

Petri Karinen

**KATALYSAATTORIN  
PUHDISTUSKYVYN RAJA-  
ARVOJEN SELVITTÄMINEN**  
Tutkimuskohteina ottomoottorien katalysaat-  
torit

Opinnäytetyö  
Auto- ja Kuljetustekniikka


Kesäkuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

|   |   |   |
|---|---|---|
| <br><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br>Mikkeli University of Applied Sciences   |   | <b>Opinnäytetyön päivämäärä</b><br><br>18.06.2010 |
| <b>Tekijä(t)</b><br>Petri Karinen   | <b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b><br><b>Auto- ja kuljetustekniikka</b> |   |
| <b>Nimeke</b><br>Katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvojen selvittäminen  |   |   |
| <b>Tiivistelmä</b><br><br><p>Tässä työssä oli tarkoitus tutkia erilaisia ja -kokoisia, ottomoottoria käyttävien ajoneuvojen katalysaattoreita. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, löytyykö katalysaattoreille yhteisiä puhdistuskyvyn raja-arvoja. Jos raja-arvot löytyvät, niistä olisi apua korjaamoille vianmäärityksiin, kun kyseessä olisi päästöarvot ylittävä ajoneuvo.</p> <p>Työssä käydään lyhyesti läpi pakokaasujen koostumus ja niiden syntymiseen vaikuttavia tekijöitä. Myös katalysaattorin rakenteeseen ja sen toimintaan vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan. Työn painopiste on katalysaattorien mittauksissa ja niiden tulosten analysoinnissa.</p> <p>Katalysaattorien puhdistuskykyä mitattiin kahdella eri pakokaasuanalysaattorilla, toisella ennen katalysaattoria olevia päästöarvoja ja toisella katalysaattorin jälkeisiä päästöarvoja. Samalla tutkittiin katalysaattorin pintalämpötilan vaikutusta puhdistusasteeseen.</p> |   |   |
| <b>Asiasanat (avainsanat)</b><br>Katalysaattori, pakokaasupäästöt, raja-arvo, puhdistusaste   |   |   |
| <b>Sivumäärä</b><br>26+48   | <b>Kieli</b><br>Suomi   | <b>URN</b><br>URN:NBN:fi:mamk-opinn201091622      |
| <b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b><br>Kaikki mittauspöytäkirjat ovat liitteinä  |   |   |
| <b>Ohjaavan opettajan nimi</b><br>Janne Varis   | <b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b><br>Mikkelin ammattikorkeakoulu            |   |

## DESCRIPTION

|  |  |  |
|--|--|--|
| <br><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br>Mikkeli University of Applied Sciences  |  | <b>Date of the bachelor's thesis</b><br><br>18.06.2010 |
| <b>Author(s)</b><br>Petri Karinen  | <b>Degree programme and option</b><br>Automotive and Transport Engineering     |  |
| <b>Name of the bachelor's thesis</b><br>To determine catalytic converter's limits of cleaning states   |  |  |
| <b>Abstract</b><br><p>In this diploma work the purpose was to explore catalytic converters of different sizes, used in spark-ignition engines. The aim of this work was to determine a common cleaning limits for catalytic converters. If the limit values can be found, they should help workshops in the trouble shooting, in case the vehicle fails the emission values.</p> <p>This final project shows a brief overview of the composition of the exhaust gases, and factors influencing their generation. Also the structure of the catalytic converter and the factors influencing its performance is overviewed. The Work focuses on measurements of catalytic converters and the results analysis.</p> <p>Catalytic converters cleaning ability were measured by two different exhaust gas analyzer. The one analyzer measured the emission rates before catalytic converter and the other measured emission rates after catalytic converter. At the same time the surface temperature of the catalytic converter was examined and what effect it had on the degree of purification.</p> |  |  |
| <b>Subject headings, (keywords)</b><br>Catalytic converter, exhaust emissions, limit, cleaning state   |  |  |
| <b>Pages</b><br>26+48  | <b>Language</b><br>Finnish   | <b>URN</b><br>URN:NBN:fi:mamk-opinn201091622           |
| <b>Remarks, notes on appendices</b><br>All measuring protocols are attached  |  |  |
| <b>Tutor</b><br>Janne Varis  | <b>Bachelor's thesis assigned by</b><br>Mikkeli University of Applied Sciences |  |

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....   | 1  |
| 2 PAKOKAASUJEN SISÄLTÖ.....                                      | 1  |
| Pakokaasujen syntyyn vaikuttavia tekijöitä.....                  | 2  |
| 3 PÄÄSTÖJEN SEURANTA.....  | 4  |
| 4 KATALYSAATTORI .....   | 5  |
| Katalysaattorin toiminta.....                                    | 5  |
| NO <sub>x</sub> -varaajakatalysaattori.....                      | 6  |
| Katalysaattorin pilaantuminen .....                              | 6  |
| 5 MITTAUSTEN VALMISTELU .....                                    | 6  |
| 6 MITTAUKSET .....   | 8  |
| VW Golf .....  | 8  |
| Honda Civic .....  | 9  |
| Loput mittaukset .....   | 9  |
| 7 TULOSTEN KÄSITTELY JA TARKASTELU .....                         | 10 |
| Esimerkki BMW:n katalysaattorin analysoinnista .....             | 10 |
| Katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvot.....                   | 18 |
| Kaikkien mitattujen katalysaattorien puhdistusasteet .....       | 19 |
| Katalysaattoreiden tilavuuksien vertaaminen puhdistuskykyyn..... | 20 |
| Kaksoiskatalysaattorin mittaus.....                              | 24 |
| Lähes uuden auton päästöarvojen tarkastelu.....                  | 25 |
| 8 POHDINTA.....  | 25 |
| LÄHTEET .....  | 27 |
| LIITTEET   |    |

## 1 JOHDANTO

Tänä päivänä autokorjaamoille tulee yhä enemmän vanhoja, yli kymmenen vuotta vanhoja ajoneuvoja huoltoon liiallisten päästöjen vuoksi, jotka on todettu määräaikaikastastuksessa. Syitä liiallisiin päästöihin on monia, mutta yleensä viat kohdistuvat katalysaattoreihin tai lambda-antureihin. 1970-luvun puolivälistä lähtien pakokaasukatalysaattorit puhdistivat vain noin 50 % päästöistä. Lambdatunnistimen keksiminen ja käyttöönotto katalysaattorin rinnalle nosti konversiotason maksimissaan 80 – 90%, joten katalysaattorin toiminta määrää hyvin pitkälti päästöjen määrän. Moottorinohjauksen toiminta ja itse moottorin fyysinen kunto vaikuttavat myös olennaisesti päästöjen määrään. Vanhemmissa autoissa moottorin kulumisen yhdistettynä vialliseen moottorinohjaukseen voivat olla myös pelkästään syinä päästörajojen ylittymiseen, vaikka katalysaattori olisikin täysin kunnossa. /1./

Tässä opinnäytetyössä pyritään selvittämään ottomoottorien pakokaasujen maksimiraja-arvoja, jotka kunnossa oleva katalysaattori pystyy vielä puhdistamaan valtioneuvoston määräämiin raja-arvoihin. Mikäli luotettavat raja-arvot löytyvät, niistä on merkittävä apu korjaamoille vianmääritykseen, kun kyseessä on päästörajat ylittävä ajoneuvo. Työssä mitataan pakokaasujen arvoja ennen katalysaattoria ja sen jälkeen. Moottoreihin simuloidaan anturivikoja ja häiritään moottorin toimintaa, jotta päästöt saadaan kasvamaan tarpeeksi mittauksia varten. Mittaukset tehdään muutamilla eri moottoreilla, joista yhdellä käytetään vuorotellen erilaisia ja -kokoisia katalysaattoreita. Tämän jälkeen saadut tulokset analysoidaan.

## 2 PAKOKAASUJEN SISÄLTÖ

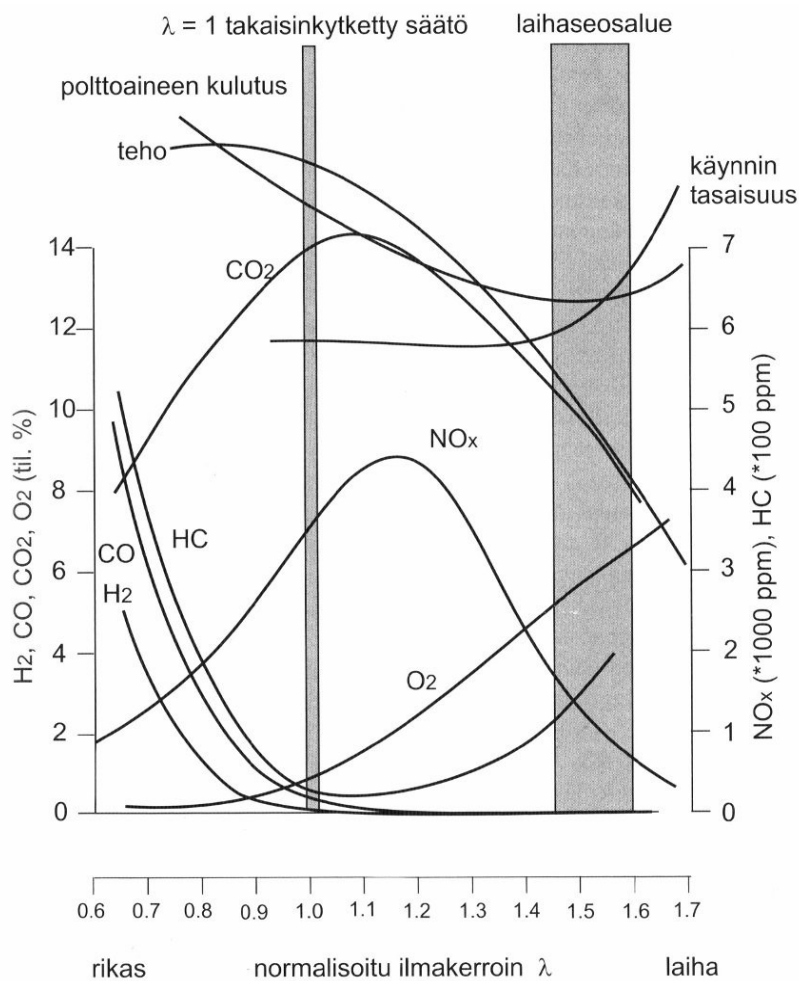
Polttoaineen palaminen moottorissa synnyttää päästöt. Ihanteellisen palamisen seurauksena moottori tuottaisi pakokaasuina vain vesihöyryä ja hiilidioksidia. Tämä kuitenkin edellyttäisi stökiometristä seossuhdetta koko ajan jokaisessa sylinterissä. Ihanteellista seossuhdetta kuvataan lambda-arvolla, joka on tasan 1. Stökiometrinen seossuhde tarkoittaa, että jokaista polttoainekiloa kohden käytetään 14,7 kilogrammaa ilmaa /2 s. 56/. Tähän ei kuitenkaan mikään moottori täysin pysty, joten tuloksena on epätäydellistä palamista, josta syntyy epätoivottuja yhdisteitä. Taulukossa 1 on esitetty päästöpartikkelit, joita pakokaasut sisältävät.

**TAULUKKO 1. Pakokaasujen koostumus /2 s. 602./**

| Myrkyttömät aineet |        | Haitalliset aineet |           |
|--------------------|--------|--------------------|-----------|
| Typpi              | N      | Hiilimonoksidi     | CO        |
| Happi              | $O_2$  | Hiilivedyt         | $H_m C_n$ |
| Vesi               | $H_2O$ | Typen oksidit      | $NO_x$    |
| Hiilidioksidi      | $CO_2$ | Aldehydit          | CHO       |
| Vety               | $H_2$  | Hiilihiukkaset     | C         |

*Pakokaasujen syntyyn vaikuttavia tekijöitä*

Bensiinimoottorin pakokaasujen syntyyn vaikuttavin tekijä on ilma- polttoaineseoksen ilmakertoimella, jota kuvataan  $\lambda$  -merkillä ja moottorin kuormituksella. Moottori tuottaa maksimitehonsa suunnilleen ilmakertoimella yksi ( $\lambda = 1$ ), mutta täyskuormakäytössä seos säädetään hieman rikkaammalle, ( $\lambda < 1$ ), jotta pakokaasujen lämpötila saataisiin hieman alhaisemmaksi. Näin ollen vältetään katalysaattorin, pakoventtiilien ja pakosarjan termistä ylikuormittumista. Rikas polttonesteseos aiheuttaa kuitenkin päästöjen kasvua. Nykyään onkin optimaalista käyttää laihaa seosta ( $\lambda > 1$ ), jotta polttonesteen kulutus saadaan pienemmään. Tästä johtuen myös CO- ja HC-päästöt pienenevät. Laihaseoskäyttö nostaa kuitenkin  $NO_x$ -päästöjä huomasti. Laihaseos-tekniikka on enimmäkseen käytössä uudemmissa autoissa, joten vanhemmissa autoissa  $NO_x$ -päästöt eivät yleensä ole ongelma. Seuraavalla sivulla kuvasta 1 käy hyvin ilmi, kuinka pakokaasujen pitoisuudet vaihtelevat eri seossuhteilla. /2 s. 562./



**KUVA 1. Pakokaasujen pitoisuuksien suhde seossuhteeseen /3 s.167/**

Lambda -anturi eli happitunnistin mittaa hapen osuutta päästöistä, mikä on välttämätöntä, kun halutaan optimaalinen ilma-polttoaineseos. Happitunnistimen avulla moottorinohjaus kykenee muuntamaan seoksen ja bensiinisuihkutuksen optimaaliseksi katalysaattorin toiminnan kannalta jokaisessa käyttöolosuhteessa. Lambdatunnistimen toiminnalla on siis suuri merkitys päästöjen syntyyn. Seoksen muodostuksella ja tasaisella jaolla jokaiselle sylinterille vaikutetaan myös päästöjen muodostukseen. Mitä homogeenisempi seos, sitä paremmin ilma-polttoaineseos palaa ja näin ollen palamattomia hiilivetyjä ja hiukkasia muodostuu vähemmän. /1;2 s. 563./

Pakokaasujen takaisinkierrätyksellä alennetaan palotapahtuman lämpötilaa, mikä estää tehokkaasti myrkyllisten typenoksidien muodostumisen. Typenoksideja muodostuu eksponentiaalisesti palamislämpötilan noustessa. Takaisinkierrätys voidaan hoitaa sisäisenä tai ulkoisena kierrätyksenä. Sisäinen kierrätys hoidetaan venttiilien ajoituksen säädöllä, jossa käytetään hyväksi imu- ja pakoventtiilien yhtäaikaista aukioloaikaa. Jouto-

käynnillä liian suuri yhteinen venttiilien aukioloaika nostaa hiilivety päästöjä. Ulkoinen kierrätys voidaan hoitaa johtamalla pakokaasuja pakoputkesta uudelleen palotapahtumaan.

Palotilan muotoilulla voidaan myös vaikuttaa osaltaan päästöjen syntyyn. Jos palotilan pinta-alan suhde tilavuuteen on pieni, palamattomien hiilivetyjen määrä on pieni. Sytytystulpan sijoitus vaikuttaa myös palotapahtumaan. Sijoittamalla sytytystulppa keskelle palotilaa, varmistetaan seoksen nopea ja parempi palaminen ja pienemmät HC- päästöt. Sytytyksen oikealla ajoituksella mahdollistetaan myös parempi palaminen./2 s. 563./

### 3 PÄÄSTÖJEN SEURANTA

1978 ja sen jälkeen käyttöönotettujen bensiinikäyttöisten autojen päästöt tarkastetaan jokaisessa määräaikaikatsastuksessa. Jos ajoneuvossa on itsediagnosointijärjestelmä ja se on otettu käyttöön 1.1.2001 tai sen jälkeen, suoritetaan myös OBD –testi. Päästöille on määrätty tarkat raja-arvot, jotka täytyy alittaa. Tarkastuksessa mitataan joutokäynnillä CO-, HC-,  $O_2$  - ja  $CO_2$  -pitoisuudet. Jos auto on varustettu kolmitoimisella katalysaattorilla, lisäksi mitataan korotettu pyörintänopeus ja sitä vastaavat CO-, HC-,  $O_2$  - ja  $CO_2$  - pitoisuudet ja lambda-arvo. Taulukossa 2 on ilmoitettu katsastuksessa tarkastettavien eri päästökomenttien raja-arvot. /4./

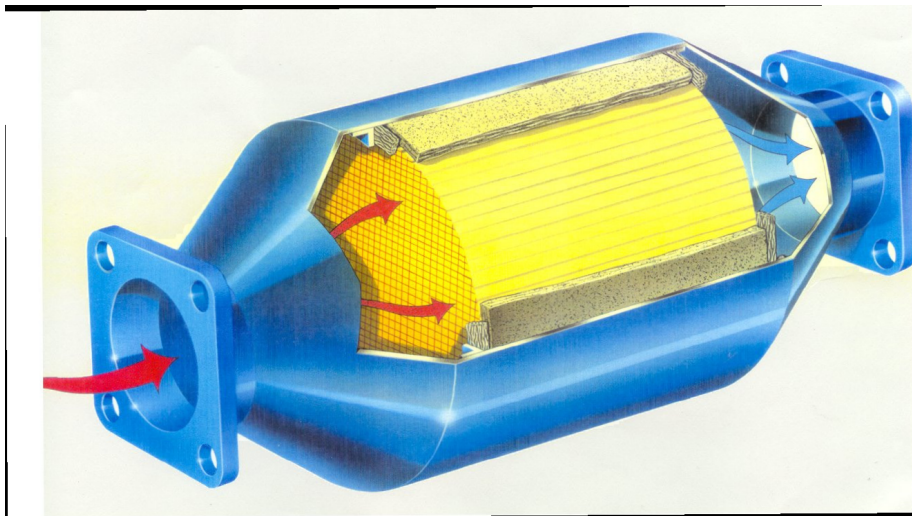
**TAULUKKO 2. Päästöjen raja-arvot /4./**

| Moottorityyppi<br>tai auton käyttöönottoaika                         | Joutokäynti |           |             | väh. 2000 rpm |             |         |
|--|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------|---------|
|  | OBD         | CO<br>(%) | HC<br>(ppm) | CO<br>(%)     | HC<br>(ppm) | Lambda  |
| Ennen 1.10.1986  | -           | 4,5       | 1000        | -             | -           | -       |
| 1.10.1986 tai jälkeen  | -           | 3,5       | 600         | -             | -           | -       |
| Varustettu kolmitoimisella<br>katalysaattori-laitteistolla           | -           | 0,5       | 100         | 0,3           | 100         | 1 ±0,03 |
| Ey-tyyppihyväksytyt direktiivin<br>98/69/Ey-mukaisesti (EURO 3 ja 4) | Tarkastus   | -         | -           | 0,2           | 100         | 1 ±0,03 |
| 1.7.2002 jälkeen   | Tarkastus   | -         | -           | 0,2           | 100         | 1 ±0,03 |



#### 4 KATALYSAATTORI

Katalysaattori rakentuu kotelosta, kennostosta ja joustomatosta. Kennoston pohja-aine on keraaminen tai metallinen. Pinta on päällystetty huokoisella väliaineella, joka sisältää reaktion kiihdyttäjiä. Katalyyttisesti aktiivinen pinta on jalometalliseosta, yleensä platinaa, rhodiumia tai palladiumia. Kennosto on kiinnitetty runkoon joustomaton avulla, joka mahdollistaa lämpölaajenemisen. /5./ Kuvasta 2 käy hyvin ilmi katalysaattorin rakenne.



**KUVA 2 Kolmitoimikatalysaattori /5./**

##### *Katalysaattorin toiminta*

Katalysaattorirakenteita on kahdenlaisia, hapettavia- ja kolmitoimikatalysaattoreita. Hapettava katalysaattori pystyy pienentämään vain CO- ja HC-päästöjä ja se vaatii lisäilmaa toimiakseen. Autoissa yleensä käytetäänkin kolmitoimikatalysaattoria, joka kykenee pienentämään CO-, HC- ja  $NO_x$ -päästöjä. Kolmitoimikatalysaattori vaatii toimiakseen stökiometrisen seossuhteen, jolloin hapettavassa vaiheessa CO- ja HC-päästöt palavat ja pelkistävässä vaiheessa  $NO_x$ -päästöt puhdistuvat. Myös lambdaanturi on pakollinen, jotta ilma-polttoaineseos saadaan pysymään optimaalisena katalysaattorin toiminnan kannalta. Lämpötilan tulisi myös olla noin  $250^{\circ}C$ , jotta kemiallisille reaktiolle riittäisi tarpeeksi energiaa. /6./

### *NO<sub>x</sub>-varaajakatalysaattori*

NO<sub>x</sub>-varaajakatalysaattoreita nimitetään yleensä SCR- katalysaattoreiksi, joiden tehtävänä on pelkistää typenoksidit. Tällaisia katalysaattoreita tarvitaan laihaseostekniikkaa ja suorasuihkutusta käyttävillä moottoreilla, koska typenoksidien muodostus on moninkertaista verrattuna tavanomaisiin moottoreihin. Normaalisti katalysaattorista tämä eroaa siten, että varaajakatalysaattorin pinnalla käytetään lisäksi bariumoksidia, joka kykenee varastoimaan laihan kerrossyöttövaiheen aikana syntyvät typen oksidit. Kun varauskapasiteetti alkaa täytyä, typen oksidit pelkistetään rikkaan seoksen avulla. /2 s. 565./

### *Katalysaattorin pilaantuminen*

Liian myötä katalysaattorin puhdistuskyky heikkenee myrkyttymisen johdosta. Tämän saa aikaan bensiinin ja voiteluaineiden lisäaineet sekä nokihiukkaset, jotka kaikki yhdessä pienentävät katalysaattorin toimintapinta-alaa. Rikkipitoisuus bensiinissä tai voiteluöljyssä alentaa pysyvästi puhdistustehoa. Liian korkea toimintalämpötila aiheuttaa vakavia vaurioita kennorakenteelle, ja tarpeeksi pitkään altistettuna korkealle lämpötilalle kennosto rikkoutuu. Toisaalta liian alhainen toimintalämpötila aiheuttaa kennon tukkiutumisen, koska palotapahtumassa muodostuu enemmän nokea. Moottoriöljyssä oleva sinkki ja fosfori vanhentavat myös katalysaattoria ja maksimi öljyn kulutus katalysaattoriautolla onkin noin 0,5 l / 1000 km.

## **5 MITTAUSTEN VALMISTELU**

Mittausten valmistelu alkoi mittalaitteiden valitsemisella ja niihin tutustumisella. Mittalaitteina käytin kahta pakokaasuanalysaattoria ja yhtä infrapunalämpömittaria. Pakokaasuanalysaattoreina käytössä oli Boschin FSA560- ja SUN DGA 1000-analysaattorit ja infrapunalämpömittari oli Kane-May -merkkinen. Tämän jälkeen päätin, mitä osaluokkia olisi syytä tarkkailla mittauksien aikana, joista olisi hyötyä raja-arvojen määrittämiseen. Päästöarvojen lisäksi päätin mitata pakoputken ja katalysaattorin pintalämpötiloja ja tarkkailla lämpötilan vaikutusta katalysaattorin puhdistuskykyyn.

