaan käyttävää dieselmoottoria. Termien ero selittyy sillä, että dieselmoottorissa kaasuseoksen sytyttämiseen tarvitaan pieni määrä dieselpolttoainetta, kun ottomoottorissa kaasuseos sytytetään sytytystulpan kipinällä, joten dieselmoottoreissa käytettävää pilot-polttoainetta ei tarvita.
- Muutos on rajattu käsittelemään bifuel-konversiota.
- Muutostyön Suupohjan koulutuskuntayhtymälle teki asennus oikeuden omaava yritys Aka-Crew Oy Kauhajoelta, komponentit tulivat tämän yrityksen kautta maantuojalta Terra Gas Finland Oy:n kautta.
- Minkä tahansa bensiinitoimisen auton voi muuttaa toimimaan bensiinin lisäksi myös metaanilla eli liikennebiokaasulla tai maakaasulla.
- Bensiinijärjestelmän rinnalle asennetaan kaasusäiliö ja kaasunannostelulaitteisto.
- Kaasujärjestelmiä saavat asentaa ainoastaan tehtävään koulutetut ja asennustutkinnon suorittaneet henkilöt. Lisäksi kaasulaitteiden komponenteilla tulee olla E 110- ja asennussarjalla E 115-hyväksyntä. Asennuksen jälkeen on tehtävä vielä muutoksatsastus.

Liikennekaasu

- Liikennekaasut ovat metaanipohjaisia kaasuja (CH₄).
- Metaania käytetään yleisesti laboratorio- ja polttokaasuna.
- Sitä käytetään lähtöaineena monien kemikaalien, kuten metanolin, ammoniakin, halogenoitujen tuotteiden valmistamisessa ja orgaanisten yhdisteiden synteeseissä.
- Biokaasua ja maakaasua käytetään ajoneuvoissa polttoaineena.
- Ajoneuvoissa käytettävän jalostetun biokaasun metaanipitoisuuden tulee olla vähintään 95 %.
- Maakaasu soveltuu hyvin myös ajoneuvoihin. Suomessa käytettävä maakaasu sisältää 98 % metaania, loput 2 % ovat etaania ja typpeä.