Seuraavaksi etsin mittauksiin käytettyjä katalysaattoreita, joita löytyi koululta kolme ja kavereilta ja itseltäni yhteensä viisi. Tämän jälkeen aloin suunnitella mahdollisimman

yksinkertaista tapaa vaihtaa katalysaattoreita mittauksissa käytettävään moottoriin. Yksi koulun katalysaattoreista oli kiinteästi kiinni koemoottorin pakosarjassa, joten siihen ei tarvinnut erikseen suunnitella mitään. Lopuille katalysaattoreille suunnittelin sopivat liitoslaipat, jotka sopivat testiauton pakoputken väliin tehtyyn mittaputkeen. Alla kuva muutamasta katalysaattorista ja mittaputkesta, jonka välissä on mitattava katalysaattori.



**KUVA 3. Mittaputki ja katalysaattoreita**

Testiautoksi sain kaverin Honda Civicin, vuosimallia 1993, jolla testasin irtonaiset katalysaattorit. Alkuperäinen tarkoitus oli käyttää ammattikoulun testimoottoria, mutta se ei toiminut, joten jouduin muuttamaan suunnitelmaa.

## 6 MITTAUKSET

Mittaukset pyrin suorittamaan mahdollisimman nopeasti, yhdessä päivässä oli tarkoitus pystyä mittaamaan yhden katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvot. Tähän tavoitteeseen en kuitenkaan aivan päässyt, koska mittalaitteet piti huoltaa kesken mittauksien ja välillä toinen pakokaasuanalysaattori oli muualla käytössä. Seuraavaksi käyn läpi katalysaattorien mittauksien kulun.

### *VW Golf*

Mittaukset aloitin koulun testimoottorista, joka oli moottoripukissa kiinni. Aivan aluksi tarkistin, että molemmat pakokaasuanalysaattorit näyttivät samoja arvoja samasta mittapisteestä. Arvot olivat lähes identtiset, joten mittaukset voitiin aloittaa. Ennen katalysaattoria olevia päästöarvoja päätin mitata Boschin FSA560 analysaattorilla ja katalysaattorin puhdistamia arvoja mittasin SUN DGA 1000 analysaattorilla. Lämpötiloja tarkkailin Kane- May- infrapunalämpömittarilla.

Ensimmäisillä mittauksilla pyrin selvittämään, missä pintalämpötilassa katalysaattori alkoi toimimaan riittävän hyvin, jotta päästörajat alittuisivat. Kun tämä toimintalämpötila oli selvillä, aloitin varsinaiset raja-arvomittaukset. Ennen raja-arvomittauksia puhalsin molempien analysaattoreiden mittaletkut puhtaiksi paineilmalla, jottei tulokset vääristyisi letkuihin jääneistä päästöpartikkeleista. Ensin selvitin katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvon palamattomille hiilivedyille. Katsastuksessa HC-arvo ei saa ylittää 100 ppm. Kun katalysaattori oli saavuttanut toimintalämpötilan, aloitin päästöarvojen, katalysaattorin ja pakoputken lämpötilojen mittauksen. Aluksi tulostin sellaisia päästöarvoja, joilla raja-arvo alittui, minkä jälkeen aloin häiritsemään moottorin toimintaa, jotta epätäydellistä palamista alkoi tapahtua riittävästi. Tähän riitti imusarjan paineanturin ja EGR-venttiilin liittimen irrotus. Kun HC-arvo ylittyi, tulostin heti päästöarvot molemmista mittapisteistä ja kirjasin lämpötilat ylös. Tällaisia HC-arvon juuri ylittäviä tuloksia keräsin saman verran kuin HC -arvon alittavia tuloksia, joutokäynnillä ja korotetulla joutokäynnillä.

Seuraavaksi aloin selvittämään puhdistuskyvyn raja-arvoa häikäpäästöille. Tällä moottorilla CO-raja-arvo on 0,2 % korotetulla joutokäynnillä. Samoin kuin edellä, ensin pu-

halsin mittaletkut tyhjiksi, minkä jälkeen käytin moottoria korotetulla joutokäynnillä, jotta katalysaattori saavuttaisi toimintalämpötilan, ja tämän jälkeen aloitin mittaukset. Sen jälkeen irrotin imusarjan paineanturin ja EGR-venttiilin liittimen, jotta CO -raja-arvo ylittyisi. Samalla tavalla, kuten HC -mittauksissa, tulostin päästöarvoja, jotka ylittivät ja alittivat raja-arvon.

### *Honda Civic*

Seuraavaksi mittasin testiauton oman katalysaattorin. Mittaukset aloitin taas puhaltamalla mittaletkut tyhjiksi, jonka jälkeen siirryin määrittämään katalysaattorin toimintalämpötilaa. Tämän jälkeen HC-raja-arvon mittaus tapahtui samalla tavalla kuin edellä. Tarpeeksi epätäydellistä palamista sai aikaan säätämällä kahden sytytystulpan kärkiväliä pienemmäksi. CO-raja-arvon selvittäminen tapahtui samalla tavalla kuin edellä. Joutokäynnillä raja-arvo on 0,5 % ja korotetulla joutokäynnillä 0,3%. Tulpan kärkivälien säätämisen lisäksi piti lambda-anturin liitin ottaa irti, jotta päästöarvot saatiin kasvaamaan.

### *Loput mittaukset*

Muita katalysaattoreita oli Mitsubishi Lancerista, VW Bora:sta, BMW:ltä kaksi ja yksi tarvikekatalysaattori. Nämä katalysaattorit täytyi kiinnittää itsesuunnitteleillani laipoilla testiautoon. Mittaukset aloitin aina samalla tavalla, ensin letkujen puhallus, toimintalämpötilan selvitys, HC-raja-arvo, CO-raja-arvo joutokäynnillä ja korotetulla joutokäynnillä.

Lisämittauksina tein tuplakatalysaattori- ja nykyaikaisen auton päästöarvojen mittauksen. Kaksoiskatalysaattorimittauksella koitin selvittää, pystyykö päästövikainen auto alittamaan katsastuksessa vaadittavat raja-arvot, kun alkuperäisen katalysaattorin perään liittää toisen katalysaattorin. Toinen katalysaattoreista oli tarvikekatalysaattori, joka ei toiminut juuri ollenkaan, ja tämän perään asensin erinomaisesti toimivan BMW:n katalysaattorin. Lämpötila oli tarpeeksi suuri vielä toisella katalysaattorilla, jotta puhdistusta pystyi tapahtumaan. Päästöarvot alittuivat juuri ja juuri. Nykyaikaisen auton päästöarvot mittasin ennen katalysaattoria, jotta saisin vertailuarvoja tulosten

käsittelyyn. Lisäksi mittasin katalysaattoreiden fyysiset mitat, jotta niiden tilavuudet pystyisi laskemaan lisätutkimusta varten.

## 7 TULOSTEN KÄSITTELY JA TARKASTELU

Kaikki mitatut tulokset kirjasin Microsoft Excel-ohjelmaan, jolla on helppo käsitellä ja laskea saatuja arvoja. Kaikki mittauspöytäkirjat ovat liitteenä, joista otin yhden tähän esimerkiksi käsittelyyn. Kaikista katalysaattoreista tein samanlaiset mittauspöytäkirjat ja samalla tavalla laskin puhdistusasteet ja raja-arvot palamattomille hiilivedyille ja häkäarvoille.

Tämän jälkeen kokosin taulukkoon jokaisen mitatun katalysaattorin puhdistusasteet ja raja-arvot, joista laskin keskiarvot. Noista keskiarvoista kokosin taulukon, josta käy ilmi tässä työssä etsityt katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvot tietyllä pintalämpötilalla ja lambda-arvolla.

Sen jälkeen kokosin kaikkien katalysaattoreiden puhdistusasteista viivadiagrammin, josta pystyy helposti havaitsemaan vialliset katalysaattorit, joita tuli vastaan mittauksissa. Lisäksi laskin katalysaattoreiden tilavuudet ja tutkin, korreloiko tilavuus puhdistuskykyyn. Lopuksi käsitelin kaksoiskatalysaattorin mittauksen ja uuden auton päästöarvot.

### *Esimerkki BMW:n katalysaattorin analysoinnista*

Ensimmäisillä mittauksilla selvitin katalysaattorin toimintalämpötilan ja samoista tuloksista laskin kyseisen katalysaattorin puhdistusasteet palamattomille hiilivedyille ja häkäarvoille. Toimintalämpötilan selvitin yksinkertaisesti mittaamalla katalysaattorin pintalämpötilaa. Kun katsastuksen vaatimat päästörajat alittuivat, kirjasin lämpötilat ylös ja tulostin päästöarvot molemmista mittapisteistä. Seuraavalla sivulla on mittauspöytäkirja tästä ensimmäisestä mittauksesta. 1. rivillä näkyy päästöarvot ennen katalysaattoria ja 2. rivillä katalysaattorin jälkeiset päästöarvot.

**TAULUKKO 3. Lämpötilamittaus /LIITE 5(1)/**

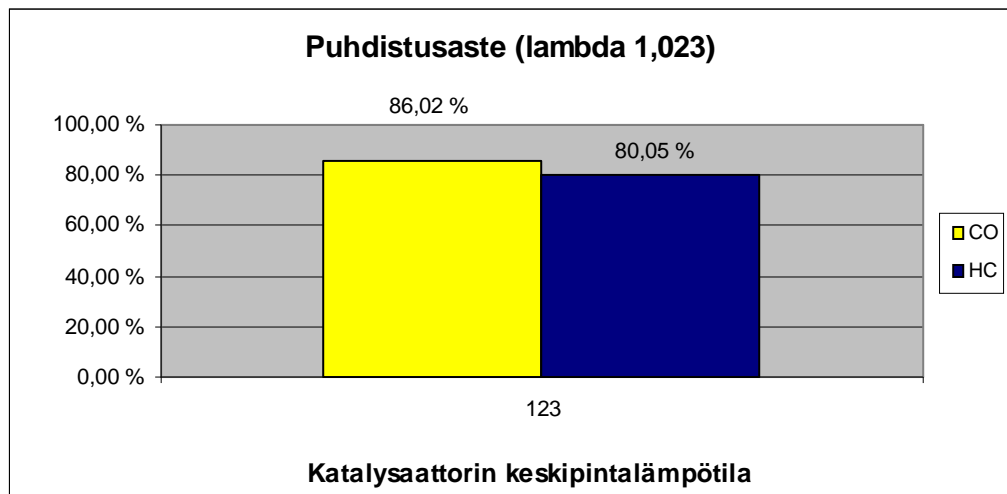
| <b>Lämpötilamittaus</b>    |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 163                        | 80          | 41            | 0,982   | 364 | 13,8  | 1,1 | 1,012  | 1. |
|                            |             |               | 0,077   | 79  | 14,65 |     |        | 2. |
| 152                        | 103         | 38            | 0,559   | 373 | 14    | 1,1 | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,049   | 90  | 14,75 |     |        |    |
| 150                        | 102         | 42            | 0,551   | 398 | 14    | 1,3 | 1,039  |    |
|                            |             |               | 0,063   | 65  | 14,86 |     |        |    |
| 151                        | 101         | 44            | 0,553   | 429 | 14,1  | 1   | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,083   | 91  | 14,81 |     |        |    |
| 157                        | 140         | 87            | 0,559   | 453 | 14    | 1,1 | 1,026  |    |
|                            |             |               | 0,115   | 80  | 14,87 |     |        |    |
| 165                        | 143         | 95            | 0,957   | 468 | 13,8  | 1,2 | 1,014  |    |
|                            |             |               | 0,142   | 87  | 14,67 |     |        |    |
| 157                        | 160         | 100           | 0,583   | 504 | 14    | 1,1 | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,124   | 80  | 14,87 |     |        |    |
| 168                        | 151         | 103           | 1,14    | 369 | 13,6  | 1,3 | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,138   | 89  | 14,8  |     |        |    |

Puhdistusasteet laskin jokaisesta päästömittauksesta erikseen ja lopuksi laskin keskiarvon saaduista tuloksista. Tämän jälkeen tein pylväsdiagrammin, josta käy selkeästi ilmi puhdistusasteet tietyllä lambda-arvolla ja katalysaattorin pintalämpötilalla.

Puhdistusasteen laskemiseen tarvittava kaava näkyy seuraavan sivun taulukon yläreunassa, jossa x2 tarkoittaa kyseisten päästöpartikkelien arvoa katalysaattorin jälkeen ja x1 katalysaattoria ennen olevaa arvoa.

**TAULUKKO 4. Puhdistusaste /LIITE 5(5)/**

| Puhdistusaste (%)= $1-(x_2/x_1)$ |                |                                      |              |              |
|----------------------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| Raja-arvot CO<0,5% HC<100        |                |                                      |              |              |
|                                  |                |                                      |              |              |
| CO                               | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | lambda1.(ka) |              |
| 92,16 %                          | 78,30 %        |                                      |              |              |
| 91,23 %                          | 75,87 %        |                                      |              |              |
| 88,57 %                          | 83,67 %        |                                      |              |              |
| 84,99 %                          | 78,79 %        | <b>123</b>                           |              |              |
| 79,43 %                          | 82,34 %        |                                      |              |              |
| 85,16 %                          | 81,41 %        |                                      |              |              |
| 78,73 %                          | 84,13 %        |                                      |              |              |
| 87,89 %                          | 75,88 %        |                                      |              |              |
| <b>Ka= 86,02 %</b>               | <b>80,05 %</b> |                                      |              | <b>1,023</b> |

**KUVA 4. Puhdistusaste /LIITE 5(5)/**

Seuraavaksi tein HC-mittaukset. Näistä mittauksista etsin raja-arvoa palamattomien hiilivetyjen puhdistuskyvyille. Raja-arvon selvittämiseksi keräsin ennen katalysaattoria olevat HC-arvot erilliseen taulukkoon. Kyllä -sarakeeseen tulivat ne arvot, jotka katalysaattori pystyi puhdistamaan tarpeeksi hyvin ja Ei-sarakeeseen ne, joita katalysaattori ei pystynyt puhdistamaan määrättyyn arvoon. Näistä arvoista tein viivadiagrammin,



josta puhdistuskyvyn raja-arvo näkyy. Laskennallisen raja-arvon selvitin laskemalla keskiarvot niistä HC-päästöistä ennen katalysaattoria, jotka katalysaattori pystyi puhdistamaan riittävän hyvin. Näissä mittauksissa päästöraja palamattomille hiilivedyille oli 100 ppm. Alla esimerkit mittauspöytäkirjoista.

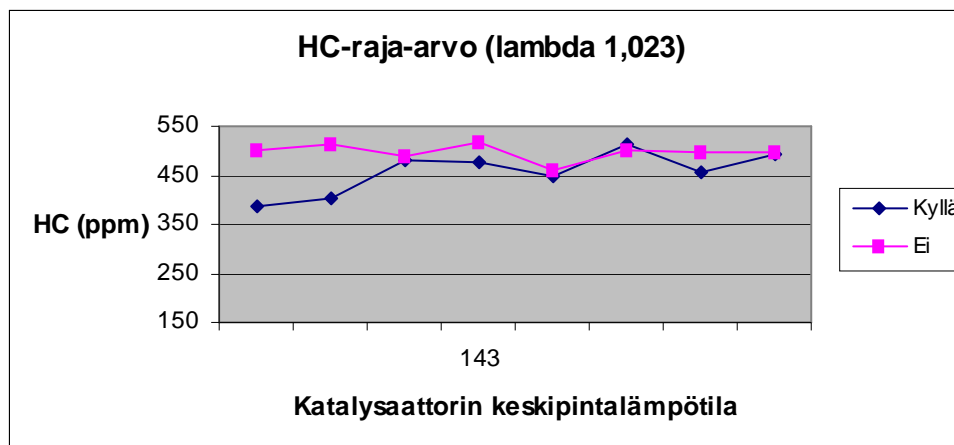
**TAULUKKO 5. HC-mittaus /LITE 5(1),(2)/**

| HC-mittaus                 |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 183                        | 156         | 124           | 1,09    | 385 | 13,7  | 1,2 | 1,015  | 1. |
|                            |             |               | 0,148   | 98  | 14,9  |     |        | 2. |
| 141                        | 149         | 110           | 0,967   | 403 | 13,2  | 1,9 | 1,057  |    |
|                            |             |               | 0,05    | 48  | 14,68 |     |        |    |
| 135                        | 155         | 122           | 0,601   | 481 | 14    | 1,1 | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,047   | 80  | 14,62 |     |        |    |
| 137                        | 157         | 130           | 0,602   | 478 | 14    | 1,1 | 1,023  |    |
|                            |             |               | 0,048   | 84  | 14,64 |     |        |    |
| 145                        | 131         | 128           | 0,949   | 448 | 13,8  | 1,1 | 1,015  |    |
|                            |             |               | 0,089   | 88  | 14,65 |     |        |    |
| 150                        | 140         | 130           | 0,62    | 512 | 14    | 1,1 | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,046   | 65  | 14,73 |     |        |    |
| 145                        | 138         | 132           | 1,11    | 455 | 13,6  | 1,3 | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,061   | 71  | 14,77 |     |        |    |
| 142                        | 125         | 149           | 0,617   | 494 | 14    | 1,1 | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,054   | 58  | 14,76 |     |        |    |
| 135                        | 128         | 142           | 0,607   | 500 | 14    | 1,1 | 1,022  |    |
|                            |             |               | 0,074   | 147 | 14,68 |     |        |    |
| 155                        | 139         | 145           | 0,602   | 515 | 14    | 1,1 | 1,022  |    |
|                            |             |               | 0,073   | 188 | 14,67 |     |        |    |
| 162                        | 140         | 100           | 0,617   | 489 | 14    | 1,1 | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,073   | 113 | 14,9  |     |        |    |
| 153                        | 142         | 105           | 0,647   | 519 | 14    | 1,1 | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,096   | 166 | 14,8  |     |        |    |

|     |     |     |       |     |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|--|
| 160 | 151 | 120 | 1,07  | 461 | 13,9  | 1,1 | 1,008 |  |
|     |     |     | 0,146 | 126 | 14,7  |     |       |  |
| 159 | 160 | 123 | 0,651 | 502 | 13,8  | 1,4 | 1,039 |  |
|     |     |     | 0,093 | 107 | 14,88 |     |       |  |
| 158 | 140 | 135 | 0,97  | 498 | 13,9  | 1,1 | 1,018 |  |
|     |     |     | 0,114 | 140 | 14,81 |     |       |  |
| 161 | 138 | 118 | 1,14  | 495 | 13,6  | 1,4 | 1,021 |  |
|     |     |     | 0,114 | 157 | 14,79 |     |       |  |

**TAULUKKO 6. HC-K&E /LIITE 5(6)/**

| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |  |  |  |              |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|                           | 385        | 500        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 403        | 515        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 481        | 489        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 478        | 519        | <b>143</b>                           |  |  |  |              |
|                           | 448        | 461        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 512        | 502        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 455        | 498        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 494        | 495        |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                | <b>457</b> | <b>497</b> |                                      |  |  |  | <b>1,023</b> |



**KUVA 5. HC-raja-arvo /LIITE 5(6)/**

Seuraavana oli vuorossa CO-mittaukset, joista etsin raja-arvoa häikäpästöjen puhdistamiskyvylle. Ensiksi joutokäynnillä, koska joutokäynnille ja korotetulle joutokäynnille on olemassa omat raja-arvonsa. Kuten HC-mittauksessa, kokosin erilliseen taulukkoon ennen katalysaattoria olevat CO-arvot. Kyllä -sarakkeeseen tulivat ne arvot, jotka katalysaattori pystyi puhdistamaan riittävän hyvin ja Ei-sarakkeeseen ne, joita katalysaattori ei pystynyt puhdistamaan tarpeeksi. Näistä tein edelleen viivadiagrammin, josta raja-arvo näkyy selkeämmin. Laskennallisen raja-arvon selvitin samalla tavalla kuin HC-mittauksissa.

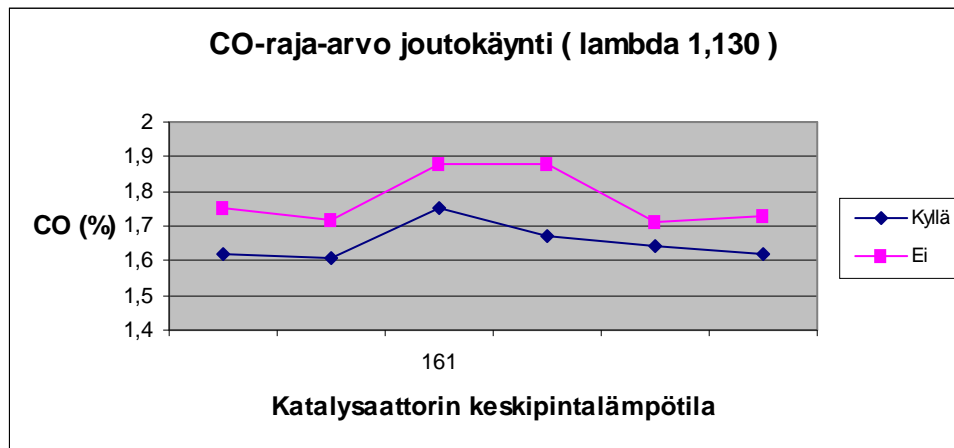
**TAULUKKO 7. CO-mittaus joutokäynti /LIITE 5(3)/**

| <b>CO-mittaus ( joutokäynti)</b> |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila:       |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                       | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 125                              | 156         | 165           | 1,62    | 2330 | 11,2  | 4,7 | 1,113  | 1. |
|                                  |             |               | 0,401   | 153  | 14,63 |     |        | 2. |
| 127                              | 145         | 170           | 1,61    | 2330 | 11,1  | 4,7 | 1,117  |    |
|                                  |             |               | 0,415   | 193  | 14,85 |     |        |    |
| 135                              | 159         | 180           | 1,75    | 2600 | 10,9  | 5   | 1,121  |    |
|                                  |             |               | 0,383   | 218  | 14,97 |     |        |    |
| 123                              | 150         | 188           | 1,67    | 2350 | 11,3  | 4,3 | 1,09   |    |
|                                  |             |               | 0,472   | 45   | 15,07 |     |        |    |
| 134                              | 152         | 173           | 1,64    | 525  | 12,6  | 2,6 | 1,059  |    |
|                                  |             |               | 0,121   | 20   | 14,83 |     |        |    |
| 140                              | 155         | 181           | 1,62    | 2170 | 11,2  | 4,4 | 1,104  |    |
|                                  |             |               | 0,327   | 377  | 14,76 |     |        |    |
| 131                              | 153         | 120           | 1,75    | 2870 | 10,9  | 4,9 | 1,102  |    |
|                                  |             |               | 0,648   | 239  | 14,54 |     |        |    |
| 139                              | 155         | 125           | 1,72    | 2980 | 10,8  | 5,1 | 1,109  |    |
|                                  |             |               | 0,575   | 23   | 14,41 |     |        |    |
| 125                              | 174         | 108           | 1,88    | 2710 | 10,1  | 5,6 | 1,147  |    |
|                                  |             |               | 0,691   | 52   | 15,44 |     |        |    |
| 133                              | 169         | 155           | 1,88    | 1066 | 12,2  | 2,7 | 1,044  |    |
|                                  |             |               | 0,599   | 10   | 14,18 |     |        |    |

|     |     |     |       |      |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|------|-------|-----|-------|--|
| 141 | 178 | 181 | 1,71  | 2220 | 9,1   | 7,4 | 1,288 |  |
|     |     |     | 0,758 | 79   | 14,35 |     |       |  |
| 145 | 182 | 195 | 1,73  | 2630 | 9,2   | 7,4 | 1,266 |  |
|     |     |     | 0,746 | 20   | 15,3  |     |       |  |

**TAULUKKO 8. HC-K&E /LIITE 5(6)/**

| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |              |              |                                      |  |  |  |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
|                                    | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|                                    | 1,62         | 1,75         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,61         | 1,72         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,75         | 1,88         | <b>161</b>                           |  |  |  |              |
|                                    | 1,67         | 1,88         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,64         | 1,71         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,62         | 1,73         |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                         | <b>1,652</b> | <b>1,778</b> |                                      |  |  |  | <b>1,130</b> |



**KUVA 6. CO -raja-arvo joutokäynti /LIITE 5(7)/**

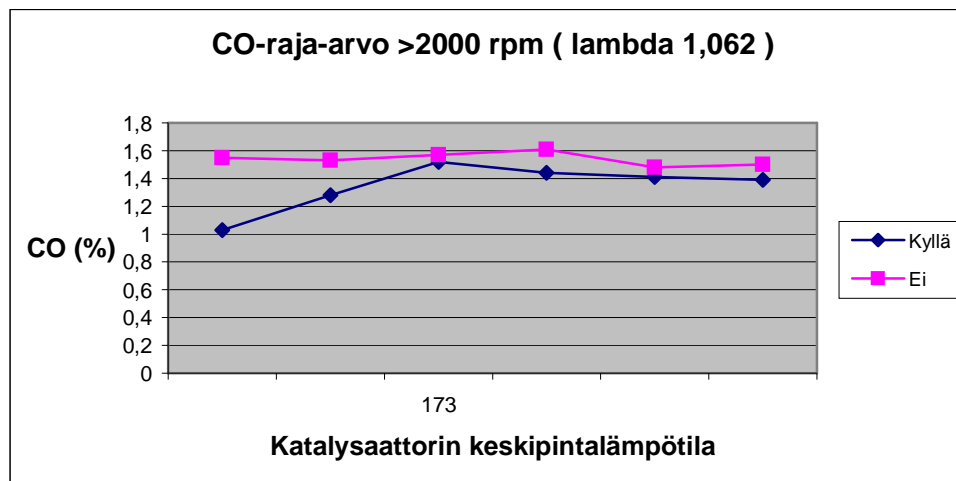
Tämän jälkeen selvitin häkäpäästöjen raja-arvon korotetulla joutokäynnillä. Taulukointi ja laskenta tapahtui aivan samalla tavalla kuten edellä.

TAULUKKO 9. CO-mittaus korotettu joutokäynti /LIITE 5(4)/

| CO-mittaus (>2000 rpm)     |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 147                        | 125         | 130           | 1,03    | 365  | 13,9  | 1,1 | 1,011  | 1. |
|                            |             |               | 0,145   | 126  | 14,72 |     |        | 2. |
| 171                        | 139         | 141           | 1,28    | 293  | 13,5  | 1,5 | 1,026  |    |
|                            |             |               | 0,024   | 43   | 14,8  |     |        |    |
| 180                        | 165         | 153           | 1,52    | 1549 | 11,7  | 3,9 | 1,093  |    |
|                            |             |               | 0,227   | 74   | 15,08 |     |        |    |
| 185                        | 170         | 161           | 1,44    | 1226 | 12,3  | 3   | 1,062  |    |
|                            |             |               | 0,221   | 49   | 15,01 |     |        |    |
| 172                        | 182         | 156           | 1,41    | 1332 | 12,2  | 3,2 | 1,068  |    |
|                            |             |               | 0,232   | 44   | 14,95 |     |        |    |
| 182                        | 179         | 162           | 1,39    | 1047 | 12,5  | 2,5 | 1,045  |    |
|                            |             |               | 0,125   | 49   | 15,14 |     |        |    |
| 179                        | 178         | 188           | 1,55    | 1814 | 11,7  | 3,9 | 1,09   |    |
|                            |             |               | 0,325   | 57   | 14,92 |     |        |    |
| 177                        | 182         | 190           | 1,53    | 1982 | 11,6  | 4,1 | 1,091  |    |
|                            |             |               | 0,304   | 56   | 14,95 |     |        |    |
| 178                        | 181         | 203           | 1,57    | 2210 | 11,7  | 3,7 | 1,066  |    |
|                            |             |               | 0,512   | 143  | 14,2  |     |        |    |
| 181                        | 183         | 205           | 1,61    | 1787 | 11,8  | 3,6 | 1,07   |    |
|                            |             |               | 0,381   | 83   | 14,95 |     |        |    |
| 178                        | 192         | 209           | 1,48    | 1698 | 12    | 3,3 | 1,06   |    |
|                            |             |               | 0,398   | 68   | 14,95 |     |        |    |
| 181                        | 195         | 208           | 1,5     | 1691 | 12    | 3,3 | 1,061  |    |
|                            |             |               | 0,34    | 71   | 14,96 |     |        |    |

TAULUKKO 10. CO-K&amp;E /LIITE 5(7)/

| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |              |             |                                      |  |  |              |
|---------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|--|--|--------------|
|                                 | Kyllä        | Ei          | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1.(ka) |
|                                 | 1,03         | 1,55        |                                      |  |  |              |
|                                 | 1,28         | 1,53        |                                      |  |  |              |
|                                 | 1,52         | 1,57        | <b>173</b>                           |  |  |              |
|                                 | 1,44         | 1,61        |                                      |  |  |              |
|                                 | 1,41         | 1,48        |                                      |  |  |              |
|                                 | 1,39         | 1,5         |                                      |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,345</b> | <b>1,54</b> |                                      |  |  | <b>1,062</b> |



KUVA 7. CO-raja-arvo korotettu joutokäynti /LIITE 5(7)/

#### *Katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvot*

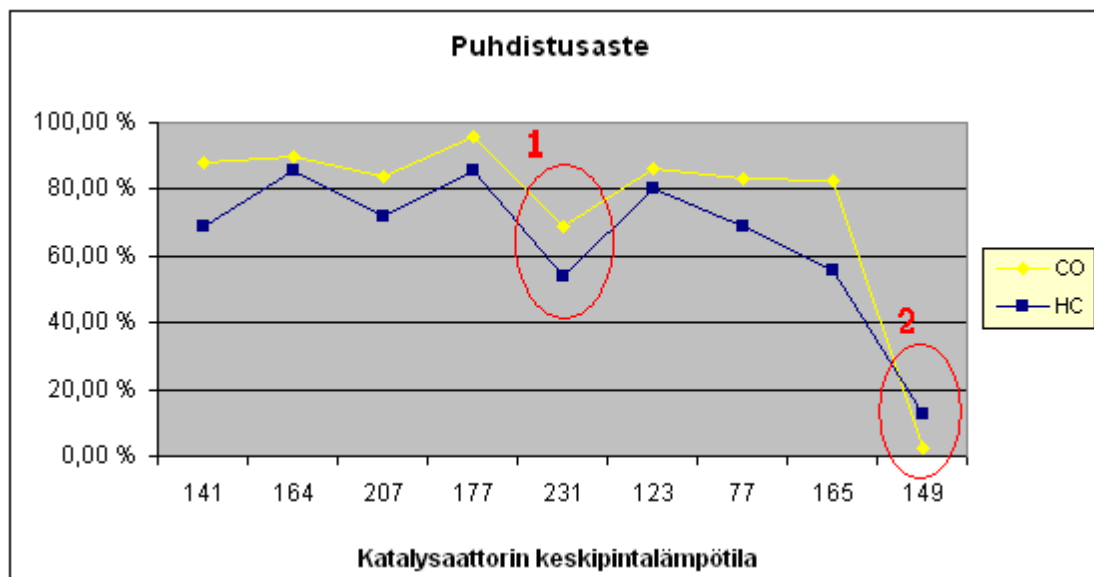
Raja-arvot laskin keskiarvoina kaikista niistä päästöarvoista ennen katalysaattoria, jotka jokainen katalysaattori pystyi puhdistamaan katsastuksessa vaadittuihin raja-arvoihin. Seuraavalla sivulla taulukko raja-arvoista, joita tässä työssä haettiin.

**TAULUKKO 11. Raja-arvot****Katalysaattorin puhdistuskyvyn raja-arvot**

|                          | <b>Päästöarvo</b> | <b>Pintalämpötila</b> | <b>Lambda-arvo</b> |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>HC (ppm)</b>          | 390               | 180                   | 1,023              |
| <b>CO (%)&lt;2000rpm</b> | 1,4               | 180                   | 1,077              |
| <b>CO (%)&gt;2000rpm</b> | 1,2               | 210                   | 1,053              |

*Kaikkien mitattujen katalysaattorien puhdistusasteet*

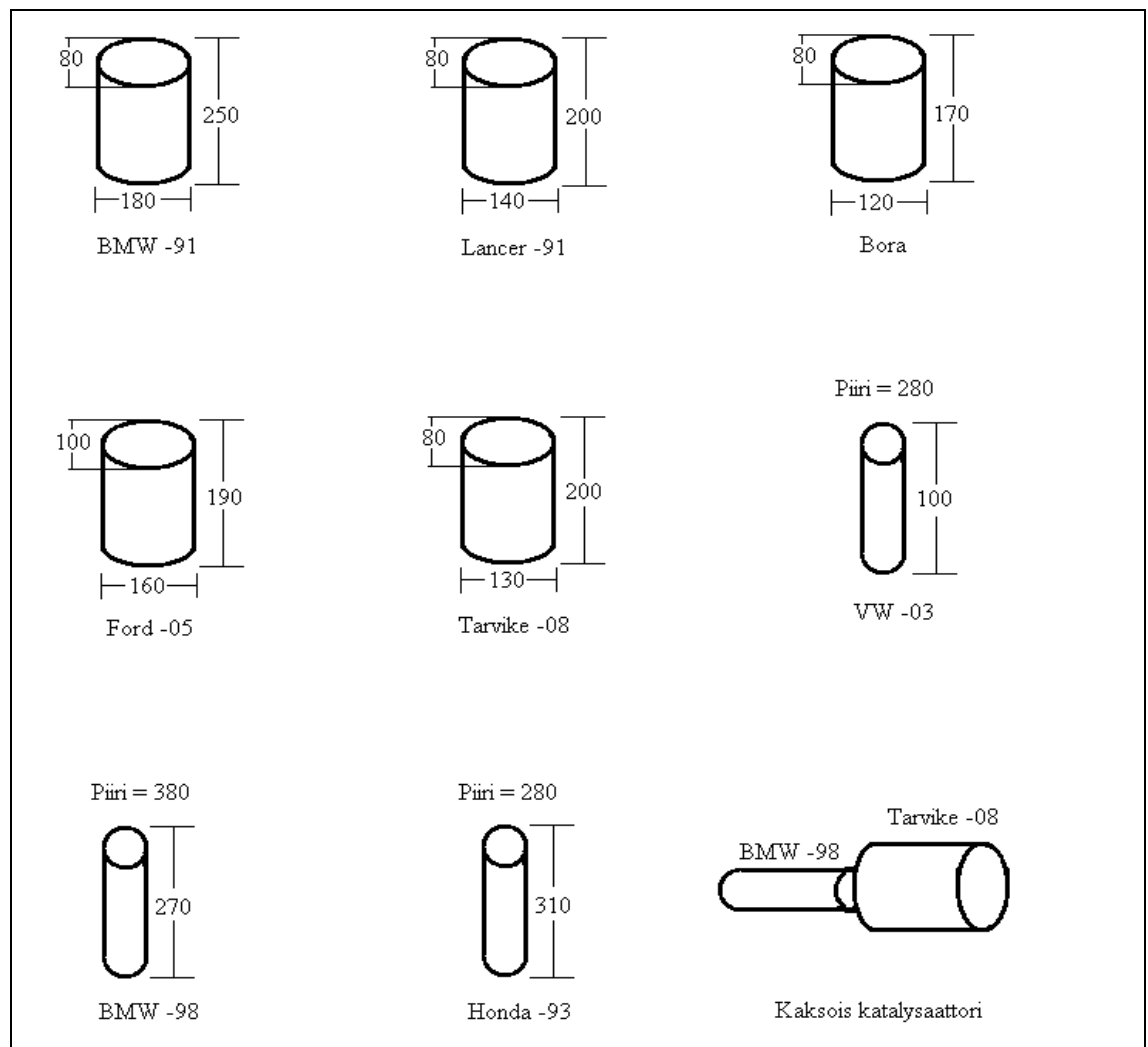
Viivadiagrammin perusteella pystyn väittämään, että toimiva katalysaattori pystyy puhdistamaan CO-päästöt yli 80-prosenttisesti ja HC-päästöt noin 80-prosenttisesti täysin kunnossa olevasta ottomoottorista. Diagrammissa näkyvissä kohdissa 1 ja 2 on tulokset epäkunnossa olevista katalysaattoreista. Kohdan 1 katalysaattori ei pystynyt puhdistamaan tarpeeksi päästöjä joutokäynnillä, mutta korotetulla käyntinopeudella raja-arvot alittuivat niukasti.

**KUVA 8. Puhdistusasteet /LIITE 10/**

Kohdan 2 katalysaattori oli halpa tarvikemalli, joka ei toiminut lainkaan. Tämä on helppo todeta vertaamalla puhdistustasoja muihin katalysaattoreihin. Keskipintalämpötilakin oli riittävä molemmissa tapauksissa, jotta puhdistusta pystyisi tapahtumaan, joten muuta vaihtoehtoa ei ollut, kuin todeta katalysaattorit viallisiksi.

### *Katalysaattoreiden tilavuuksien vertaaminen puhdistuskykyyn*

Puhdistuskyvyn raja-arvojen selvittämisen lisäksi päätin tutkia, korreloiko katalysaattorin fyysinen koko sen puhdistuskykyyn. Aluksi mittasin jokaisen katalysaattorin fyysiset päämitat, minkä jälkeen laskin tilavuudet. Muodoiltaan katalysaattorit olivat joko suoria ympyrälieriöitä tai suoria ellipsilieriöitä. Alla kuva mitattujen katalysaattoreiden muodoista ja mitoista.



**KUVA 9. Katalysaattorien fyysiset mitat**



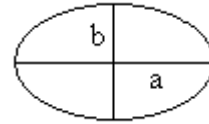
Katalysaattorien tilavuuksien määrittämistä varten tarvittavat kaavat:

$$\text{Ympyrän kehän pituus} = 2\pi r$$

r = säteen pituus

$$\text{Suoran ympyrälieriön tilavuus } V = \pi r^2 h$$

h = ympyrälieriön korkeus



$$\text{Ellipsin pinta-ala } A = \pi ab$$

$$\text{Suoran ellipsilieriön tilavuus } V = Ah$$

h = ellipsilieriön korkeus

Katalysaattorien tilavuudet Microsoft Excel-ohjelmalla laskettuna:

**BMW -91** suora ellipsikartio

$$a \quad 9 \quad \text{cm}$$

$$A = 113,0973 \text{cm}^2$$

$$b \quad 4 \quad \text{cm}$$

$$h \quad 25 \quad \text{cm}$$

$$V = 2827,433 \text{cm}^3$$

$$V = \quad \quad \mathbf{2,83 \text{dm}^3}$$

**Lancer -91** suora ellipsikartio

$$a \quad 7 \quad \text{cm}$$

$$A = 87,96459 \text{cm}^2$$

$$b \quad 4 \quad \text{cm}$$

$$h \quad 20 \quad \text{cm}$$

$$V = 1759,292 \text{cm}^3$$

$$V = \quad \quad \mathbf{1,76 \text{dm}^3}$$

**BMW -98** suora ympyrälieriö

$$r \quad 6,047888 \text{cm}$$

$$h \quad 27 \text{cm}$$

$$V = 3102,566 \text{cm}^3$$

$$V = \quad \quad \mathbf{3,10 \text{dm}^3}$$

**Bora** suora ellipsikartio

$$a \quad 6 \quad \text{Cm}$$

$$A = 75,39822 \text{cm}^2$$

$$b \quad 4 \quad \text{Cm}$$

$$h \quad 17 \quad \text{Cm}$$

$$V = 1281,77 \text{cm}^3$$

$$V = \quad \quad \mathbf{1,28 \text{dm}^3}$$

**Honda -93** suora ympyrälieriö

$$r \quad 4,4563384\text{cm}$$

$$h \quad 31\text{cm}$$

$$V= 1934,051\text{cm}^3$$

$$V= \quad \mathbf{1,93\text{dm}^3}$$

**VW** suora ympyrälieriö

$$r \quad 4,456338\text{cm}$$

$$h \quad 10\text{cm}$$

$$V= 623,8874\text{cm}^3$$

$$V= \quad \mathbf{0,62\text{dm}^3}$$

**Ford -05** suora ellipsikartio

$$a \quad 8 \quad \text{cm}$$

$$A= 100,531\text{cm}^2$$

$$b \quad 4 \quad \text{cm}$$

$$h \quad 19 \quad \text{cm}$$

$$V= 1910,089\text{cm}^3$$

$$V= \quad \mathbf{1,91\text{dm}^3}$$

**Tarvikekatalysaattori -08** suora ellipsikartio

$$a \quad 6,5 \quad \text{cm}$$

$$A= 81,68141\text{cm}^2$$

$$b \quad 4 \quad \text{cm}$$

$$h \quad 20 \quad \text{cm}$$

$$V= 1633,628\text{cm}^3$$

$$V= \quad \mathbf{1,63\text{dm}^3}$$

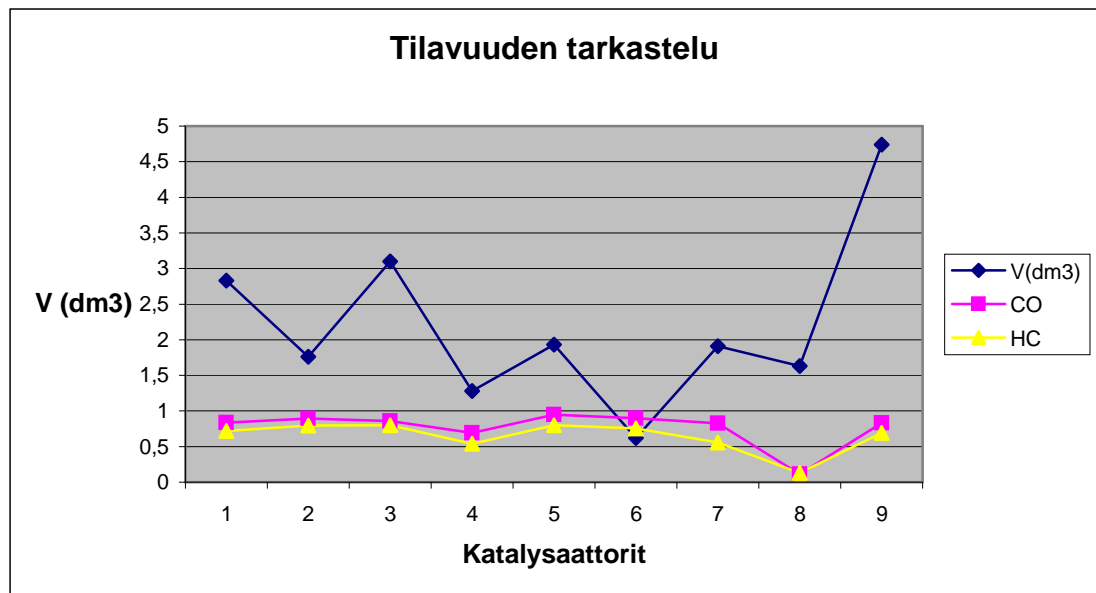
**Kaksoiskatalysaattorit, BMW-98 & tarvike-08**

$$V_{98}+V_{08}= \quad \mathbf{4,74\text{dm}^3}$$

Tilavuuksien laskemisen jälkeen pystyin vertaamaan saatuja arvoja puhdistuskykyyn viivadiagrammin avulla. Keräsin ensiksi halutut arvot taulukkoon, minkä jälkeen tein viivadiagrammin.

**TAULUKKO 12. Tilavuudet**

| V(dm <sup>3</sup> ) | CO      | HC      |  |
|---------------------|---------|---------|--|
| <b>2,83</b>         | 83,61 % | 71,92 % | <b>BMW -91</b>   |
| <b>1,76</b>         | 89,29 % | 79,36 % | <b>Lancer -91</b>                                      |
| <b>3,1</b>          | 86,02 % | 80,05 % | <b>BMW -98</b>   |
| <b>1,28</b>         | 69,02 % | 54,06 % | <b>Bora</b>  |
| <b>1,93</b>         | 94,90 % | 79,78 % | <b>Honda -93</b>                                       |
| <b>0,62</b>         | 89,66 % | 75,48 % | <b>VW</b>  |
| <b>1,91</b>         | 82,80 % | 55,79 % | <b>Ford -05</b>  |
| <b>1,63</b>         | 11,02 % | 12,82 % | <b>Tarvikekatalysaattori -8</b>                        |
| <b>4,74</b>         | 83,26 % | 69,13 % | <b>Kaksoiskatalysaattorit, BMW-98 &amp; tarvike-08</b> |

**KUVA 10. Tilavuudet**

Diagrammista käy ilmi, että katalysaattorien tilavuus ei vaikuta puhdistuskykyyn. Puhdistuskykyyn vaikuttaa eniten lämpötila ja jalometallien määrä katalysaattorissa. Edellä olevan lauseen perustelen omilla mittauksillani ja olettamuksella, joka muodostuu materiaalikustannuksista. Mittauksissa huomasin selvästi arvokkaampien katalysaattorien toimivan tehokkaammin kuin halpojen. Tämä johtunee katalysaattoreissa käytettävien jalometallien määrästä. Jalometallit ovat arvokkaita, minkä perusteella voidaan olettaa, että tuskin niitä halpoihin katalysaattoreihin paljoa laitetaan, joka johtaa niiden heikkoon puhdistuskykyyn.