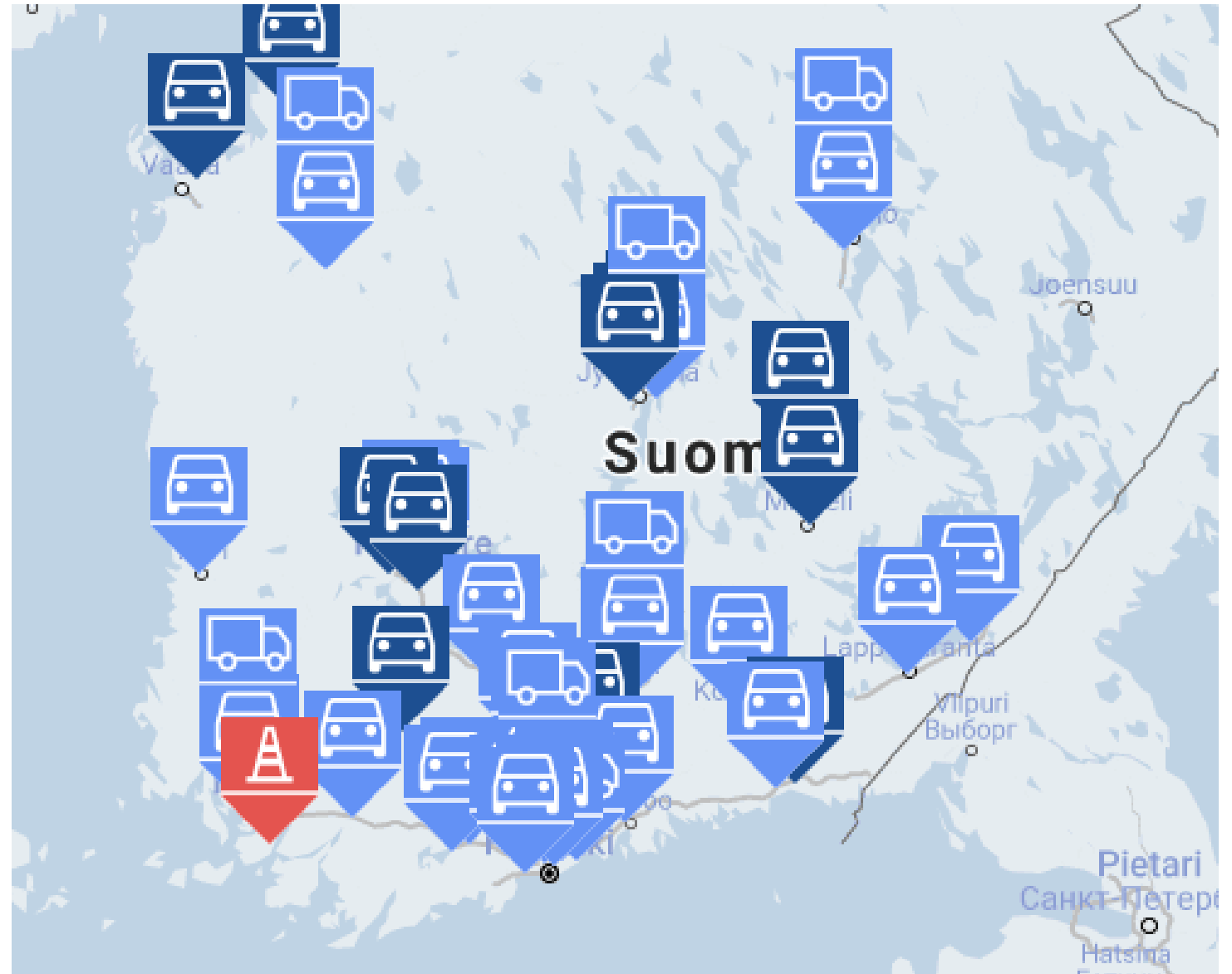
Biokaasu

- Biokaasu on uusiutuvaa energiaa.
- Biokaasu sisältää 60-65 % metaania (CH₄) ja 30-35 % hiilidioksidia (CO₂). Lisäksi biokaasussa on mm. Vettä (H₂O), typpeä (N₂), happea (O₂), vetyä (H₂), ammoniakkia (NH₃) ja rikkivetyä (H₂S) valmistus raaka-aineesta riippuen.
- Metaani on vapaasti ilmakehään päästessään 20-70 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu.
- Biokaasun hyötykäytöllä voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.
- **LIIKENNEPOLTTOAINEENA BIOKAASU ON VIHREÄ VALINTA.**

Maakaasu

- Maakaasu on fossiilinen polttoaine, jota tuodaan Suomeen lähinnä Venäjältä Länsi-Siperian kaasukentiltä kaasuputkella Imatran kautta.
- Maakaasu on syntynyt biomassan hajotessa maan uumenissa anaerobisen bakteeritoiminnan ja maaperän lämmön vuorovaikutuksesta.
- Metaanin lisäksi maakaasussa on pieniä määriä propaania, butaania, etaania, pentaania sekä muita raskaampia hiilivetyjä ja joskus heliumia sekä typpeä.
- Maakaasua saadaan maakaasu- ja öljyesiintymistä sekä liuskekivestä.
- Puhdistettu maakaasu on väritön ja hajuton heikosti sinertävällä liekillä palava kaasu.
- Liikennekäytössä olevaan kaasuun on lisätty hajustetta turvallisuussyistä.

Tankkausasemat Suomessa



<https://www.biokaasuauto.fi/>

- Kyseiseltä sivustolta löytyy lisää tietoa biokaasusta, sekä videota asennuksesta
- Esim. linkki asennusvideoon alla

<https://www.youtube.com/watch?v=-MjC335grXs>

Myös TerraGas Finland Oy:n videot on havainnollisia

<https://www.youtube.com/watch?v=A2o0JRU2X54>

<https://youtu.be/1vmkscIIrYM>

Biokaasun turvallisuus

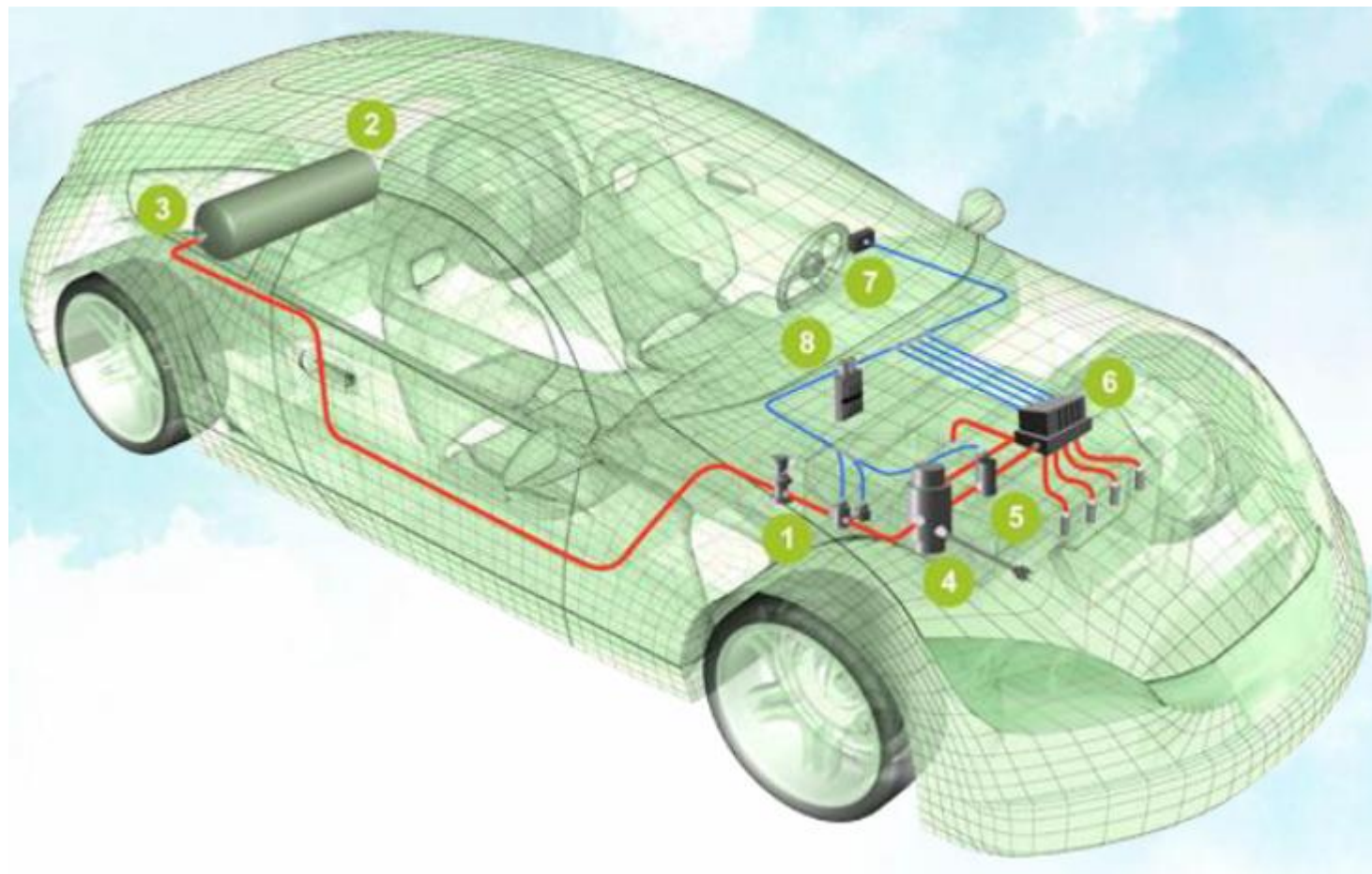
- Biokaasu on turvallisempi polttoaine kuin bensiini tai dieselöljy. Kaasuauton turvallisuuden takaavat sekä biokaasun fysikaaliset ominaisuudet että pakolliset kaasujärjestelmän turvalaitteet.
- Biokaasun sisältämä metaani on ilmaa kevyempää, joten kaasu haihtuu nopeasti ilmaan mahdollisen vuodon tapahtuessa. Metaani on syttyvää vain silloin, kun sitä on 5-15 % ilmaan sekoittuneena. Lisäksi metaanin itsesyttymislämpötila on hyvin korkea, 650 celsiusastetta.
- Vastaavasti bensiini- ja dieselhöyryt voivat syttyä jo alle 1 %:n pitoisuudessa ilmassa ja niiden itsesyttymislämpötila on noin 250 celsiusastetta.
- Vuoto- ja tulipaloriskiä kolaritilanteissa vähentää myös se, että kaasuautoihin asennetut paineistetun biokaasun tankit ovat huomattavasti tukevampaa tekoa kuin bensiini- ja dieselöljytankit, eli niiden repeytyminen on epätodennäköisempää.

Biokaasu/Maakaasu

- Millaiset tulokset saatiin itävaltalaisen ING. Bernhard Schneiderin tutkimuksessa
- Testiolosuhteissa jäljiteltiin tilannetta ”vuotava bensiinisäiliö” ja ”vuotava maakaasusäiliö”.
- Tuloksena oli, että 35 m² kokoisessa autotallissa maakaasun ja ilman seos on vaarattomampi kuin bensiinin ja ilman seos.
- Polttoaine syttymislämpötila on merkittävästi alhaisempi kuin maakaasu-ilmaseos.
- Bensiinillä on näin ollen polttoaineena maakaasuun verrattuna suurempi riskipotentiaali.
- 250 m² kokoisessa tilassa vain bensiini saavutti räjähdysvaaran eli syttymiskelpoisen seoksen ilman kanssa.