*Kaksoiskatalysaattorin mittaus*

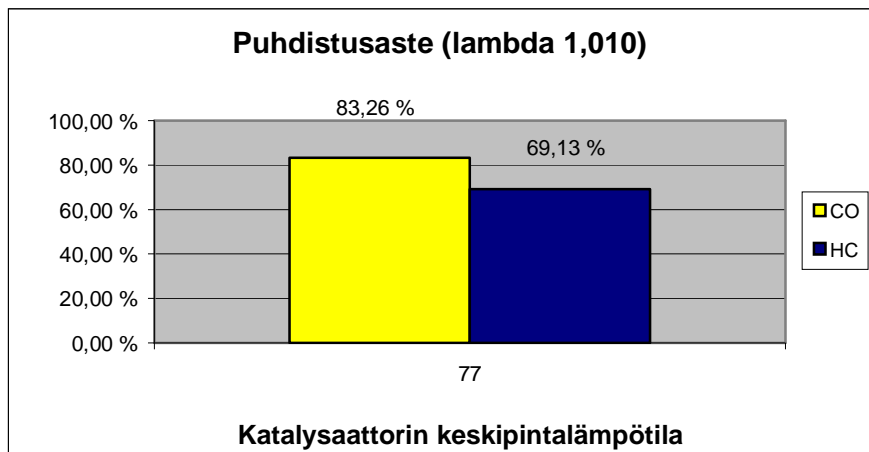
Mittauksen aikana huomasi selvästi, ettei jälkimmäinen katalysaattori lämmennyt sille tasolle, jossa se toimisi parhaiten. Kuitenkin lämpötila oli riittävä ja puhdistamattomia päästöjä riittävästi, jotta kemialliset reaktiot pystyivät tapahtumaan. Taulukossa 13 näkyy katalysaattorien pintalämpötilat, joista pystyy selkeästi havaitsemaan kummassa katalysaattorissa tapahtuu puhdistumisreaktioita.

**TAULUKKO 13. Lämpötilat /LIITE 8(1)/**

| 1Kat:n lämpötila | 2Kat:n lämpötila |
|------------------|------------------|
| 53               | 64               |
| 61               | 65               |
| 62               | 66               |
| 66               | 80               |
| 73               | 90               |
| 64               | 88               |
| 62               | 90               |
| 55               | 79               |

Vaikka 1 katalysaattori oli ensimmäisenä pakoputkessa, se pysyi viileämpänä kuin jälkimmäinen katalysaattori. Tämä selittyy sillä, että 1 katalysaattori on viallinen, eikä siellä tapahdu kemiallisia puhdistumisreaktioita, joista vapautuisi lämpöä.

CO - ja HC-puhdistusasteetkin jäivät odotettua alemmiksi. Auto olisi kuitenkin alittanut katsastuksen vaatimat päästörajat, joten päästövikaisen auton pystyy pelastamaan katsastuksessa hylkäämiseltä asentamalla toisen katalysaattorin autoon kiinni. Seuraavalla sivulla on pylväsdiagrammi kaksoiskatalysaattorin puhdistusasteesta.



**KUVA 11. Puhdistusaste /LIITE 8(2)/**

### *Lähes uuden auton päästöarvojen tarkastelu*

Mittakohteena oli viisi vuotta vanha auto, jolla oli ajettu noin 85 000 kilometriä. Mittausin päästöarvot ennen katalysaattoria. HC -arvot olivat noin 200 ppm ja CO -arvot noin 0,4%. Tämän perusteella, jos kyseisestä autosta hajoaisi katalysaattori, tilalle voisi asentaa huoletta käytetyn toimivan katalysaattorin. Katsastuksessa ei tulisi olemaan ongelmaa päästöjen osalta. Toisaalta odotin auton pääsevän läpi päästömittauksista ilman katalysaattoriakin, mutta palotapahtumat eivät ole vielä tarpeeksi täydellisiä uudemmassa moottorissa, näin ollen voidaan todeta, että katalysaattoria tarvitaan.

## **8 POHDINTA**

Työ kokonaisuudessaan oli mielenkiintoinen tutkimustyö, jossa ensin pääsi suunnittelemaan alusta loppuun mittausjärjestelyt ja toteutuksen, minkä jälkeen konkreettisesti tekemään tutkimuksen. Vaihtelua pelkkiin mittauksiin toi mukavasti katalysaattorien kiinnityslaippojen suunnittelu ja hitsaus. Alkuperäinen suunnitelma oli mitata irtonaiset katalysaattorit ammattikoulun testimoottorilla, joka oli moottoripukissa kiinnitettynä. Tämä ei kuitenkaan onnistunut, koska moottori ei toiminut. Mittaustyö hidastui tämän johdosta hieman, koska jouduin hankkimaan testiauton, johon katalysaattorien vaihtaminen vaati enemmän aikaa ja työtä, kuin mitä moottoripukissa oleva moottori olisi vaatinut.

Työtä aloittaessa oletin katalysaattoreiden puhdistusarvojen vaihtelevan niin paljon, ettei järkeviä raja-arvoja pystyisi yleisesti ottaen määrittämään katalysaattoreille. Suuria eroja mittausten aikana löytyikin, mutta siitä huolimatta yhteiset raja-arvot löytyivät, mikä oli itselleni positiivinen yllätys. Korjaamoiden vianmäärityksiin tuloksista on pientä apua. Enemmän painoarvoa tuloksille olisi saanut mittaamalla enemmän erilaisia katalysaattoreita, mikä olisi kuitenkin vaatinut huomasti enemmän aikaa ja rahaa.

Kokonaisuudessaan työ opetti suunnittelemaan järkevän mittaussuunnitelman, jonka tarkoituksena oli tuottaa hyödyllisiä tuloksia, joiden perusteella pystyisi määrittämään onko katalysaattori kunnossa vai ei. Lisäksi näiden mittausten perusteella voin sanoa, että muodoltaan pyöreä katalysaattori toimii tehokkaammin kuin ovaali katalysaattori. Tämän voi myös todeta uusista autoista, joissa melkein jokaisessa on käytössä pyöreä katalysaattori.

Mahdollisista jatkomittauksia pitäisin tärkeimpänä typen oksidien tarkastelua päästöissä, kuinka hyvin katalysaattori pystyy puhdistamaan nämä haitalliset päästöpartikkelit. Tämä onnistuisi kemiluminesenssi NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>-analysaattorilla /7./, joka pystyy mittaamaan typen oksideja. Tässäkin mittauksessa tulisi olla kaksi kyseistä analysaattoria, jotta pystyttäisiin tutkimaan päästöarvoja ennen katalysaattoria ja myös sen jälkeen. Tällaista jatkomittausta pidän tärkeänä, koska laihaseosmoottorit yleistyvät varmasti tiukentuvien päästönormien myötä koko ajan. Typen oksideja muodostuu juuri eniten silloin, kun moottori toimii laihaseosalueella. En myöskään pidä mahdottomana ajatuksena sitä, että tulevaisuudessa katsastuksen yhteydessä mitattaisiin myös typen oksidien määrä.

## LÄHTEET

/1/ BOSCH. Jo 30 vuotta puhtaamman ilman puolesta. WWW-dokumentti.

[http://www.bosch.fi/content/language1/html/715\\_4737.htm](http://www.bosch.fi/content/language1/html/715_4737.htm). Luettu 27.01.2010.

/2/ Bosch, Robert 2003. GmbH. Autoteknillinen taskukirja. 6. painos. Jyväskylä: Gummerus Oy.

/3/ Autoalan Koulutuskeskus Oy 2005. Moottorialan Sähköoppi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

/4/ A-katsastus. Pakokaasupäästöt. WWW-dokumentti.

<http://www.a-katsastus.fi/Autolijainfo/tehopaketti%20tietoa%20autoilijoille/pakokaasupaastot/Sivut/default.aspx>. Luettu 1.02.2010.

/5/ Motiva Oy 2006. Vaihtoehtoiset polttoaineet ja ajoneuvot. WWW-dokumentti.

[http://www.motiva.fi/files/2131/Vaihtoehtoiset\\_polttoaineet\\_ja\\_ajoneuvot.pdf](http://www.motiva.fi/files/2131/Vaihtoehtoiset_polttoaineet_ja_ajoneuvot.pdf). Luettu 1.02.2010.

/6/ Oppimateriaalit. Katalysaattori. WWW-dokumentti.

<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/ymparistokemia/katalysaattori.html>. Luettu 5.02.2010.

/7/ Teledyne instruments. Kemiluminesenssi NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Analysaattori. WWW-dokumentti. <http://www.ppmsystems.fi/files/tapi-200E.pdf>. Luettu 5.02.2010.

## Golf-päästömittaukset

| <b>Golf</b>   |             |               |         |     |       |      |        |    |
|---|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
| <b>1 = ennen katalysaattoria olevat päästöarvot</b> |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>2 = katalysaattorin jälkeiset päästöarvot</b>    |             |               |         |     |       |      |        |    |
|   |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>Lämpötilamittaus</b>                             |             |               |         |     |       |      |        |    |
|   |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila:                          |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.  | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 20  | 17          | 19            | 0,267   | 218 | 10,8  | 6,6  | 1,39   | 1. |
|   |             |               | 0,195   | 191 | 11,88 | 3,65 | 1,19   | 2. |
| 185   | 77          | 70            | 0,454   | 252 | 14,3  | 0,8  | 1,018  |    |
|   |             |               | 0,062   | 97  | 14,42 | 0,48 | 1,016  |    |
| 205   | 105         | 88            | 0,45    | 253 | 14,3  | 0,8  | 1,018  |    |
|   |             |               | 0,044   | 50  | 14,53 | 0,44 | 1,017  |    |
| 190   | 115         | 95            | 0,454   | 230 | 14,2  | 0,8  | 1,018  |    |
|   |             |               | 0,065   | 44  | 14,49 | 0,44 | 1,017  |    |
| 250   | 150         | 140           | 0,644   | 127 | 14,2  | 0,7  | 1,012  |    |
|   |             |               | 0,086   | 30  | 14,8  | 0,09 | 1      |    |
| 405   | 251         | 200           | 0,679   | 53  | 14,3  | 0,4  | 1,002  |    |
|   |             |               | 0,111   | 40  | 14,87 | 0,08 | 0,998  |    |
| 210   | 148         | 122           | 0,414   | 235 | 14,2  | 0,8  | 1,02   |    |
|   |             |               | 0,016   | 23  | 14,43 | 0,38 | 1,017  |    |
|   |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>HC-mittaus</b>                                   |             |               |         |     |       |      |        |    |
|   |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila:                          |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.  | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 210   | 170         | 125           | 0,408   | 330 | 14,3  | 1,2  | 1,034  | 1. |
|   |             |               | 0,014   | 40  | 14,72 | 0,56 | 1,024  | 2. |
| 205   | 165         | 125           | 0,472   | 372 | 14,3  | 1,1  | 1,028  |    |
|   |             |               | 0,014   | 110 | 14,77 | 0,57 | 1,021  |    |



## LIITE 1(2).

## Golf-päästömittaukset

|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
| 200                        | 160         | 120           | 0,427   | 351 | 14,3  | 1,2  | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,015   | 114 | 14,75 | 0,59 | 1,021  |    |
| 206                        | 140         | 125           | 0,469   | 360 | 14,3  | 1,1  | 1,028  |    |
|                            |             |               | 0,016   | 120 | 14,77 | 0,59 | 1,021  |    |
| 180                        | 160         | 125           | 0,481   | 254 | 14,3  | 0,9  | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,014   | 9   | 14,74 | 0,62 | 1,029  |    |
| 185                        | 145         | 128           | 0,456   | 334 | 14,3  | 1    | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,018   | 76  | 14,71 | 0,61 | 1,024  |    |
| 195                        | 150         | 120           | 0,462   | 333 | 14,3  | 1    | 1,023  |    |
|                            |             |               | 0,023   | 107 | 14,72 | 0,58 | 1,021  |    |
| 190                        | 156         | 125           | 0,508   | 339 | 14,2  | 1    | 1,023  |    |
|                            |             |               | 0,029   | 95  | 14,71 | 0,62 | 1,023  |    |
| 210                        | 155         | 105           | 0,554   | 293 | 14,1  | 1,1  | 1,029  |    |
|                            |             |               | 0,031   | 50  | 14,95 | 0,29 | 1,01   |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| 215                        | 150         | 120           | 0,486   | 363 | 14,1  | 1,2  | 1,031  |    |
|                            |             |               | 0,034   | 83  | 14,68 | 0,65 | 1,025  |    |
| 200                        | 150         | 122           | 0,517   | 372 | 14,1  | 1,1  | 1,029  |    |
|                            |             |               | 0,038   | 113 | 14,68 | 0,66 | 1,024  |    |
| 205                        | 155         | 120           | 0,553   | 365 | 14,1  | 1,1  | 1,025  |    |
|                            |             |               | 0,041   | 147 | 14,68 | 0,67 | 1,023  |    |
| <b>CO-mittaus</b>          |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 220                        | 180         | 147           | 0,707   | 281 | 13,8  | 0,9  | 1,022  | 1. |
|                            |             |               | 0,325   | 196 | 14,82 | 0,24 | 0,991  | 2. |
| 230                        | 170         | 150           | 0,798   | 298 | 13,8  | 0,9  | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,27    | 218 | 14,86 | 0,22 | 0,991  |    |
| 250                        | 190         | 160           | 0,78    | 318 | 13,7  | 1    | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,276   | 190 | 14,91 | 0,19 | 0,991  |    |

## LIITE 1(3).

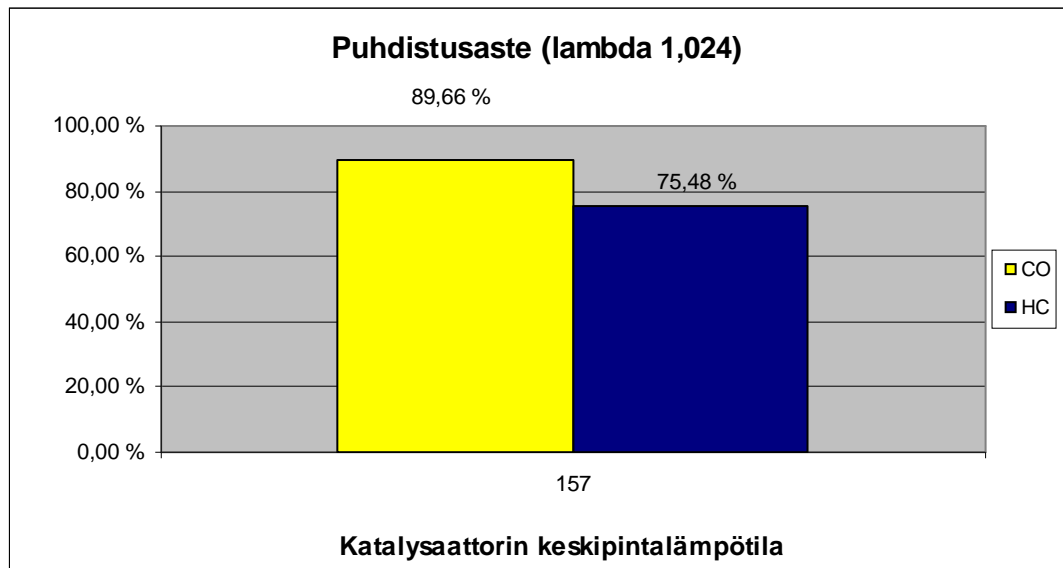
**Golf-päästömittaukset**

|     |     |     |       |     |       |      |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|------|-------|--|
| 245 | 185 | 160 | 0,797 | 324 | 13,7  | 1    | 1,02  |  |
|     |     |     | 0,357 | 225 | 14,86 | 0,17 | 0,986 |  |
| 180 | 150 | 100 | 0,957 | 321 | 13,4  | 1,2  | 1,029 |  |
|     |     |     | 0,111 | 176 | 14,77 | 0,33 | 1,003 |  |
| 220 | 150 | 140 | 0,789 | 390 | 13,8  | 0,9  | 1,007 |  |
|     |     |     | 0,197 | 327 | 14,6  | 0,43 | 0,997 |  |
| 260 | 190 | 177 | 0,68  | 409 | 13,4  | 1,6  | 1,047 |  |
|     |     |     | 0,193 | 182 | 14,89 | 0,15 | 0,992 |  |
| 260 | 210 | 180 | 0,575 | 335 | 13,6  | 1,3  | 1,037 |  |
|     |     |     | 0,225 | 132 | 14,87 | 0,12 | 0,992 |  |
| 250 | 190 | 165 | 0,545 | 366 | 13,6  | 1,5  | 1,04  |  |
|     |     |     | 0,252 | 155 | 14,78 | 0,14 | 0,991 |  |
| 245 | 185 | 165 | 0,562 | 338 | 13,7  | 1,4  | 1,035 |  |
|     |     |     | 0,161 | 127 | 14,88 | 0,13 | 0,995 |  |
| 240 | 190 | 170 | 0,523 | 346 | 13,7  | 1,4  | 1,037 |  |
|     |     |     | 0,18  | 140 | 14,86 | 0,14 | 0,994 |  |
| 245 | 210 | 175 | 0,675 | 409 | 12,9  | 2,3  | 1,091 |  |
|     |     |     | 0,166 | 136 | 14,58 | 0,34 | 1,004 |  |

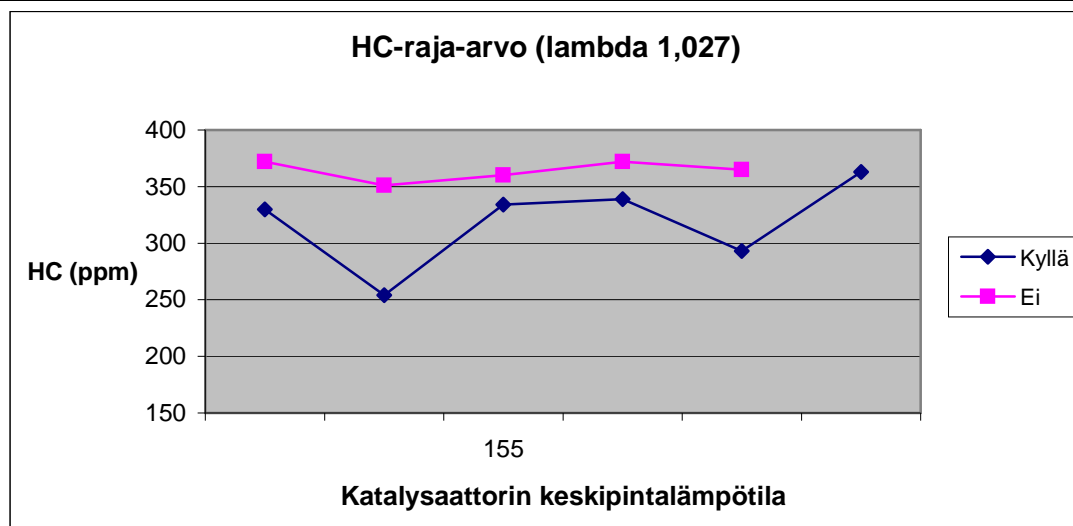
## Golf-päästömittaukset

| <b><u>Golf</u></b>   |                |                |                                      |  |  |  |               |
|--|----------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--|---------------|
| <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b>  |                |                |                                      |  |  |  |               |
| Lasketaan niistä arvoista jotka alittavat päästönormit, CO<0,2% ja HC<100ppm |                |                |                                      |  |  |  |               |
|  | CO             | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1. (ka) |
|  | 86,34 %        | 61,51 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 90,22 %        | 80,24 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 85,68 %        | 80,87 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 86,65 %        | 76,38 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 83,65 %        | 24,53 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 96,14 %        | 90,21 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 96,57 %        | 87,88 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 97,03 %        | 96,46 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 96,49 %        | 77,25 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 96,59 %        | 71,98 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 97,09 %        | 82,94 %        |                                      |  |  |  |               |
|  | 96,05 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 95,02 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 94,29 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 94,40 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 93,00 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 92,65 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 92,59 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 71,35 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 65,58 %        |                |                                      |  |  |  |               |
|  | 75,41 %        |                |                                      |  |  |  |               |
| <b>Ka=</b>   | <b>89,66 %</b> | <b>75,48 %</b> | <b>157</b>                           |  |  |  | <b>1,024</b>  |

## Golf-päästömittaukset

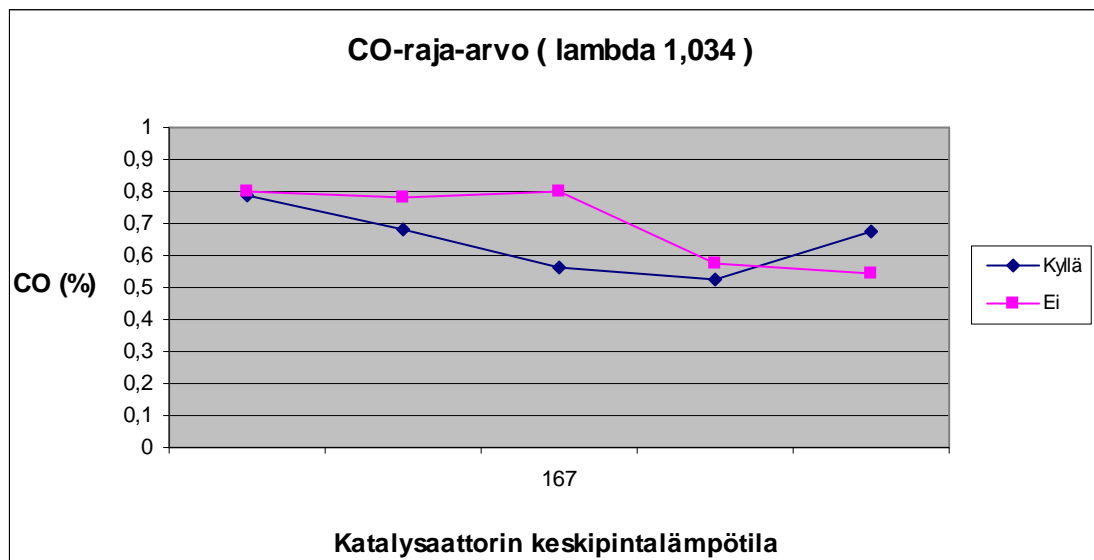


| HC-raja-arvo ( <100 ppm )   |            |            |                                      |  |  |  |              |
|---|------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
| Määritetään ensimmäiseen ryhmään ne päästöarvot ennen katalysaattoria,                      |            |            |                                      |  |  |  |              |
| jotka puhdistuvat alle raja-arvojen ja toiseen ryhmään ne arvot jotka ylittävät raja-arvot. |            |            |                                      |  |  |  |              |
|   | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|   | 330        | 372        |                                      |  |  |  |              |
|   | 254        | 351        |                                      |  |  |  |              |
|   | 334        | 360        |                                      |  |  |  |              |
|   | 339        | 372        | <b>155</b>                           |  |  |  |              |
|   | 293        | 365        |                                      |  |  |  |              |
|   | 363        |            |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>  | <b>319</b> | <b>364</b> |                                      |  |  |  | <b>1,027</b> |