Kaasujärjestelmän komponentit

- 1 Täyttöventtiili kaasun tankkausta varten.
- 2 Kaasusylinteri eli tankki paineistetulle kaasulle.
- 3 Sylinteriventtiili, jonka läpi kaasu virtaa sisään ja ulos tankista.
- 4 Paineenlennin alentaa paineen moottorin suihkutukseen sopivaksi.
- 5 Kaasusuodatin.
- 6 Injektorikisko. Suihkuttaa oikean määrän kaasua kullekin sylinterille.
- 7 Polttoaineen valintakytkin ja kaasumittari.
- 8 Kaasujärjestelmän ohjausyksikkö.



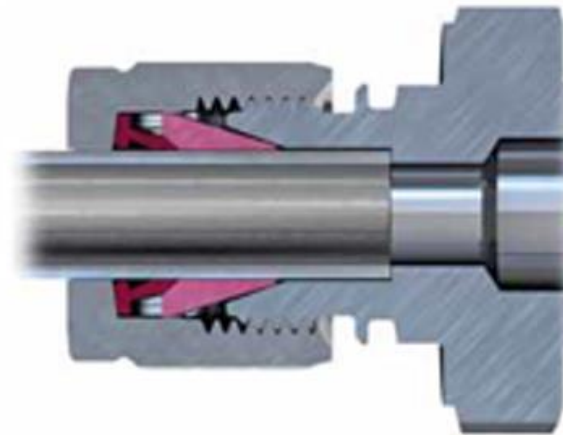
Tankkausventtiili

- Kaasuautojen tankkaus suoritetaan tankkausventtiilin kautta. Tankkausletku kiinnitetään pikalukituksella liittimeen ja tankkaus voidaan suorittaa, kun jakeluaseman järjestelmä tunnistaa täyttöletkun olevan kiinni.
- Suomessa käytetään NGV1 P 30 standardin mukaisia täyttöventtiilejä kevyessä kalustossa.
- Tankkausventtiili voidaan ajoneuvossa asentaa moottoritilaan konepellin alle tai ulkopuolelle ajoneuvon takaosaan, yleisesti takalokasuojaan.



Kaasuputki

- Ajoneuvon kaasuasennuksissa saa korkeapainepuolella käyttää vain teräksistä muovitettua putkea.
- Putken tulee täyttää ECE 110 R:n vaatimukset ja se on oltava merkittynä putkeen.
- Kaasuputkien liitokset toteutetaan helmiliitoksin ja korkeapainepuolella liitosten määrä tulee pitää mahdollisimman pienenä, mieluummin yhtenäinen putki säiliöltä paineensäätimelle.
- Liitoksien kautta kaasua ei saa päästä ajoneuvon sisälle.



Säiliö



Kaasusäiliöön varastoidaan ajoneuvossa käytettävä biokaasu. Kaasunpaine on noin 200 bar. Maksimi täyttöpaine on 260 bar. Ajoneuvokäytössä kaasusäiliöt ovat sylinterityyppisiä. Kaasusäiliön tilavuudet vaikuttavat toimintasäteeseen.

Kaasusäiliöitä on eri kokoisia ja niitä voidaan ketjuttaa. Esimerkki autossa Skoda Octavia säiliön tilavuus on 75 litraa ja siihen sopii noin 12 kiloa kaasua. Tällä kaasumäärällä auto kulkee noin 300 kilometriä. Kaikille hyväksytyille kaasusäiliöille on määritetty käyttöikä, joka on merkittynä kaasusäiliöön. Kaasusäiliön käyttöikä on 20 vuotta, jonka jälkeen se pitää vaihtaa uuteen.

Jos kaasusäiliössä on vaurioita esimerkiksi ruostetta se pitää myös uusia.

Kaasusäiliöt on jaoteltu neljään luokkaan:

1. Kaasusäiliö on valmistettu kokonaan teräksestä. Ulkopuolen pinnoitteena on maali. Tämä on yleisin kaasusäiliö tyyppi, raskain ja halvin vaihtoehto.
2. Kaasusäiliö valmistettu teräksestä tai alumiinista ja on osittain päällystetty kuidulla. Vahvistuskuitu voi olla esimerkiksi lasi-, hiili- tai aramidikuitua.
3. Kaasusäiliö valmistettu metallista, yleensä alumiinista ja on kokonaan päällystetty vahvistuskuidulla.
4. Kaasusäiliön valmistus, jossa sisäosa on muovia ja päällyste kokonaan kuitua. Tämä on kallein ja kevyin kaasusäiliö tyyppi.

Kaasusäiliön valinta on sovittava ajoneuvon mukaan, jossa otetaan huomioon hinta, paino, ja haluttu tilavuus.

Tankin sulkuventtiili / Säiliöventtiili

- Venttiili kiinnitetään suoraan säiliöön kierteellä.
- Venttiilissä on käsikäyttöinen sulkuventtiili huoltotoimenpiteitä varten ja sähköinen solenoidiventtiili, jota ohjaa kaasulaitteiston ECU (ohjainlaite).
- Venttiilin yhteydessä on lämpösulake, jonka tehtävänä on estää liian korkea säiliön lämpötila. Jos säiliön lämpötila nousee yli sallitun rajan, + 108 C +- 6 C päästää lämpösulake kaiken kaasun ulos säiliöstä suojaletkuren välityksellä auton ulkopuolelle.
- Samoin tapahtuu, jos säiliön paine nousee liian korkeaksi.
- Painetta valvoo sisäänrakennettu ylipaineventtiili, jonka toimintapaine on 30 Mpa.
- Lisäksi venttiilissä on letkurikkoventtiili, joka sulkeutuu, mikäli virtaus kasvaa äkillisesti.



Paineensäädin

- Paineensäätimessä kaasun paine alennetaan n.200 bar arvosta 2-4 bar paineeseen. Eri järjestelmissä paine muutos voi vaihdella 5-9 bar mukaisena.
- Paineenalennus tehdään kahdessa vaiheessa.
- Koska kaasun laajeneminen sitoo lämpöä, säädin jäähtyy voimakkaasti.
- Paineensäätimen lämpötilan tasaamiseksi se on liitetty moottorin jäähdytysnestepiiriin. Jäähdytysneste lämmittää paineensäädintä, jolloin vältetään jäätymiseltä.
- Jälkiasennus järjestelmissä moottorin jäähdytysnesteen lämpötilan pitää nousta 40 C astetta lämpötilaan, jolloin järjestelmä automaattisesti syöttää kaasua järjestelmään, jos säiliössä on kaasua.
- Ennen lämpötilan nousua moottori käy bensiinin avulla.
- Jos järjestelmä havaitsee vian, paineensäädin lakkaa syöttämästä kaasua ja järjestelmä automaattisesti siirtyy käyttämään bensiiniä.
- Kaasun tai bensiinin vaihtuessa käytettäväksi polttoaineeksi ajossa eroa ei huomaa.



Painemittari

- Kaasujärjestelmän korkeapainepuolelle on liitetty painemittari.
- Mittari on tyypiltään mekaaninen, johon on sisäänrakennettu optinen anturi, joka lähettää painetiedon kaasujärjestelmän ECU:lle (ohjausyksikölle).
- Täältä painetieto välittyy ajoneuvon sisällä olevaan vaihtokytkimeen.



Injektorit



- Injektori saa kaasun paineensäätimeltä. Työpainealue on 0,5-4 baria.
- Osassa järjestelmiä työpaine voi olla 5-9 baria.
- Injektori syöttää kaasua suuttimien kautta imusarjaan moottorin sytytysjärjestelmän mukaan.
- Ohjaus saadaan kaasujärjestelmän ECU:lta, eli ohjausyksiköltä.
- Injektoreilta kaasu menee letkua pitkin suuttimille.

Käyttökytkin / mittari



- Auton sisällä on kaasujärjestelmän vaihtokytkin, jossa on led valojärjestelmä. Se näyttää kaasumäärän ja järjestelmän toimintatilan.
- Kaasumäärän tieto led valolle saadaan painemittarista, joka on mekaaninen, mutta siihen on liitetty optinen anturi.
- Vaihtokytkimellä voidaan vaihtaa manuaalisesti järjestelmän toimintatila bensiinille tai kaasulle.

KAASUJÄRJESTELMÄN OHJAINLAITE ELI ECU

- Ohjainlaite toimii ajoneuvon oman moottorinohjainlaitteen rinnalla ja hyödyntää moottorin antureiden välittämää tietoa toiminnassaan.
- Ajoneuvojärjestelmän tietoja tarvitaan kierrosluvusta ja lambda-anturin antamaa tietoa.
- Kaasujärjestelmästä saadaan erillisen anturin avulla painetieto ja lämpötila sekä moottorin imusarjan paine.
- Ohjainlaite myös valvoo paineensäätimen toimintaa.
- Ohjainlaite tulee päivittää ajoneuvon ohjainlaitteen kanssa toiminaan säätöohjelman mukaisena.

KAASUSUODATIN

- Kaasusuodatin asennetaan ajoneuvon matalapaineosaan, paineensäädin-venttiilin jälkeen.
- Suodattimen tehtävänä on poistaa kaasusta mahdolliset epäpuhtaudet, jotta injektorien ja suuttimien toiminta on moitteetonta.

IMUSARJAN PAINETUNNISTIN; MATALAPAINETUNNISTIN JA LÄMPÖTILA-ANTURI

- Kaasujärjestelmän ohjainlaitteen on saatava tietoa kaasun paineesta ja lämpötilasta, sekä moottorin imusarjan paineesta.
- Ohjainlaite tiedostaa anturin avulla moottorin kuormitustason ja tunnistaa virtaavan kaasun paineen.
- Näiden tunnistettujen tietojen avulla järjestelmä osaa säätää kaasun suihkutusta eri kuormitustilanteissa.