## Golf-päästömittaukset

| CO-raja-arvo ( < 0,2% )                         |              |              |   |  |  |  |              |
|---|--------------|--------------|---|--|--|--|--------------|
| Lasketaan samalla periaatteella kuin edellinen. |              |              |   |  |  |  |              |
|   | <b>Kyllä</b> | <b>Ei</b>    | <b>Katalysaattorin keskipintalämpötila: lambda1(ka)</b> |  |  |  |              |
|   | 0,789        | 0,798        |   |  |  |  |              |
|   | 0,68         | 0,78         |   |  |  |  |              |
|   | 0,562        | 0,797        | <b>167</b>  |  |  |  |              |
|   | 0,523        | 0,575        |   |  |  |  |              |
|   | 0,675        | 0,545        |   |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                                      | <b>0,646</b> | <b>0,699</b> |   |  |  |  | <b>1,034</b> |



## Lancer-päästömittaukset

| <b>Lancer</b>              |             |               |         |     |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>Lämpötilamittaus</b>    |             |               |         |     |       |      |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 160                        | 148         | 154           | 1,3     | 340 | 13,3  | 1,5  | 1,025  | 1. |
|                            |             |               | 0,162   | 51  | 14,22 | 0,28 | 1,006  | 2. |
| 165                        | 153         | 153           | 1,27    | 347 | 13,3  | 1,5  | 1,025  |    |
|                            |             |               | 0,015   | 38  | 14,31 | 0,31 | 1,013  |    |
| 171                        | 162         | 154           | 1,35    | 324 | 13,3  | 1,5  | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,092   | 35  | 14,25 | 0,29 | 1,009  |    |
| 176                        | 161         | 160           | 1,31    | 425 | 13,4  | 1,5  | 1,018  |    |
|                            |             |               | 0,148   | 58  | 14,9  | 0,27 | 1,005  |    |
| 180                        | 190         | 140           | 1,17    | 269 | 13,9  | 0,9  | 1      |    |
|                            |             |               | 0,331   | 63  | 14,18 | 0,4  | 1,006  |    |
| 173                        | 171         | 123           | 1,1     | 288 | 13,8  | 1,2  | 1,015  |    |
|                            |             |               | 0,018   | 37  | 14,44 | 0,36 | 1,015  |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>HC-mittaus</b>          |             |               |         |     |       |      |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 181                        | 181         | 130           | 1,09    | 315 | 13,5  | 1,6  | 1,038  | 1. |
|                            |             |               | 0,122   | 87  | 14,72 | 0,58 | 1,019  | 2. |
| 202                        | 192         | 144           | 1,28    | 275 | 13,4  | 1,5  | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,128   | 92  | 14,71 | 0,35 | 1,008  |    |
| 207                        | 196         | 138           | 1,24    | 305 | 13,4  | 1,6  | 1,029  |    |
|                            |             |               | 0,137   | 95  | 14,71 | 0,35 | 1,007  |    |
| 205                        | 202         | 142           | 1,25    | 296 | 13,4  | 1,6  | 1,031  |    |
|                            |             |               | 0,143   | 98  | 14,75 | 0,38 | 1,008  |    |

## LIITE 2(2).

## Lancer-päästömittaukset

|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|------|--------|----|
| 160                              | 148         | 154           | 1,3     | 340  | 13,3  | 1,5  | 1,025  |    |
|                                  |             |               | 0,162   | 51   | 14,22 | 0,28 | 1,006  |    |
| 204                              | 201         | 141           | 1,22    | 339  | 13,7  | 1,2  | 1,012  |    |
|                                  |             |               | 0,183   | 134  | 14,82 | 0,25 | 0,999  |    |
| 208                              | 222         | 162           | 1,29    | 332  | 13,3  | 1,7  | 1,031  |    |
|                                  |             |               | 0,195   | 151  | 14,71 | 0,43 | 1,006  |    |
| 209                              | 219         | 170           | 1,16    | 396  | 12,8  | 2,1  | 1,057  |    |
|                                  |             |               | 0,203   | 155  | 14,77 | 0,43 | 1,006  |    |
| 210                              | 210         | 171           | 1,33    | 318  | 13,4  | 1,5  | 1,024  |    |
|                                  |             |               | 0,213   | 158  | 14,88 | 0,3  | 0,999  |    |
|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
| <b>CO-mittaus ( joutokäynti)</b> |             |               |         |      |       |      |        |    |
|                                  |             |               |         |      |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila:       |             |               | Päästöt |      |       |      |        |    |
| Ennen kat.                       | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 139                              | 168         | 136           | 2,18    | 3090 | 10,6  | 4,9  | 1,085  | 1. |
|                                  |             |               | 0,565   | 1404 | 14,3  | 0,22 | 0,924  | 2. |
| 137                              | 167         | 148           | 1,75    | 3580 | 10,7  | 5,1  | 1,096  |    |
|                                  |             |               | 0,522   | 1577 | 14,28 | 0,24 | 0,918  |    |
| 155                              | 175         | 166           | 1,84    | 3490 | 10,6  | 5,1  | 1,097  |    |
|                                  |             |               | 0,589   | 1621 | 14,23 | 0,28 | 0,916  |    |
| 134                              | 173         | 180           | 1,75    | 3460 | 10,7  | 5    | 1,096  |    |
|                                  |             |               | 0,542   | 1566 | 14,29 | 0,22 | 0,917  |    |
| 138                              | 176         | 170           | 1,69    | 3460 | 10,8  | 5    | 1,1    |    |
|                                  |             |               | 0,537   | 1590 | 14,29 | 0,23 | 0,916  |    |
| 143                              | 169         | 178           | 1,74    | 3400 | 10,8  | 5    | 1,095  |    |
|                                  |             |               | 0,509   | 1594 | 14,25 | 0,28 | 0,919  |    |
| 130                              | 168         | 177           | 1,62    | 3300 | 10,8  | 5    | 1,107  |    |
|                                  |             |               | 0,398   | 1566 | 14,32 | 0,32 | 0,925  |    |

**Lancer-päästömittaukset**

|     |     |     |       |      |       |      |       |  |
|-----|-----|-----|-------|------|-------|------|-------|--|
| 121 | 169 | 185 | 1,57  | 2950 | 11,1  | 4,7  | 1,099 |  |
|     |     |     | 0,4   | 1642 | 14,22 | 0,46 | 0,927 |  |
| 135 | 167 | 182 | 1,6   | 3020 | 11    | 4,8  | 1,101 |  |
|     |     |     | 0,373 | 1628 | 14,25 | 0,45 | 0,928 |  |
| 140 | 169 | 181 | 1,56  | 3090 | 11    | 4,9  | 1,108 |  |
|     |     |     | 0,336 | 1594 | 14,26 | 0,39 | 0,928 |  |
| 132 | 170 | 179 | 1,54  | 3070 | 11    | 4,9  | 1,111 |  |
|     |     |     | 0,312 | 1598 | 14,29 | 0,42 | 0,929 |  |
| 133 | 171 | 180 | 1,61  | 3060 | 11    | 4,8  | 1,101 |  |
|     |     |     | 0,367 | 1600 | 14,29 | 0,36 | 0,925 |  |

| <b>CO-mittaus (&gt;2000 rpm)</b> |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila:       |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                       | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 141                              | 189         | 153           | 1,75    | 1386 | 11,5  | 3,8 | 1,088  | 1. |
|                                  |             |               | 0,218   | 875  | 14,75 |     |        | 2. |
| 142                              | 190         | 165           | 1,32    | 1792 | 12,1  | 3,4 | 1,074  |    |
|                                  |             |               | 0,245   | 1310 | 14,83 |     |        |    |
| 161                              | 185         | 209           | 1,54    | 1408 | 12    | 3,2 | 1,068  |    |
|                                  |             |               | 0,233   | 1371 | 14,86 |     |        |    |
| 164                              | 190         | 207           | 1,66    | 2190 | 11,5  | 4,1 | 1,089  |    |
|                                  |             |               | 0,224   | 130  | 14,68 |     |        |    |
| 165                              | 189         | 206           | 1,36    | 1782 | 12    | 3,3 | 1,072  |    |
|                                  |             |               | 0,292   | 1228 | 14,79 |     |        |    |
| 158                              | 192         | 202           | 1,44    | 1916 | 12    | 3,4 | 1,078  |    |
|                                  |             |               | 0,268   | 279  | 14,81 |     |        |    |
| 156                              | 189         | 200           | 1,52    | 2520 | 11,3  | 4,5 | 1,097  |    |
|                                  |             |               | 0,42    | 172  | 14,78 |     |        |    |
| 157                              | 191         | 211           | 1,78    | 2400 | 11,1  | 4,5 | 1,093  |    |
|                                  |             |               | 0,478   | 1133 | 14,73 |     |        |    |

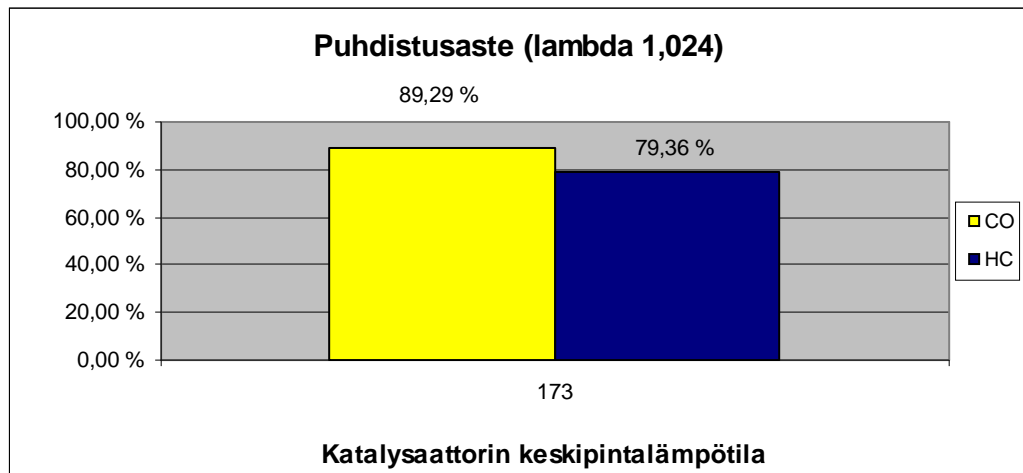


## Lancer-päästömittaukset

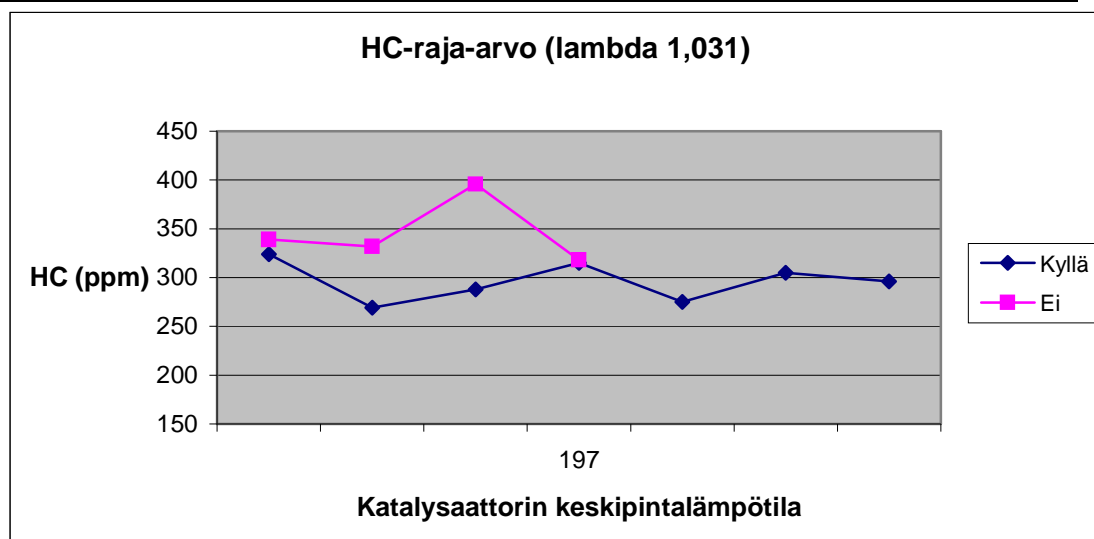
|     |     |     |       |      |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|------|-------|-----|-------|--|
| 161 | 193 | 212 | 1,52  | 2520 | 10,9  | 4,9 | 1,127 |  |
|     |     |     | 0,467 | 833  | 13,53 |     |       |  |
| 160 | 198 | 241 | 1,55  | 2880 | 11,2  | 4,5 | 1,091 |  |
|     |     |     | 0,339 | 272  | 14,33 |     |       |  |
| 161 | 197 | 239 | 1,61  | 2510 | 11,4  | 4,2 | 1,082 |  |
|     |     |     | 0,347 | 1270 | 14,85 |     |       |  |
| 158 | 189 | 216 | 1,56  | 2630 | 11,4  | 4,3 | 1,088 |  |
|     |     |     | 0,454 | 340  | 14,77 |     |       |  |
| 190 | 180 | 145 | 2,16  | 3210 | 10,5  | 5   | 1,088 |  |
|     |     |     | 0,303 | 1223 | 12,95 |     |       |  |

|                                     |                |                |                                      |  |  |              |              |
|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--------------|--------------|
| <b>Lancer</b>                       |                |                |                                      |  |  |              |              |
| <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |                |                |                                      |  |  |              |              |
| Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |                |                |                                      |  |  |              |              |
|                                     |                |                |                                      |  |  |              |              |
|                                     | CO             | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|                                     | 87,54 %        | 85,00 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 98,82 %        | 89,05 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 93,19 %        | 89,20 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 88,70 %        | 86,35 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 71,71 %        | 76,58 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 98,36 %        | 87,15 %        | <b>173</b>                           |  |  |              |              |
|                                     | 88,81 %        | 72,38 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 90,00 %        | 66,55 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 88,95 %        | 68,85 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 88,56 %        | 66,89 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 87,54 %        | 85,00 %        |                                      |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>                          | <b>89,29 %</b> | <b>79,36 %</b> |                                      |  |  |              | <b>1,024</b> |

## Lancer-päästömittaukset

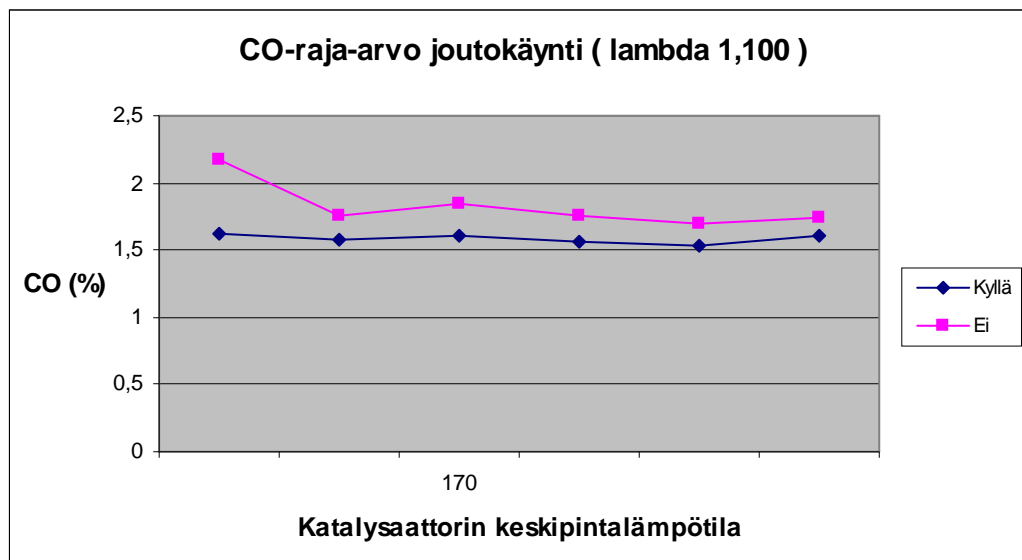


| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |              |  |  |              |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--------------|--|--|--------------|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | Lambda1.(ka) |  |  |              |
|                           | 324        | 339        |                                      |              |  |  |              |
|                           | 269        | 332        |                                      |              |  |  |              |
|                           | 288        | 396        |                                      |              |  |  |              |
|                           | 315        | 318        | <b>197</b>                           |              |  |  |              |
|                           | 275        |            |                                      |              |  |  |              |
|                           | 305        |            |                                      |              |  |  |              |
|                           | 296        |            |                                      |              |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                | <b>296</b> | <b>346</b> |                                      |              |  |  | <b>1,031</b> |



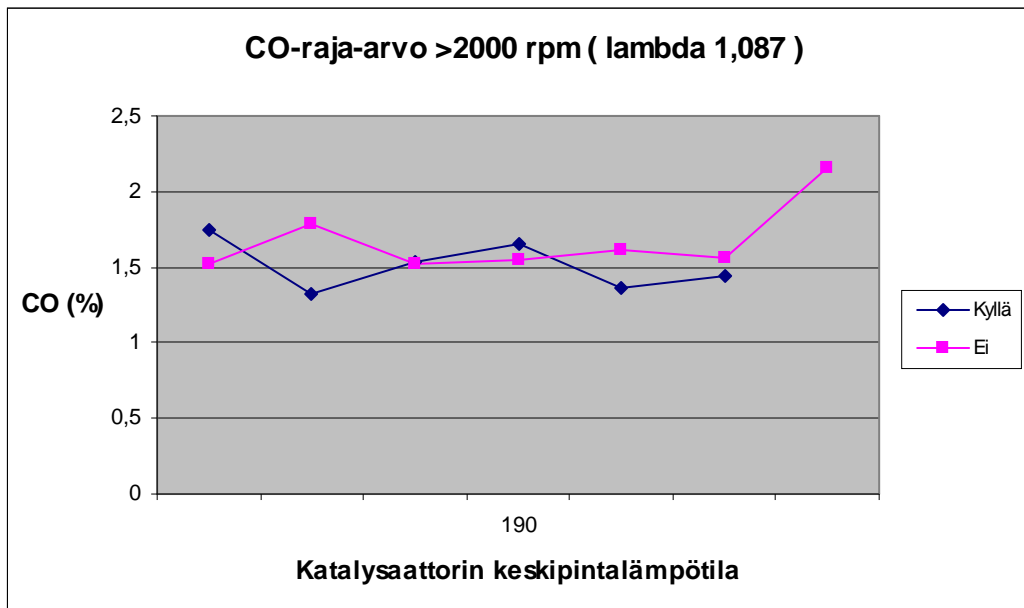
## Lancer-päästömittaukset

| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |              |              |                                      |  |  |  |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
|                                    | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|                                    | 1,62         | 2,18         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,57         | 1,75         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,6          | 1,84         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,56         | 1,75         | <b>170</b>                           |  |  |  |              |
|                                    | 1,54         | 1,69         |                                      |  |  |  |              |
|                                    | 1,61         | 1,74         |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                         | <b>1,583</b> | <b>1,825</b> |                                      |  |  |  | <b>1,100</b> |



| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |              |              |                                      |  |  |  |              |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
|                                 | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|                                 | 1,75         | 1,52         |                                      |  |  |  |              |
|                                 | 1,32         | 1,78         |                                      |  |  |  |              |
|                                 | 1,54         | 1,52         |                                      |  |  |  |              |
|                                 | 1,66         | 1,55         | <b>190</b>                           |  |  |  |              |
|                                 | 1,36         | 1,61         |                                      |  |  |  |              |
|                                 | 1,44         | 1,56         |                                      |  |  |  |              |
|                                 |              | 2,16         |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,512</b> | <b>1,671</b> |                                      |  |  |  | <b>1,087</b> |

## Lancer-päästömittaukset



**Bora-päästömittaukset**

| <b>Bora Lämpötilamittaus</b> |             |               |         |     |       |     |        |    |
|------------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila:   |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                   | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 180                          | 205         | 135           | 0,953   | 241 | 13    | 1,1 | 1,02   | 1. |
|                              |             |               | 0,315   | 83  | 14,38 |     |        | 2. |
| 186                          | 241         | 148           | 1,24    | 238 | 13,6  | 1,3 | 1,020  |    |
|                              |             |               | 0,48    | 91  | 14,38 |     |        |    |
| 185                          | 240         | 152           | 1,25    | 260 | 13,6  | 1,4 | 1,02   |    |
|                              |             |               | 0,437   | 97  | 14,44 |     |        |    |
| 165                          | 208         | 135           | 1,21    | 250 | 13,5  | 1,5 | 1,029  |    |
|                              |             |               | 0,296   | 97  | 14,48 |     |        |    |
| 185                          | 230         | 157           | 1,16    | 241 | 13,5  | 1,5 | 1,03   |    |
|                              |             |               | 0,265   | 90  | 14,52 |     |        |    |
| 215                          | 240         | 154           | 1,18    | 167 | 13,7  | 1,2 | 1,016  |    |
|                              |             |               | 0,232   | 94  | 14,63 |     |        |    |
| 222                          | 283         | 185           | 1,21    | 191 | 13,6  | 1,4 | 1,024  |    |
|                              |             |               | 0,65    | 92  | 14,26 |     |        |    |
| 191                          | 200         | 142           | 0,973   | 146 | 14,1  | 0,9 | 1,01   |    |
|                              |             |               | 0,294   | 111 | 14,65 |     |        |    |
| 207                          | 232         | 161           | 1,26    | 190 | 13,7  | 1,3 | 1,017  |    |
|                              |             |               | 0,267   | 89  | 14,5  |     |        |    |

| <b>HC-mittaus</b>          |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 202                        | 214         | 163           | 1,04    | 222 | 14    | 0,8 | 1,004  | 1. |
|                            |             |               | 0,663   | 116 | 14,16 |     |        | 2. |
| 210                        | 222         | 172           | 1,25    | 267 | 13,7  | 1,3 | 1,018  |    |
|                            |             |               | 0,609   | 109 | 14,25 |     |        |    |

## LIITE 3(2).

## Bora-päästömittaukset

|     |     |     |       |     |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|--|
| 207 | 234 | 178 | 1,14  | 223 | 13,8  | 1,2 | 1,017 |  |
|     |     |     | 0,246 | 108 | 14,49 |     |       |  |
| 219 | 238 | 176 | 1,18  | 225 | 13,8  | 1,2 | 1,017 |  |
|     |     |     | 0,278 | 110 | 14,53 |     |       |  |
| 222 | 244 | 180 | 1,21  | 247 | 13,8  | 1,1 | 1,011 |  |
|     |     |     | 0,552 | 116 | 14,33 |     |       |  |
| 218 | 253 | 172 | 1,3   | 267 | 13,6  | 1,4 | 1,022 |  |
|     |     |     | 0,577 | 132 | 14,28 |     |       |  |
| 180 | 205 | 135 | 0,953 | 241 | 13    | 1,1 | 1,02  |  |
|     |     |     | 0,315 | 83  | 14,38 |     |       |  |
| 186 | 241 | 148 | 1,24  | 238 | 13,6  | 1,3 | 1,020 |  |
|     |     |     | 0,48  | 91  | 14,38 |     |       |  |
| 165 | 208 | 135 | 1,21  | 250 | 13,5  | 1,5 | 1,029 |  |
|     |     |     | 0,296 | 97  | 14,48 |     |       |  |
| 215 | 240 | 154 | 1,18  | 167 | 13,7  | 1,2 | 1,016 |  |
|     |     |     | 0,232 | 94  | 14,63 |     |       |  |
| 222 | 283 | 185 | 1,21  | 191 | 13,6  | 1,4 | 1,024 |  |
|     |     |     | 0,65  | 92  | 14,26 |     |       |  |
| 207 | 232 | 161 | 1,26  | 190 | 13,7  | 1,3 | 1,017 |  |
|     |     |     | 0,267 | 89  | 14,5  |     |       |  |

| CO-mittaus ( joutokäynti)  |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 147                        | 205         | 155           | 0,613   | 463 | 14,4  | 1   | 1,016  | 1. |
|                            |             |               | 0,235   | 218 | 14,78 |     |        | 2. |
| 152                        | 190         | 143           | 0,613   | 476 | 14,4  | 1   | 1,17   |    |
|                            |             |               | 0,189   | 258 | 14,79 |     |        |    |
| 155                        | 192         | 150           | 0,689   | 734 | 14,3  | 1,1 | 1,011  |    |
|                            |             |               | 0,224   | 324 | 14,72 |     |        |    |
| 127                        | 177         | 135           | 0,671   | 689 | 14,2  | 1,2 | 1,017  |    |