Turvallisuusohjeet kaasuasennuksiin sivu 1

- Jos suinkin mahdollista, asiakkaan tulisi ajaa kaasusäiliö tyhjäksi ennen huoltotöitä.
- Kaikki huolto-asennus ja korjaustyöt kaasulaitteistoon liittyen tulee tehdä vain kansallisten lakien ja vaatimusten mukaisesti koulutetun henkilön toimesta.
- Kaikki huolto-asennus ja korjaustyöt kaasulaitteistoon liittyen tulee tehdä vain kansallisten lakien ja vaatimusten mukaisesti varustetulla korjaamolla, jossa on huomioitu kaasulaitteiston erityisvaatimukset.
- Valmistajan ohjeita, määräyksiä, standardeja ja suosituksia kaasuautojen korjaustoimintaan liittyen on julkaistu maahantuojaan tiedotteissa.
- Asennusolosuhteissa pitää olla riittävä ilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneiston pitää olla räjähdysluokan vaatimukset täyttävä ATEX-luokiteltu malli.
- Kaasuajoneuvojen korjaamopaikat on varustettava kaasuhälyttimillä.
- Maakaasu on tulenarkaa ja muodostaa räjähtävän seoksen ilman kanssa.
- Maakaasu on ilmaa kevyempää, siksi se nousee aina ylöspäin.
- Ajoneuvon kaasulaitteiston lähellä ei saa olla mitään sytytyslähdettä (tai mitään laitteita jotka muodostavat liekin tai kipinäitä).
- Maakaasun hengittäminen voi aiheuttaa huimausta ja vahingoittaa keuhkoja.
- Jos maakaasun pitoisuus on suuri , tukehtuminen hapen puutteen takia on mahdollista.
- Maakaasu ei ole hajutonta. Turvallisuussyistä siihen on lisätty hajusteaineita, jotta ihminen voi aistia sen jo pieninä pitoisuuksina.

Turvallisuusohjeet kaasuasennuksiin sivu 2

- Ennen kaasulaitteistoon liittyviä töitä akun maajohto tulee irrottaa.
- Maakaasulaitteistoon liittyvien töiden yhteydessä tulee varmistaa, ettei staattista sähkövarausta pääse syntymään.
- Asentajan pitää käyttää tarkoitukseen soveltuvia antistaattisia vaatteita, käsineitä ja kenkiä.
- Ennen minkään kaasulaitteistoon liittyvän työn aloitusta kaasulaitteiston paine pitää alentaa.
- Maakaasusäiliöitä ei saa tyhjentää sisätiloissa.
- Ennen säiliön tyhjentämistä pitää varmistaa 10x10 metrin turva-alue.
- Turva-aluetta tulee valvoa tyhjennyksen aikana.
- Kaasusäiliön tyhjentämisen aikana ei saa koskea tankin sulkuventtiiliin – paleltuma vaara.
- Kaasulaitteiston osat voidaan korvata vain samanlaisilla, kyseiseen käyttötarkoitukseen hyväksytyillä osilla.
- Kaasulaitteiston osat tulee asentaa siten, että alkuperäinen kaasuputkien asento ja reititys säilyy.
- Riittävä etäisyys kaikista liikkuvista tai kuumista osista tulee säilyttää kaasuputkiin ja muihin kaasulaitteiston osiin kohdistuvien vaurioiden välttämiseksi.
- Ajoneuvossa olevaa kaasuputkistoa ei saa taivuttaa tai vääntää.
- Kaasuputken kiinnitysmutteria ei saa missään tapauksessa kiristää enempää kuin ohjeissa on mainittu. Muuten kierre ja liitos voi vaurioitua jolloin putki pitää vaihtaa.
- **KAASULAITTEISTON HUOLTO-ASENNUS JA KORJAUSTÖIDEN JÄLKEEN KAASUJÄRJESTELMÄN TIIVIYS PITÄÄ AINA TARKISTAA OHJEIDEN MUKAISESTI.**

Pakokaasupäästöt, omat mittaukset

- Mittaukset osoittivat, että kaasulla oli päästöt pienemmät niillä kaasuilla, joita mitataan katsastuksessa.
- Viereisessä taulukossa vasemmalla on bensiinillä tehdyt mittaukset ja oikealla biokaasulla.
- Käyttämämme mittari oli Bosch merkinen

TULOKSET		
Silmäm. tarkistus:	o.k.#	
Moot. lämpöt. [°C]	o.k.	
min: 60	On: 82	
OBD-testi:		
Testaustila:		
Tuettu :	11111100101	
Suoritettu :	00000000000	
Osaajärjestelmätestit	o.k.	
suoritettu	o.k.	
Päästöihin vaikuttavien vikojen määrä:	0 o.k.	
OBD-merkkivalo		
Silmäm. tark.:	o.k.#	
Ohjaus :	o.k.#	
Tila :	o.k.	
Korotettu joutokäynti		
Pyörintänopeus	2412	/min
Lambda	0.995	
CO	0.135	% til
CO2	15.34	% til
HC	40	ppm til
O2	0.01	% til
COcor	0.135	% til
TULOKSET		
Korotettu joutokäynti:		
Pyörintänopeus (2000-)		
CO	(0.20)	o.k.
HC	(100)	o.k.
Lambda	(0.97-1.03)	o.k.
Testi hyväksytty		

TULOKSET		
Silmäm. tarkistus:	o.k.#	
Moot. lämpöt. [°C]	o.k.	
min: 60	On: 77	
OBD-testi:		
Testaustila:	11111100101	
Tuettu :	00000000000	
Suoritettu :	00000000000	
Osaajärjestelmätestit	o.k.	
suoritettu	o.k.	
Päästöihin vaikuttavien vikojen määrä:	0 o.k.	
OBD-merkkivalo		
Silmäm. tark.:	o.k.#	
Ohjaus :	o.k.#	
Tila :	o.k.	
Korotettu joutokäynti		
Pyörintänopeus 2075	/min	
Lambda	1.000	
CO	0.008 % til	
CO2	15.56 % til	
HC	7 ppm til	
O2	0.01 % til	
COcor	0.008 % til	
TULOKSET		
Korotettu joutokäynti:		
Pyörintänopeus (2000-)		
CO	(0.20) o.k.	
HC	(100) o.k.	
Lambda	(0.97-1.03) o.k.	
Testi hyväksytty		



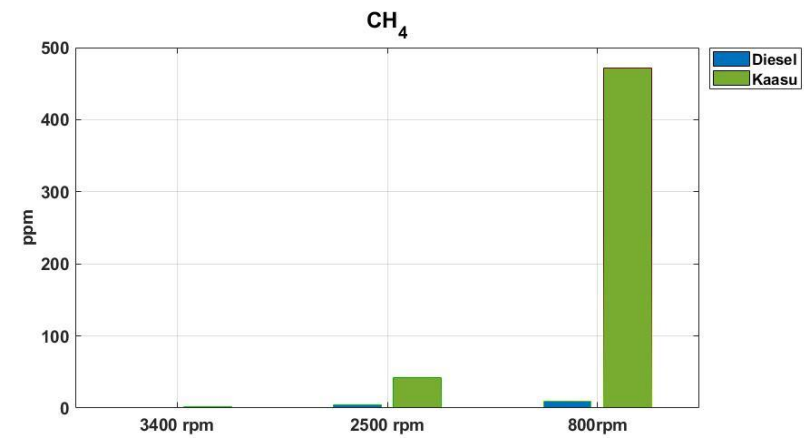
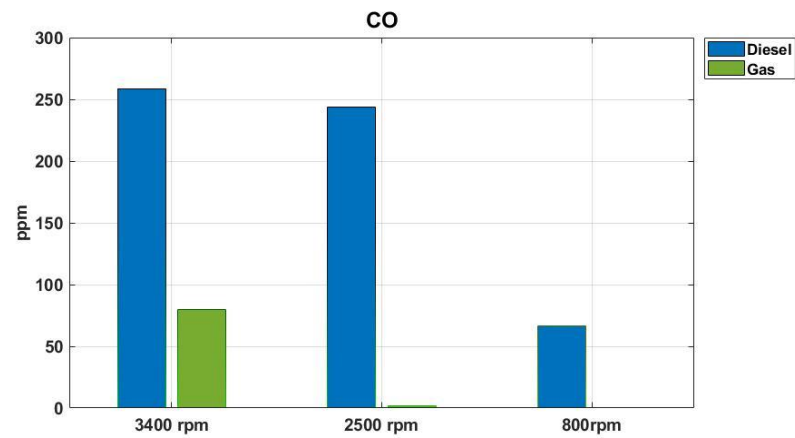
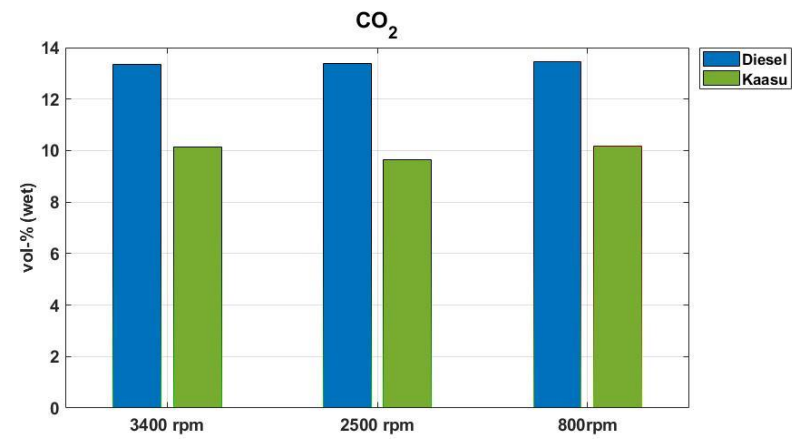
Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Sonja Heikkilä