## LIITE 3(3).

## Bora-päästömittaukset

|     |     |     |       |     |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|--|
| 124 | 165 | 133 | 1,12  | 823 | 13,7  | 1,7 | 1,025 |  |
|     |     |     | 0,681 | 802 | 13,24 |     |       |  |
| 126 | 170 | 135 | 1,1   | 480 | 12,8  | 3   | 1,097 |  |
|     |     |     | 0,684 | 635 | 13,38 |     |       |  |
| 155 | 173 | 140 | 0,965 | 454 | 13,2  | 2,4 | 1,083 |  |
|     |     |     | 0,516 | 434 | 14,01 |     |       |  |
| 160 | 181 | 145 | 1,02  | 429 | 13,1  | 1,9 | 1,052 |  |
|     |     |     | 0,558 | 184 | 14,07 |     |       |  |

| CO-mittaus (>2000 rpm)     |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 145                        | 177         | 135           | 0,789   | 351 | 14,1  | 1,3 | 1,025  | 1. |
|                            |             |               | 0,558   | 177 | 13,77 |     |        | 2. |
| 170                        | 175         | 140           | 0,72    | 415 | 14,3  | 1   | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,456   | 208 | 14,12 |     |        |    |
| 144                        | 196         | 153           | 0,811   | 507 | 13,7  | 1,7 | 1,044  |    |
|                            |             |               | 0,56    | 180 | 13,95 |     |        |    |
| 153                        | 197         | 143           | 0,706   | 475 | 14,3  | 1   | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,595   | 198 | 14,3  |     |        |    |
| 152                        | 193         | 146           | 0,7     | 459 | 14,3  | 1   | 1,016  |    |
|                            |             |               | 0,53    | 184 | 14,24 |     |        |    |
| 162                        | 201         | 151           | 0,681   | 489 | 14,3  | 1   | 1,016  |    |
|                            |             |               | 0,525   | 239 | 14,35 |     |        |    |
| 142                        | 185         | 138           | 0,586   | 496 | 14,3  | 1   | 1,019  |    |
|                            |             |               | 0,287   | 349 | 14,28 |     |        |    |
| 157                        | 234         | 155           | 1,14    | 293 | 13,7  | 1,6 | 1,034  |    |
|                            |             |               | 0,237   | 88  | 14,34 |     |        |    |
| 159                        | 228         | 160           | 1,04    | 384 | 13,9  | 1,4 | 1,022  |    |
|                            |             |               | 0,136   | 57  | 14,57 |     |        |    |

## LIITE 3(4).

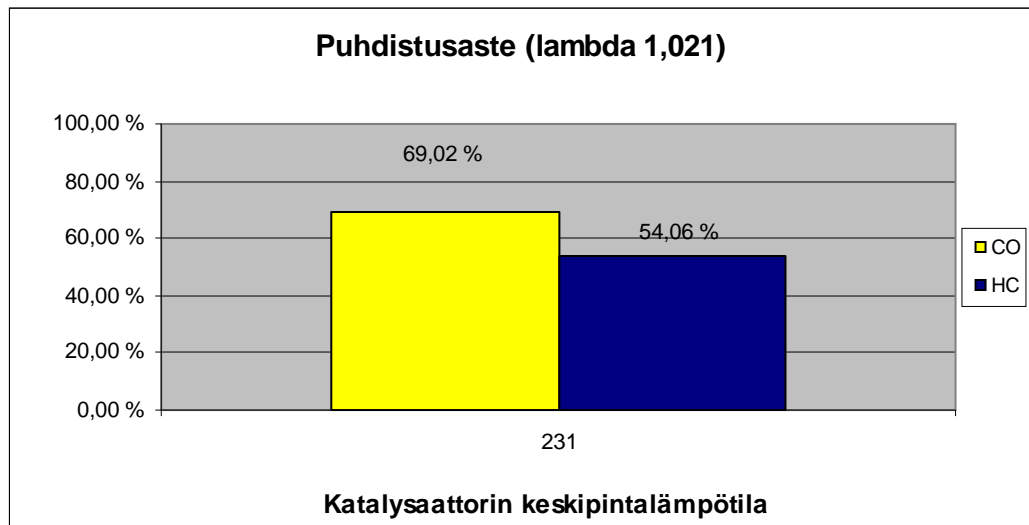
## Bora-päästömittaukset

|     |     |     |       |     |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|--|
| 171 | 230 | 156 | 1,15  | 300 | 13,7  | 1,5 | 1,028 |  |
|     |     |     | 0,109 | 95  | 14,44 |     |       |  |
| 172 | 233 | 163 | 1,13  | 327 | 13,7  | 1,5 | 1,029 |  |
|     |     |     | 0,208 | 82  | 14,48 |     |       |  |
| 178 | 228 | 160 | 1,16  | 359 | 13,7  | 1,5 | 1,028 |  |
|     |     |     | 0,527 | 118 | 14,26 |     |       |  |
| 168 | 229 | 173 | 1,19  | 362 | 13,7  | 1,5 | 1,026 |  |
|     |     |     | 0,519 | 113 | 14,27 |     |       |  |
| 169 | 231 | 172 | 1,26  | 338 | 13,7  | 1,5 | 1,023 |  |
|     |     |     | 0,66  | 129 | 14,11 |     |       |  |
| 183 | 230 | 171 | 1,19  | 341 | 13,7  | 1,6 | 1,031 |  |
|     |     |     | 0,572 | 118 | 14,24 |     |       |  |

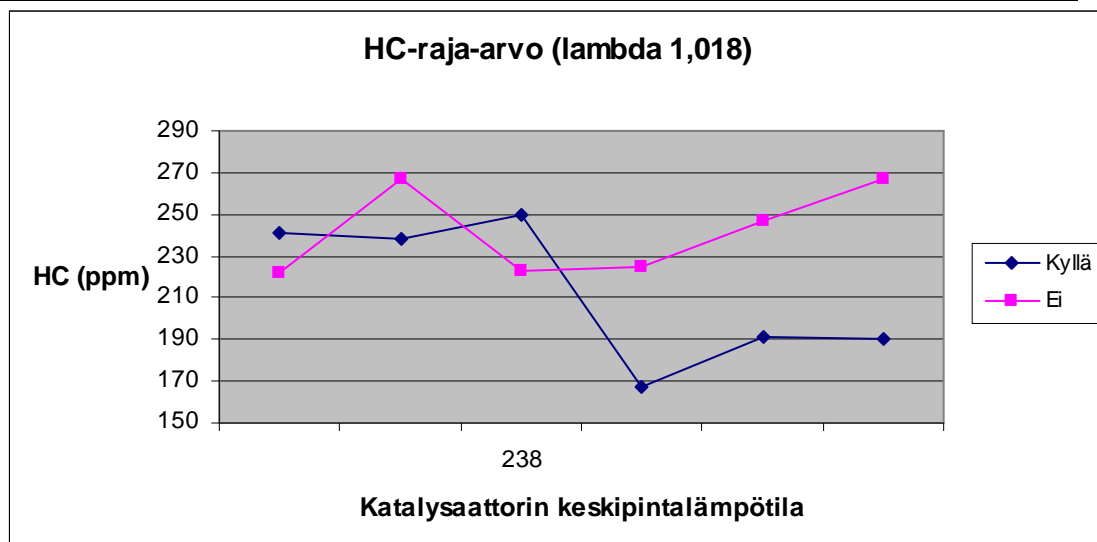
|             |                                     |                |                                      |  |  |  |              |  |
|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--|
| <b>Bora</b> |                                     |                |                                      |  |  |  |              |  |
|             | <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |                |                                      |  |  |  |              |  |
|             | Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |                |                                      |  |  |  |              |  |
|             |                                     |                |                                      |  |  |  |              |  |
|             | CO                                  | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |  |
|             | 66,95 %                             | 65,56 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 61,29 %                             | 61,76 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 65,04 %                             | 62,69 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 75,54 %                             | 61,20 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 77,16 %                             | 62,66 %        | <b>231</b>                           |  |  |  |              |  |
|             | 80,34 %                             | 43,71 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 46,28 %                             | 51,83 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 69,78 %                             | 23,97 %        |                                      |  |  |  |              |  |
|             | 78,81 %                             | 53,16 %        |                                      |  |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b>  | <b>69,02 %</b>                      | <b>54,06 %</b> |                                      |  |  |  | <b>1,021</b> |  |



## Bora-päästömittaukset

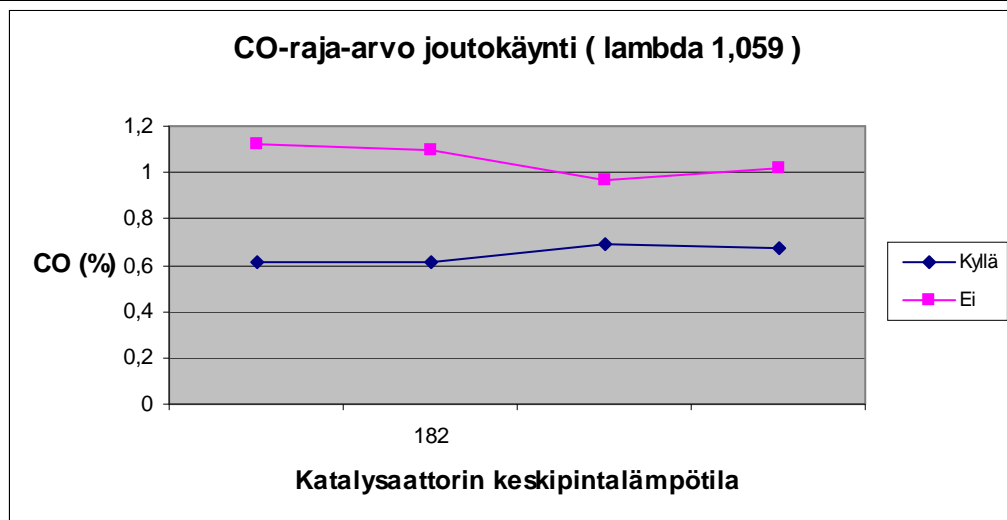


| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |  |  |  |              |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |
|                           | 241        | 222        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 238        | 267        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 250        | 223        | <b>238</b>                           |  |  |  |              |
|                           | 167        | 225        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 191        | 247        |                                      |  |  |  |              |
|                           | 190        | 267        |                                      |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                | <b>213</b> | <b>242</b> |                                      |  |  |  | <b>1,018</b> |



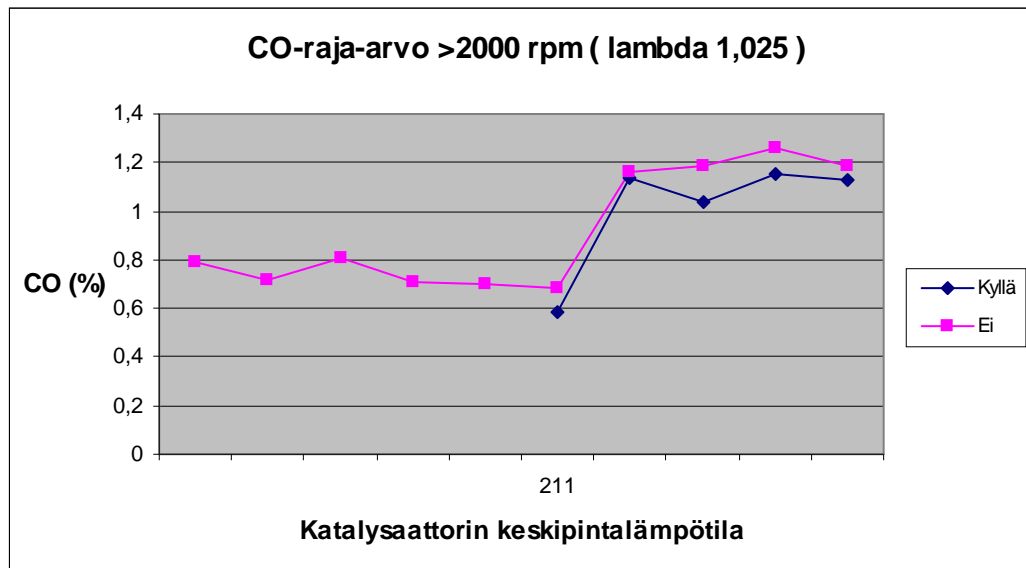
## Bora-päästömittaukset

| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |              |              |                                      |  |              |  |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--------------|--|--------------|
|                                    | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  | Lambda1.(ka) |  |              |
|                                    | 0,613        | 1,12         |                                      |  |              |  |              |
|                                    | 0,613        | 1,1          | <b>182</b>                           |  |              |  |              |
|                                    | 0,689        | 0,965        |                                      |  |              |  |              |
|                                    | 0,671        | 1,02         |                                      |  |              |  |              |
| <b>Ka=</b>                         | <b>0,647</b> | <b>1,051</b> |                                      |  |              |  | <b>1,059</b> |



| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |              |              |                                      |  |              |  |              |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--------------|--|--------------|
|                                 | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  | Lambda1.(ka) |  |              |
|                                 |              | 0,789        |                                      |  |              |  |              |
|                                 |              | 0,72         |                                      |  |              |  |              |
|                                 |              | 0,811        |                                      |  |              |  |              |
|                                 |              | 0,706        |                                      |  |              |  |              |
|                                 |              | 0,7          |                                      |  |              |  |              |
|                                 | 0,586        | 0,681        | <b>211</b>                           |  |              |  |              |
|                                 | 1,14         | 1,16         |                                      |  |              |  |              |
|                                 | 1,04         | 1,19         |                                      |  |              |  |              |
|                                 | 1,15         | 1,26         |                                      |  |              |  |              |
|                                 | 1,13         | 1,19         |                                      |  |              |  |              |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,009</b> | <b>1,096</b> |                                      |  |              |  | <b>1,025</b> |

## Bora-päästömittaukset



**BMW1-päästömittaukset**

| <b>BMW1</b>                |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| <b>Lämpötilamittaus</b>    |             |               |         |     |       |     |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 230                        | 216         | 97            | 1,19    | 205 | 13,6  | 1,2 | 1,017  | 1. |
|                            |             |               | 0,202   | 92  | 14,35 |     |        | 2. |
| 250                        | 223         | 120           | 1,11    | 259 | 13,6  | 1,3 | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,153   | 99  | 14,64 |     |        |    |
| 244                        | 230         | 118           | 0,804   | 257 | 14    | 0,9 | 1,014  |    |
|                            |             |               | 0,185   | 98  | 14,69 |     |        |    |
| 248                        | 231         | 135           | 1,26    | 241 | 13,5  | 1,3 | 1,019  |    |
|                            |             |               | 0,177   | 99  | 14,67 |     |        |    |
| 255                        | 250         | 152           | 1,26    | 269 | 13,6  | 1,3 | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,152   | 99  | 14,71 |     |        |    |
| 263                        | 255         | 160           | 1,28    | 238 | 13,6  | 1,3 | 1,015  |    |
|                            |             |               | 0,152   | 100 | 14,69 |     |        |    |
| 188                        | 200         | 152           | 1,22    | 300 | 13,6  | 1,3 | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,159   | 45  | 14,35 |     |        |    |
| 165                        | 176         | 71            | 1,08    | 226 | 13,7  | 1,4 | 1,031  |    |
|                            |             |               | 0,127   | 41  | 15,06 |     |        |    |
| 170                        | 178         | 75            | 1,21    | 532 | 13,6  | 1,4 | 1,015  |    |
|                            |             |               | 0,206   | 72  | 14,04 |     |        |    |
| 156                        | 182         | 137           | 1,08    | 430 | 13,7  | 1,4 | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,188   | 53  | 14,65 |     |        |    |
| 170                        | 166         | 138           | 1,05    | 409 | 13,8  | 1,2 | 1,014  |    |
|                            |             |               | 0,273   | 80  | 13,82 |     |        |    |
| 183                        | 180         | 141           | 1,14    | 418 | 13,7  | 1,3 | 1,016  |    |
|                            |             |               | 0,224   | 72  | 13,92 |     |        |    |

## BMW1-päästömittaukset

| HC-mittaus                 |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 178                        | 200         | 141           | 1,15    | 302 | 13,5  | 1,5 | 1,029  | 1. |
|                            |             |               | 0,081   | 36  | 14    |     |        | 2. |
| 180                        | 205         | 143           | 0,936   | 411 | 14    | 1,1 | 1,012  |    |
|                            |             |               | 0,481   | 92  | 13,73 |     |        |    |
| 183                        | 180         | 141           | 1,14    | 418 | 13,7  | 1,3 | 1,016  |    |
|                            |             |               | 0,224   | 72  | 13,92 |     |        |    |
| 165                        | 171         | 140           | 1,07    | 425 | 13,8  | 1,2 | 1,013  |    |
|                            |             |               | 0,317   | 86  | 13,82 |     |        |    |
| 170                        | 166         | 138           | 1,05    | 409 | 13,8  | 1,2 | 1,014  |    |
|                            |             |               | 0,273   | 80  | 13,82 |     |        |    |
| 172                        | 167         | 141           | 1,17    | 413 | 13,8  | 1,1 | 1,007  |    |
|                            |             |               | 0,322   | 88  | 13,73 |     |        |    |
| 166                        | 158         | 137           | 1,03    | 474 | 14    | 1   | 1,01   |    |
|                            |             |               | 0,685   | 149 | 13,51 |     |        |    |
| 170                        | 189         | 136           | 0,87    | 444 | 14,1  | 1   | 1,012  |    |
|                            |             |               | 0,673   | 112 | 14,24 |     |        |    |
| 171                        | 175         | 135           | 1,04    | 442 | 13,9  | 1,1 | 1,013  |    |
|                            |             |               | 0,616   | 135 | 13,56 |     |        |    |
| 173                        | 190         | 142           | 1,01    | 467 | 13,9  | 1,1 | 1,01   |    |
|                            |             |               | 0,466   | 139 | 13,69 |     |        |    |
| 180                        | 192         | 140           | 1,19    | 478 | 13,8  | 1,1 | 1,006  |    |
|                            |             |               | 0,489   | 142 | 13,63 |     |        |    |
| 175                        | 187         | 138           | 1,09    | 492 | 13,9  | 1,1 | 1,009  |    |
|                            |             |               | 0,383   | 125 | 13,72 |     |        |    |

## BMW1-päästömittaukset

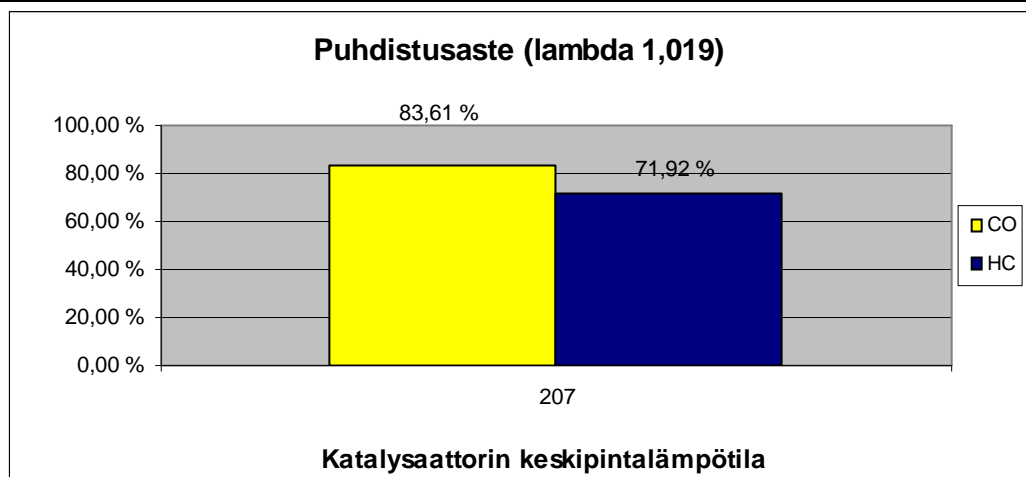
| CO-mittaus ( joutokäynti)  |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |      |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 134                        | 162         | 75            | 1,91    | 1957 | 12    | 3,5 | 1,055  | 1. |
|                            |             |               | 1,386   | 841  | 13,12 |     |        | 2. |
| 138                        | 170         | 82            | 1,74    | 1750 | 12,5  | 2,8 | 1,041  |    |
|                            |             |               | 0,648   | 346  | 13,5  |     |        |    |
| 159                        | 167         | 113           | 1,98    | 1617 | 11,8  | 3,1 | 1,032  |    |
|                            |             |               | 0,639   | 2092 | 13,78 |     |        |    |
| 155                        | 171         | 115           | 1,71    | 1812 | 12,6  | 2,6 | 1,024  |    |
|                            |             |               | 0,754   | 1183 | 13,74 |     |        |    |
| 143                        | 167         | 125           | 1,7     | 1834 | 12,6  | 2,5 | 1,023  |    |
|                            |             |               | 0,59    | 341  | 13,78 |     |        |    |
| 137                        | 158         | 124           | 1,73    | 1822 | 12,5  | 2,7 | 1,036  |    |
|                            |             |               | 0,625   | 373  | 13,72 |     |        |    |
| 139                        | 160         | 118           | 1,34    | 1509 | 12,8  | 2,8 | 1,056  |    |
|                            |             |               | 0,392   | 1146 | 13,43 |     |        |    |
| 141                        | 169         | 123           | 1,52    | 2300 | 11,4  | 4,6 | 1,111  |    |
|                            |             |               | 0,248   | 1382 | 13,71 |     |        |    |
| 142                        | 170         | 115           | 1,58    | 1823 | 11,6  | 4   | 1,096  |    |
|                            |             |               | 0,376   | 300  | 13,6  |     |        |    |
| 151                        | 181         | 125           | 1,37    | 2570 | 11,2  | 4,8 | 1,125  |    |
|                            |             |               | 0,277   | 1590 | 13,62 |     |        |    |
| 148                        | 172         | 133           | 1,55    | 1900 | 11,6  | 4,1 | 1,094  |    |
|                            |             |               | 0,399   | 320  | 13,67 |     |        |    |
| 150                        | 178         | 131           | 1,34    | 1790 | 11,9  | 3,8 | 1,087  |    |
|                            |             |               | 0,327   | 286  | 13,69 |     |        |    |

## BMW1-päästömittaukset

| CO-mittaus (>2000 rpm)     |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |      |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 181                        | 173         | 122           | 1,23    | 209  | 13,7  | 1,3 | 1,02   | 1. |
|                            |             |               | 0,276   | 59   | 13,89 |     |        | 2. |
| 190                        | 177         | 131           | 1,16    | 280  | 13,7  | 1,3 | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,272   | 57   | 13,84 |     |        |    |
| 189                        | 182         | 124           | 1,16    | 309  | 13,7  | 1,4 | 1,022  |    |
|                            |             |               | 0,223   | 52   | 13,91 |     |        |    |
| 185                        | 181         | 119           | 1,16    | 290  | 13,7  | 1,2 | 1,016  |    |
|                            |             |               | 0,247   | 49   | 13,91 |     |        |    |
| 188                        | 192         | 133           | 1,18    | 313  | 13,7  | 1,3 | 1,018  |    |
|                            |             |               | 0,288   | 55   | 13,9  |     |        |    |
| 200                        | 195         | 139           | 1,25    | 348  | 13,6  | 1,4 | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,218   | 55   | 13,9  |     |        |    |
| 209                        | 205         | 138           | 1,47    | 1602 | 12,3  | 3,1 | 1,055  |    |
|                            |             |               | 0,343   | 1449 | 14,23 |     |        |    |
| 202                        | 196         | 133           | 1,52    | 752  | 12,9  | 2,3 | 1,046  |    |
|                            |             |               | 0,585   | 859  | 13,81 |     |        |    |
| 209                        | 193         | 143           | 1,39    | 930  | 13,1  | 2,1 | 1,029  |    |
|                            |             |               | 0,55    | 254  | 13,94 |     |        |    |
| 208                        | 198         | 138           | 1,28    | 659  | 13,3  | 1,9 | 1,028  |    |
|                            |             |               | 0,475   | 90   | 13,78 |     |        |    |
| 209                        | 200         | 148           | 1,31    | 841  | 13,2  | 1,9 | 1,033  |    |
|                            |             |               | 0,352   | 95   | 14,05 |     |        |    |
| 208                        | 201         | 149           | 1,31    | 1386 | 12,7  | 2,6 | 1,049  |    |
|                            |             |               | 0,39    | 452  | 14,02 |     |        |    |

## BMW1-päästömittaukset

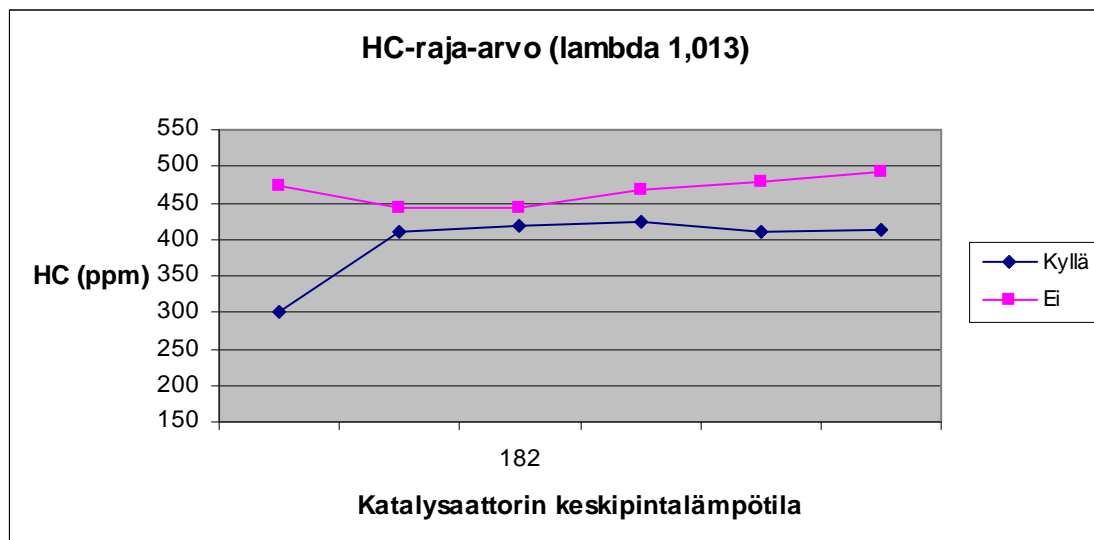
| <b>BMW1</b> |                                     |                |                                      |  |  |              |              |
|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--------------|--------------|
|             | <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |                |                                      |  |  |              |              |
|             | Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |                |                                      |  |  |              |              |
|             |                                     |                |                                      |  |  |              |              |
|             | CO                                  | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|             | 83,03 %                             | 55,12 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 86,22 %                             | 61,78 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 76,99 %                             | 61,87 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 85,95 %                             | 58,92 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 87,94 %                             | 63,20 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 88,13 %                             | 57,98 %        | <b>207</b>                           |  |  |              |              |
|             | 86,97 %                             | 85,00 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 88,24 %                             | 81,86 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 82,98 %                             | 86,47 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 82,59 %                             | 87,67 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 74,00 %                             | 80,44 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 80,35 %                             | 82,78 %        |                                      |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>  | <b>83,61 %</b>                      | <b>71,92 %</b> |                                      |  |  |              | <b>1,019</b> |





## BMW1-päästömittaukset

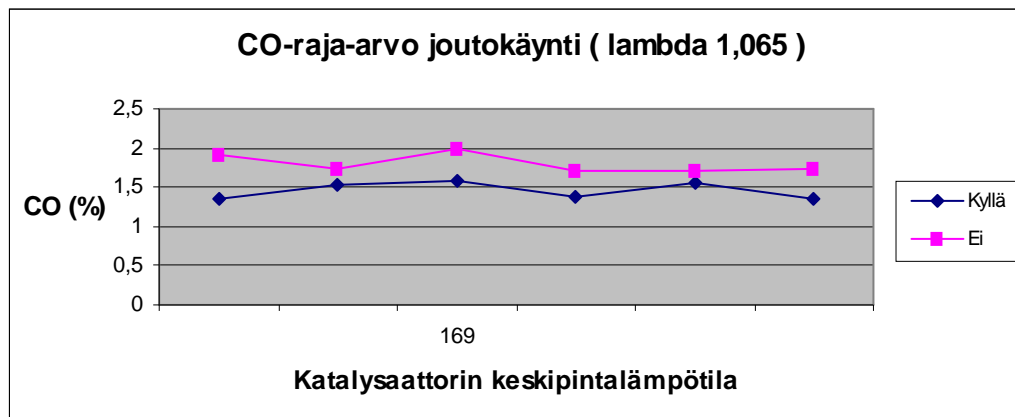
| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |  |  |  |              |  |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |  |
|                           | 302        | 474        |                                      |  |  |  |              |  |
|                           | 411        | 444        |                                      |  |  |  |              |  |
|                           | 418        | 442        |                                      |  |  |  |              |  |
|                           | 425        | 467        | <b>182</b>                           |  |  |  |              |  |
|                           | 409        | 478        |                                      |  |  |  |              |  |
|                           | 413        | 492        |                                      |  |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b>                | <b>396</b> | <b>466</b> |                                      |  |  |  | <b>1,013</b> |  |



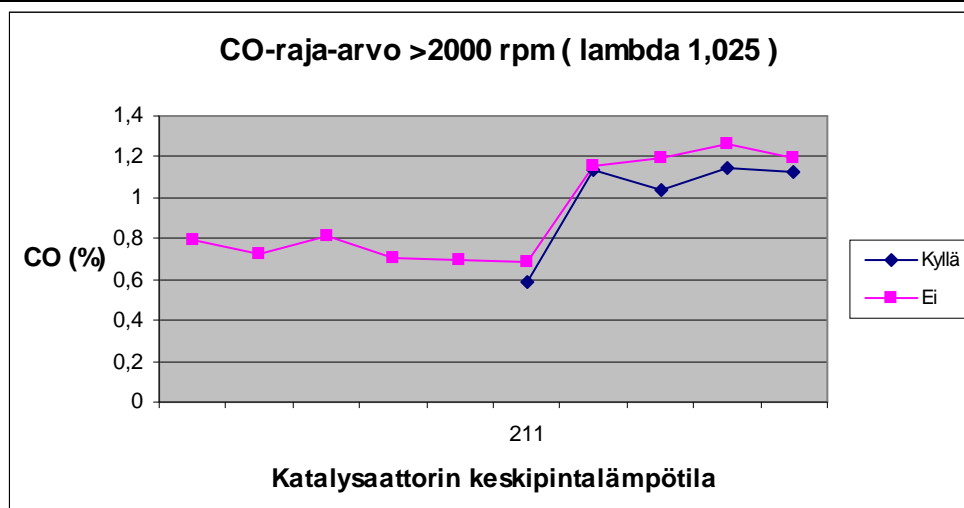
| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |              |              |                                      |  |  |  |              |  |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--|
|                                    | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |  |
|                                    | 1,34         | 1,91         |                                      |  |  |  |              |  |
|                                    | 1,52         | 1,74         |                                      |  |  |  |              |  |
|                                    | 1,58         | 1,98         | <b>169</b>                           |  |  |  |              |  |
|                                    | 1,37         | 1,71         |                                      |  |  |  |              |  |
|                                    | 1,55         | 1,7          |                                      |  |  |  |              |  |
|                                    | 1,34         | 1,73         |                                      |  |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b>                         | <b>1,450</b> | <b>1,795</b> |                                      |  |  |  | <b>1,065</b> |  |

LIITE 4(7).

## BMW1-päästömittaukset



| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |              |              |                                      |               |  |  |             |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|---------------|--|--|-------------|
|                                 | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | Lambda l.(ka) |  |  |             |
|                                 | 1,23         | 1,47         |                                      |               |  |  |             |
|                                 | 1,16         | 1,52         |                                      |               |  |  |             |
|                                 | 1,16         | 1,39         | <b>191</b>                           |               |  |  |             |
|                                 | 1,16         | 1,28         |                                      |               |  |  |             |
|                                 | 1,18         | 1,31         |                                      |               |  |  |             |
|                                 | 1,25         | 1,31         |                                      |               |  |  |             |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,190</b> | <b>1,380</b> |                                      |               |  |  | <b>1,03</b> |



## BMW2-päästömittaukset

| <b>BMW2</b>                |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| <b>Lämpötilamittaus</b>    |             |               |         |     |       |     |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 163                        | 80          | 41            | 0,982   | 364 | 13,8  | 1,1 | 1,012  | 1. |
|                            |             |               | 0,077   | 79  | 14,65 |     |        | 2. |
| 152                        | 103         | 38            | 0,559   | 373 | 14    | 1,1 | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,049   | 90  | 14,75 |     |        |    |
| 150                        | 102         | 42            | 0,551   | 398 | 14    | 1,3 | 1,039  |    |
|                            |             |               | 0,063   | 65  | 14,86 |     |        |    |
| 151                        | 101         | 44            | 0,553   | 429 | 14,1  | 1   | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,083   | 91  | 14,81 |     |        |    |
| 157                        | 140         | 87            | 0,559   | 453 | 14    | 1,1 | 1,026  |    |
|                            |             |               | 0,115   | 80  | 14,87 |     |        |    |
| 165                        | 143         | 95            | 0,957   | 468 | 13,8  | 1,2 | 1,014  |    |
|                            |             |               | 0,142   | 87  | 14,67 |     |        |    |
| 157                        | 160         | 100           | 0,583   | 504 | 14    | 1,1 | 1,021  |    |
|                            |             |               | 0,124   | 80  | 14,87 |     |        |    |
| 168                        | 151         | 103           | 1,14    | 369 | 13,6  | 1,3 | 1,017  |    |
|                            |             |               | 0,138   | 89  | 14,8  |     |        |    |

| <b>HC-mittaus</b>          |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 183                        | 156         | 124           | 1,09    | 385 | 13,7  | 1,2 | 1,015  | 1. |
|                            |             |               | 0,148   | 98  | 14,9  |     |        | 2. |
| 141                        | 149         | 110           | 0,967   | 403 | 13,2  | 1,9 | 1,057  |    |
|                            |             |               | 0,05    | 48  | 14,68 |     |        |    |

**BMW2-päästömittaukset**

|     |     |     |       |     |       |     |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|--|
| 135 | 155 | 122 | 0,601 | 481 | 14    | 1,1 | 1,024 |  |
|     |     |     | 0,047 | 80  | 14,62 |     |       |  |
| 137 | 157 | 130 | 0,602 | 478 | 14    | 1,1 | 1,023 |  |
|     |     |     | 0,048 | 84  | 14,64 |     |       |  |
| 145 | 131 | 128 | 0,949 | 448 | 13,8  | 1,1 | 1,015 |  |
|     |     |     | 0,089 | 88  | 14,65 |     |       |  |
| 150 | 140 | 130 | 0,62  | 512 | 14    | 1,1 | 1,021 |  |
|     |     |     | 0,046 | 65  | 14,73 |     |       |  |
| 145 | 138 | 132 | 1,11  | 455 | 13,6  | 1,3 | 1,017 |  |
|     |     |     | 0,061 | 71  | 14,77 |     |       |  |
| 142 | 125 | 149 | 0,617 | 494 | 14    | 1,1 | 1,02  |  |
|     |     |     | 0,054 | 58  | 14,76 |     |       |  |
| 135 | 128 | 142 | 0,607 | 500 | 14    | 1,1 | 1,022 |  |
|     |     |     | 0,074 | 147 | 14,68 |     |       |  |
| 155 | 139 | 145 | 0,602 | 515 | 14    | 1,1 | 1,022 |  |
|     |     |     | 0,073 | 188 | 14,67 |     |       |  |
| 162 | 140 | 100 | 0,617 | 489 | 14    | 1,1 | 1,024 |  |
|     |     |     | 0,073 | 113 | 14,9  |     |       |  |
| 153 | 142 | 105 | 0,647 | 519 | 14    | 1,1 | 1,02  |  |
|     |     |     | 0,096 | 166 | 14,8  |     |       |  |
| 160 | 151 | 120 | 1,07  | 461 | 13,9  | 1,1 | 1,008 |  |
|     |     |     | 0,146 | 126 | 14,7  |     |       |  |
| 159 | 160 | 123 | 0,651 | 502 | 13,8  | 1,4 | 1,039 |  |
|     |     |     | 0,093 | 107 | 14,88 |     |       |  |
| 158 | 140 | 135 | 0,97  | 498 | 13,9  | 1,1 | 1,018 |  |
|     |     |     | 0,114 | 140 | 14,81 |     |       |  |
| 161 | 138 | 118 | 1,14  | 495 | 13,6  | 1,4 | 1,021 |  |
|     |     |     | 0,114 | 157 | 14,79 |     |       |  |

## BMW2-päästömittaukset

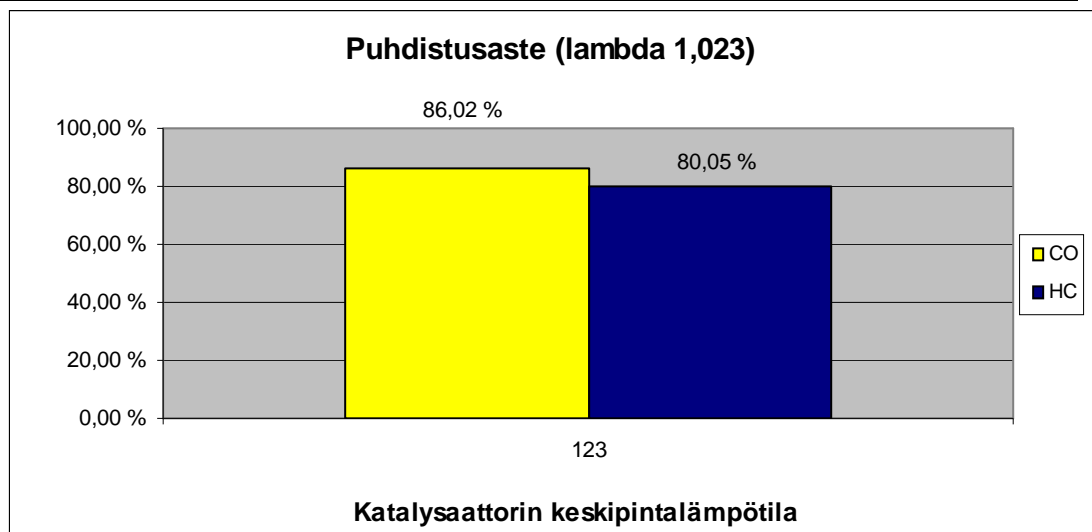
| CO-mittaus ( joutokäynti)  |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |      |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 125                        | 156         | 165           | 1,62    | 2330 | 11,2  | 4,7 | 1,113  | 1. |
|                            |             |               | 0,401   | 153  | 14,63 |     |        | 2. |
| 127                        | 145         | 170           | 1,61    | 2330 | 11,1  | 4,7 | 1,117  |    |
|                            |             |               | 0,415   | 193  | 14,85 |     |        |    |
| 135                        | 159         | 180           | 1,75    | 2600 | 10,9  | 5   | 1,121  |    |
|                            |             |               | 0,383   | 218  | 14,97 |     |        |    |
| 123                        | 150         | 188           | 1,67    | 2350 | 11,3  | 4,3 | 1,09   |    |
|                            |             |               | 0,472   | 45   | 15,07 |     |        |    |
| 134                        | 152         | 173           | 1,64    | 525  | 12,6  | 2,6 | 1,059  |    |
|                            |             |               | 0,121   | 20   | 14,83 |     |        |    |
| 140                        | 155         | 181           | 1,62    | 2170 | 11,2  | 4,4 | 1,104  |    |
|                            |             |               | 0,327   | 377  | 14,76 |     |        |    |
| 131                        | 153         | 120           | 1,75    | 2870 | 10,9  | 4,9 | 1,102  |    |
|                            |             |               | 0,648   | 239  | 14,54 |     |        |    |
| 139                        | 155         | 125           | 1,72    | 2980 | 10,8  | 5,1 | 1,109  |    |
|                            |             |               | 0,575   | 23   | 14,41 |     |        |    |
| 125                        | 174         | 108           | 1,88    | 2710 | 10,1  | 5,6 | 1,147  |    |
|                            |             |               | 0,691   | 52   | 15,44 |     |        |    |
| 133                        | 169         | 155           | 1,88    | 1066 | 12,2  | 2,7 | 1,044  |    |
|                            |             |               | 0,599   | 10   | 14,18 |     |        |    |
| 141                        | 178         | 181           | 1,71    | 2220 | 9,1   | 7,4 | 1,288  |    |
|                            |             |               | 0,758   | 79   | 14,35 |     |        |    |
| 145                        | 182         | 195           | 1,73    | 2630 | 9,2   | 7,4 | 1,266  |    |
|                            |             |               | 0,746   | 20   | 15,3  |     |        |    |

## BMW2-päästömittaukset

| CO-mittaus (>2000 rpm)     |             |               |         |      |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |      |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 147                        | 125         | 130           | 1,03    | 365  | 13,9  | 1,1 | 1,011  | 1. |
|                            |             |               | 0,145   | 126  | 14,72 |     |        | 2. |
| 171                        | 139         | 141           | 1,28    | 293  | 13,5  | 1,5 | 1,026  |    |
|                            |             |               | 0,024   | 43   | 14,8  |     |        |    |
| 180                        | 165         | 153           | 1,52    | 1549 | 11,7  | 3,9 | 1,093  |    |
|                            |             |               | 0,227   | 74   | 15,08 |     |        |    |
| 185                        | 170         | 161           | 1,44    | 1226 | 12,3  | 3   | 1,062  |    |
|                            |             |               | 0,221   | 49   | 15,01 |     |        |    |
| 172                        | 182         | 156           | 1,41    | 1332 | 12,2  | 3,2 | 1,068  |    |
|                            |             |               | 0,232   | 44   | 14,95 |     |        |    |
| 182                        | 179         | 162           | 1,39    | 1047 | 12,5  | 2,5 | 1,045  |    |
|                            |             |               | 0,125   | 49   | 15,14 |     |        |    |
| 179                        | 178         | 188           | 1,55    | 1814 | 11,7  | 3,9 | 1,09   |    |
|                            |             |               | 0,325   | 57   | 14,92 |     |        |    |
| 177                        | 182         | 190           | 1,53    | 1982 | 11,6  | 4,1 | 1,091  |    |
|                            |             |               | 0,304   | 56   | 14,95 |     |        |    |
| 178                        | 181         | 203           | 1,57    | 2210 | 11,7  | 3,7 | 1,066  |    |
|                            |             |               | 0,512   | 143  | 14,2  |     |        |    |
| 181                        | 183         | 205           | 1,61    | 1787 | 11,8  | 3,6 | 1,07   |    |
|                            |             |               | 0,381   | 83   | 14,95 |     |        |    |
| 178                        | 192         | 209           | 1,48    | 1698 | 12    | 3,3 | 1,06   |    |
|                            |             |               | 0,398   | 68   | 14,95 |     |        |    |
| 181                        | 195         | 208           | 1,5     | 1691 | 12    | 3,3 | 1,061  |    |
|                            |             |               | 0,34    | 71   | 14,96 |     |        |    |

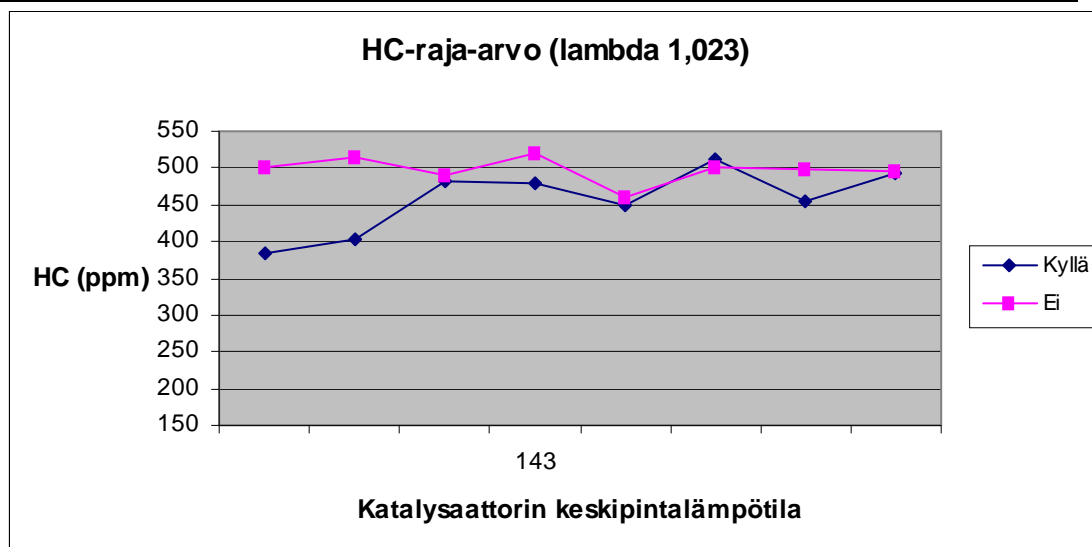
## BMW2-päästömittaukset

| <b>BMW2</b> |                                     |                |                                      |  |  |              |              |
|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--------------|--------------|
|             | <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |                |                                      |  |  |              |              |
|             | Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |                |                                      |  |  |              |              |
|             |                                     |                |                                      |  |  |              |              |
|             | CO                                  | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|             | 92,16 %                             | 78,30 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 91,23 %                             | 75,87 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 88,57 %                             | 83,67 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 84,99 %                             | 78,79 %        | <b>123</b>                           |  |  |              |              |
|             | 79,43 %                             | 82,34 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 85,16 %                             | 81,41 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 78,73 %                             | 84,13 %        |                                      |  |  |              |              |
|             | 87,89 %                             | 75,88 %        |                                      |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>  | <b>86,02 %</b>                      | <b>80,05 %</b> |                                      |  |  |              | <b>1,023</b> |