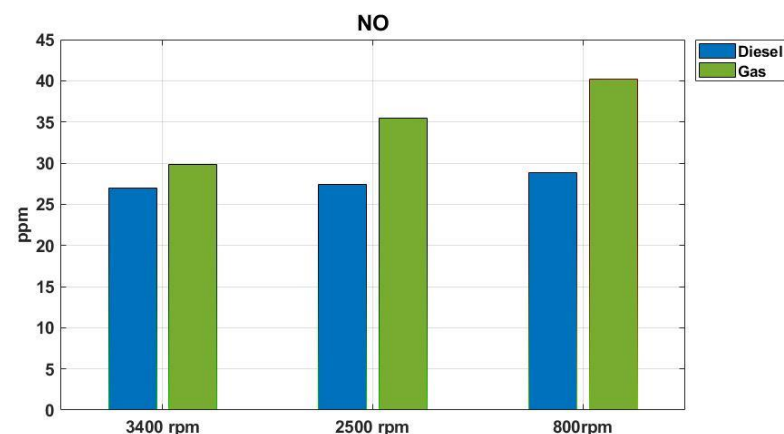
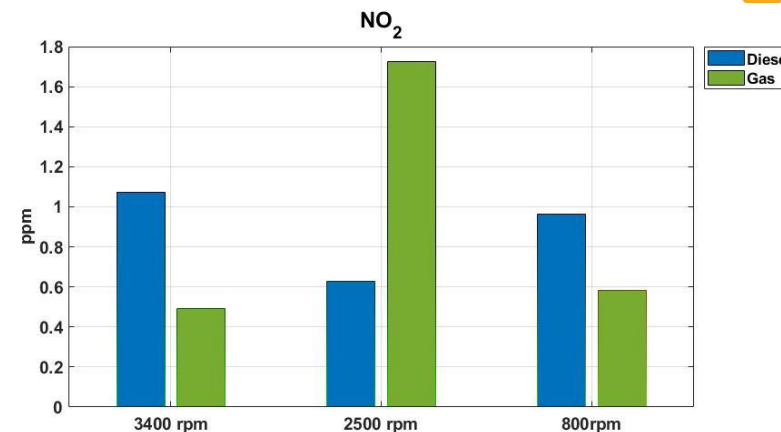
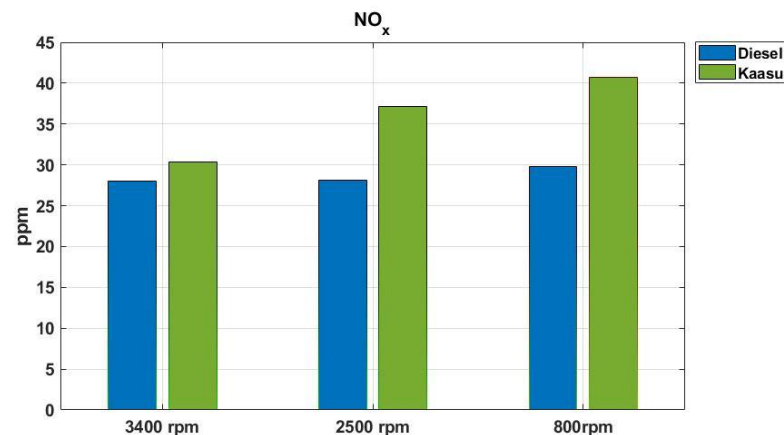
Kaasuauton päästömittaukset

14.5.2019

CO₂, CO ja CH₄



Typen oksidit



Moottori on käynyt kaasulla laihalla seoksella. Tämä voi vaikuttaa päästöihin vähentämällä hiilidioksidipäästöjä ja lisäämällä typen oksideja, sillä katalysaattori ei toimi kunnolla.

Esityksessä käytetyt lähteet:

- Skoda kaasautot Helkama
- Biokaasuauto.fi
- Suomen kaasuenergia
- Suomen kaasuyhdistys
- Metaanin käyttöturvallisuustiedote
- TerraGas Finland Oy
- Gasum Oy
- Kaasuautoilijat ry

KULJEN KAASULLA
KAASUAUTO