## BMW2-päästömittaukset

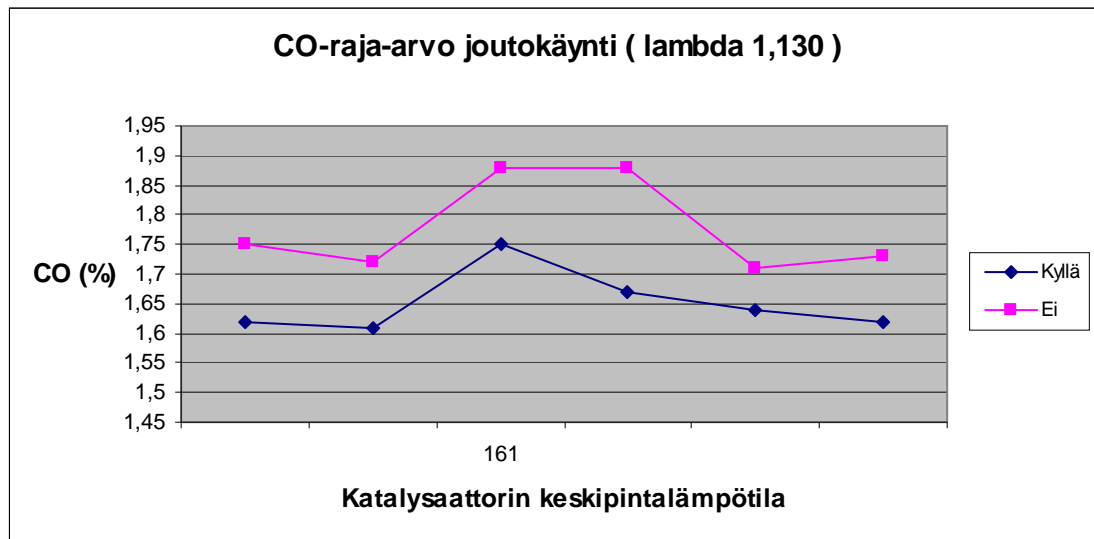
| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |              |  |  |              |  |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--------------|--|--|--------------|--|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | Lambda1.(ka) |  |  |              |  |
|                           | 385        | 500        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 403        | 515        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 481        | 489        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 478        | 519        | <b>143</b>                           |              |  |  |              |  |
|                           | 448        | 461        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 512        | 502        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 455        | 498        |                                      |              |  |  |              |  |
|                           | 494        | 495        |                                      |              |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b>                | <b>457</b> | <b>497</b> |                                      |              |  |  | <b>1,023</b> |  |



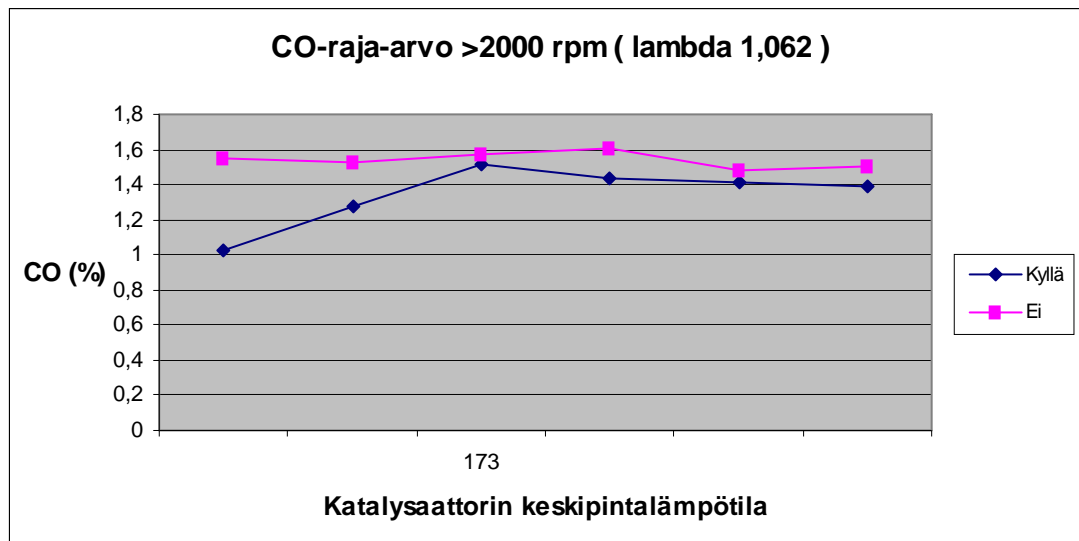
| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |              |              |                                      |              |  |  |              |  |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--------------|--|--|--------------|--|
|                                    | Kyllä        | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | Lambda1.(ka) |  |  |              |  |
|                                    | 1,62         | 1,75         |                                      |              |  |  |              |  |
|                                    | 1,61         | 1,72         |                                      |              |  |  |              |  |
|                                    | 1,75         | 1,88         | <b>161</b>                           |              |  |  |              |  |
|                                    | 1,67         | 1,88         |                                      |              |  |  |              |  |
|                                    | 1,64         | 1,71         |                                      |              |  |  |              |  |
|                                    | 1,62         | 1,73         |                                      |              |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b>                         | <b>1,652</b> | <b>1,778</b> |                                      |              |  |  | <b>1,130</b> |  |



## BMW2-päästömittaukset



| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |              |             |                                      |              |  |  |  |              |
|---------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|--------------|--|--|--|--------------|
|                                 | Kyllä        | Ei          | Katalysaattorin keskipintalämpötila: | Lambda1.(ka) |  |  |  |              |
|                                 | 1,03         | 1,55        |                                      |              |  |  |  |              |
|                                 | 1,28         | 1,53        |                                      |              |  |  |  |              |
|                                 | 1,52         | 1,57        | <b>173</b>                           |              |  |  |  |              |
|                                 | 1,44         | 1,61        |                                      |              |  |  |  |              |
|                                 | 1,41         | 1,48        |                                      |              |  |  |  |              |
|                                 | 1,39         | 1,5         |                                      |              |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,345</b> | <b>1,54</b> |                                      |              |  |  |  | <b>1,062</b> |



## Civic-päästömittaukset

| <b>Civic</b>               |             |               |         |     |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| <b>Lämpötilamittaus</b>    |             |               |         |     |       |      |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat                  | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 140                        | 165         | 60            | 0,745   | 388 | 13,7  | 1,5  | 1,047  | 1. |
|                            |             |               | 0,073   | 95  | 14,22 | 1,08 | 1,045  | 2. |
| 140                        | 200         | 50            | 0,72    | 381 | 14    | 1,1  | 1,023  |    |
|                            |             |               | 0,03    | 60  | 14,26 | 1,15 | 1,052  |    |
| 90                         | 128         | 50            | 1,12    | 315 | 13,5  | 1,7  | 1,04   |    |
|                            |             |               | 0,105   | 149 | 13,88 | 1,58 | 1,067  |    |
| 126                        | 186         | 85            | 1,13    | 319 | 13,5  | 1,7  | 1,039  |    |
|                            |             |               | 0,091   | 107 | 14,22 | 0,98 | 1,039  |    |
| 130                        | 205         | 90            | 0,536   | 474 | 14,1  | 1,2  | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,04    | 64  | 14,25 | 1,17 | 1,053  |    |
| 95                         | 170         | 85            | 1,01    | 445 | 14,1  | 0,9  | 1,004  |    |
|                            |             |               | 0,025   | 98  | 14,29 | 0,95 | 1,04   |    |
| 92                         | 165         | 88            | 1,27    | 510 | 14    | 0,9  | 0,993  |    |
|                            |             |               | 0,011   | 104 | 14,54 | 0,64 | 1,025  |    |
| 100                        | 180         | 90            | 0,509   | 540 | 14    | 1,4  | 1,042  |    |
|                            |             |               | 0,019   | 48  | 14    | 1,44 | 1,069  |    |
| 105                        | 177         | 100           | 0,536   | 507 | 14,1  | 1,2  | 1,03   |    |
|                            |             |               | 0,016   | 48  | 14,14 | 1,29 | 1,061  |    |
| 85                         | 140         | 80            | 0,536   | 503 | 14,1  | 1,3  | 1,032  |    |
|                            |             |               | 0,072   | 146 | 13,92 | 1,58 | 1,068  |    |
| 100                        | 157         | 69            | 0,538   | 478 | 14,2  | 1,3  | 1,032  |    |
|                            |             |               | 0,012   | 103 | 14,06 | 1,32 | 1,059  |    |
| 100                        | 164         | 73            | 0,527   | 487 | 14,2  | 1,3  | 1,031  |    |
|                            |             |               | 0,012   | 73  | 14,07 | 1,32 | 1,061  |    |

## LIITE 6(2).

## Civic-päästömittaukset

|     |     |    |       |     |       |      |       |  |
|-----|-----|----|-------|-----|-------|------|-------|--|
| 102 | 163 | 75 | 0,527 | 505 | 14,2  | 1,3  | 1,032 |  |
|     |     |    | 0,012 | 59  | 14,07 | 1,32 | 1,062 |  |
| 110 | 167 | 80 | 0,543 | 514 | 14,2  | 1,3  | 1,031 |  |
|     |     |    | 0,012 | 54  | 14,1  | 1,27 | 1,06  |  |

|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
| <b>HC-mittaus</b>          |             |               |         |     |       |      |        |    |
|                            |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 100                        | 182         | 80            | 0,595   | 438 | 14    | 1,2  | 1,028  | 1. |
|                            |             |               | 0,07    | 70  | 14,53 | 0,72 | 1,029  | 2. |
| 100                        | 210         | 75            | 0,848   | 477 | 13,5  | 1,7  | 1,051  |    |
|                            |             |               | 0,076   | 89  | 14,26 | 0,97 | 1,04   |    |
| 120                        | 216         | 85            | 0,765   | 557 | 13,9  | 1,2  | 1,025  |    |
|                            |             |               | 0,037   | 57  | 14,45 | 0,86 | 1,037  |    |

|     |     |     |       |     |       |      |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|------|-------|--|
| 90  | 150 | 45  | 0,663 | 404 | 14,1  | 1,2  | 1,029 |  |
|     |     |     | 0,034 | 86  | 14,18 | 0,94 | 1,04  |  |
| 95  | 177 | 64  | 0,729 | 606 | 13,9  | 1,4  | 1,031 |  |
|     |     |     | 0,055 | 98  | 14,27 | 0,85 | 1,034 |  |
| 100 | 180 | 70  | 0,648 | 496 | 14,1  | 1,2  | 1,025 |  |
|     |     |     | 0,026 | 64  | 14,21 | 0,97 | 1,043 |  |
| 95  | 165 | 70  | 0,667 | 517 | 14,1  | 1,2  | 1,023 |  |
|     |     |     | 0,028 | 64  | 14,28 | 0,83 | 1,036 |  |
| 90  | 150 | 72  | 0,605 | 543 | 14,1  | 1,3  | 1,028 |  |
|     |     |     | 0,033 | 68  | 14,24 | 0,91 | 1,04  |  |
| 123 | 187 | 109 | 0,692 | 697 | 13,6  | 1,8  | 1,05  |  |
|     |     |     | 0,115 | 99  | 14,2  | 0,92 | 1,036 |  |
| 125 | 200 | 120 | 0,749 | 655 | 13,4  | 2,1  | 1,045 |  |
|     |     |     | 0,239 | 118 | 13,67 | 1,93 | 1,083 |  |

## LIITE 6(3).

## Civic-päästömittaukset

|     |     |     |       |     |       |      |       |  |
|-----|-----|-----|-------|-----|-------|------|-------|--|
| 115 | 175 | 100 | 1,01  | 586 | 14    | 1,1  | 1,05  |  |
|     |     |     | 0,011 | 89  | 14,34 | 0,52 | 1,02  |  |
| 95  | 160 | 97  | 1,05  | 590 | 14    | 0,9  | 1     |  |
|     |     |     | 0,014 | 100 | 14,35 | 0,39 | 1,013 |  |
| 100 | 158 | 97  | 1,07  | 626 | 14    | 1    | 0,99  |  |
|     |     |     | 0,016 | 117 | 14,39 | 0,43 | 1,014 |  |
| 100 | 155 | 106 | 1,11  | 625 | 14    | 0,9  | 0,997 |  |
|     |     |     | 0,019 | 125 | 14,44 | 0,34 | 1,009 |  |
| 105 | 170 | 107 | 1,1   | 609 | 14    | 1    | 0,998 |  |
|     |     |     | 0,02  | 122 | 14,39 | 0,45 | 1,014 |  |
| 110 | 180 | 108 | 1,09  | 590 | 14    | 1    | 1     |  |
|     |     |     | 0,037 | 130 | 14,36 | 0,4  | 1,011 |  |

| CO-mittaus ( joutokäynti)  |             |               |         |      |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|------|--------|----|
|                            |             |               |         |      |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 130                        | 280         | 180           | 1,61    | 1060 | 13,4  | 1,5  | 0,993  | 1. |
|                            |             |               | 0,446   | 243  | 13,33 | 1,83 | 1,064  | 2. |
| 124                        | 254         | 175           | 1,57    | 1022 | 13,5  | 1,3  | 0,988  |    |
|                            |             |               | 0,34    | 471  | 14,08 | 0,68 | 0,997  |    |
| 100                        | 240         | 165           | 1,57    | 957  | 13,5  | 1,2  | 0,989  |    |
|                            |             |               | 0,399   | 608  | 14,03 | 0,88 | 0,997  |    |
| 112                        | 204         | 130           | 1,52    | 940  | 13,5  | 1,3  | 0,99   |    |
|                            |             |               | 0,459   | 634  | 13,44 | 1,42 | 1,02   |    |
| 70                         | 185         | 100           | 1,83    | 725  | 13,4  | 1,3  | 0,991  |    |
|                            |             |               | 0,926   | 280  | 13,56 | 0,54 | 0,983  |    |
| 77                         | 180         | 118           | 1,67    | 1313 | 12,2  | 3    | 1,061  |    |
|                            |             |               | 0,675   | 954  | 12,22 | 2,49 | 1,05   |    |

## LIITE 6(4).

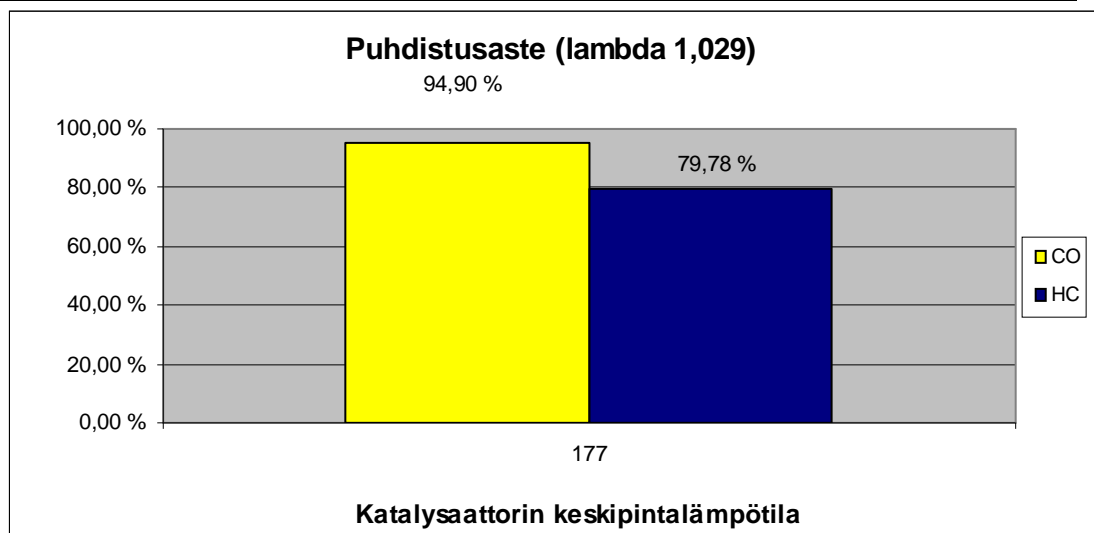
## Civic-päästömittaukset

|     |     |     |       |      |       |      |       |  |
|-----|-----|-----|-------|------|-------|------|-------|--|
| 95  | 200 | 110 | 1,76  | 1677 | 12,2  | 3,1  | 1,052 |  |
|     |     |     | 0,629 | 261  | 12,59 | 1,81 | 1,059 |  |
| 100 | 194 | 116 | 1,67  | 1560 | 11,9  | 4    | 1,109 |  |
|     |     |     | 0,588 | 240  | 12,01 | 3,69 | 1,167 |  |
| 105 | 190 | 110 | 2,07  | 1201 | 13,6  | 2,3  | 1,102 |  |
|     |     |     | 0,699 | 465  | 12,09 | 3,18 | 1,118 |  |

| CO-mittaus (>2000 rpm)     |             |               |         |      |       |      |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|------|-------|------|--------|----|
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |      |       |      |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC   | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 125                        | 260         | 73            | 1,64    | 2500 | 11    | 4,9  | 1,123  | 1. |
|                            |             |               | 0,284   | 328  | 14,33 | 0,21 | 0,984  | 2. |
| 130                        | 330         | 124           | 1,64    | 2310 | 12,2  | 3,5  | 1,057  |    |
|                            |             |               | 0,185   | 194  | 14,29 | 0,64 | 1,015  |    |
| 134                        | 326         | 127           | 1,63    | 2210 | 12,4  | 3,4  | 1,056  |    |
|                            |             |               | 0,179   | 201  | 14,18 | 0,69 | 1,017  |    |
| 140                        | 340         | 197           | 1,43    | 2490 | 11,9  | 3,9  | 1,083  |    |
|                            |             |               | 0,248   | 257  | 14,22 | 0,59 | 1,007  |    |
| 130                        | 294         | 176           | 1,51    | 1494 | 12,9  | 2,6  | 1,041  |    |
|                            |             |               | 0,142   | 171  | 14,24 | 171  | 1,017  |    |
| 140                        | 287         | 163           | 1,63    | 2370 | 12    | 4    | 1,08   |    |
|                            |             |               | 0,195   | 230  | 14,4  | 0,55 | 1,008  |    |
| 148                        | 300         | 155           | 1,97    | 1794 | 11,2  | 4,4  | 1,108  |    |
|                            |             |               | 0,578   | 1111 | 14,07 | 0,29 | 0,94   |    |
| 148                        | 290         | 162           | 2,03    | 2030 | 11,2  | 4,2  | 1,086  |    |
|                            |             |               | 0,823   | 1543 | 13,98 | 0,19 | 0,909  |    |
| 150                        | 320         | 164           | 2,05    | 2230 | 11,4  | 4,1  | 1,071  |    |
|                            |             |               | 0,578   | 858  | 13,03 | 1,2  | 0,993  |    |
| 135                        | 317         | 165           | 1,97    | 2350 | 11,3  | 4,2  | 1,079  |    |
|                            |             |               | 0,561   | 744  | 13,74 | 1,16 | 0,998  |    |

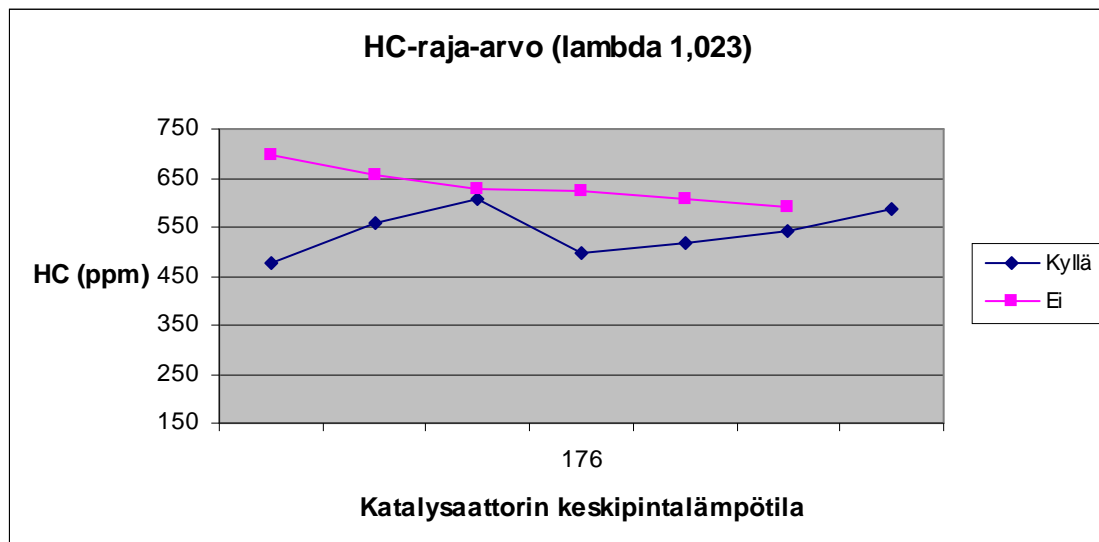
## Civic-päästömittaukset

| <b>Civic</b>                        |                |                |                                      |  |  |              |              |
|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|--|--|--------------|--------------|
| <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |                |                |                                      |  |  |              |              |
| Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |                |                |                                      |  |  |              |              |
|                                     |                |                |                                      |  |  |              |              |
|                                     | CO             | HC             | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|                                     | 90,20 %        | 75,52 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 95,83 %        | 84,25 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 90,63 %        | 52,70 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 91,95 %        | 66,46 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 92,54 %        | 86,50 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,52 %        | 77,98 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 99,13 %        | 79,61 %        | <b>177</b>                           |  |  |              |              |
|                                     | 96,27 %        | 91,11 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,01 %        | 90,53 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 86,57 %        | 70,97 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,77 %        | 78,45 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,72 %        | 85,01 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,72 %        | 88,32 %        |                                      |  |  |              |              |
|                                     | 97,79 %        | 89,49 %        |                                      |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>                          | <b>94,90 %</b> | <b>79,78 %</b> |                                      |  |  |              | <b>1,029</b> |



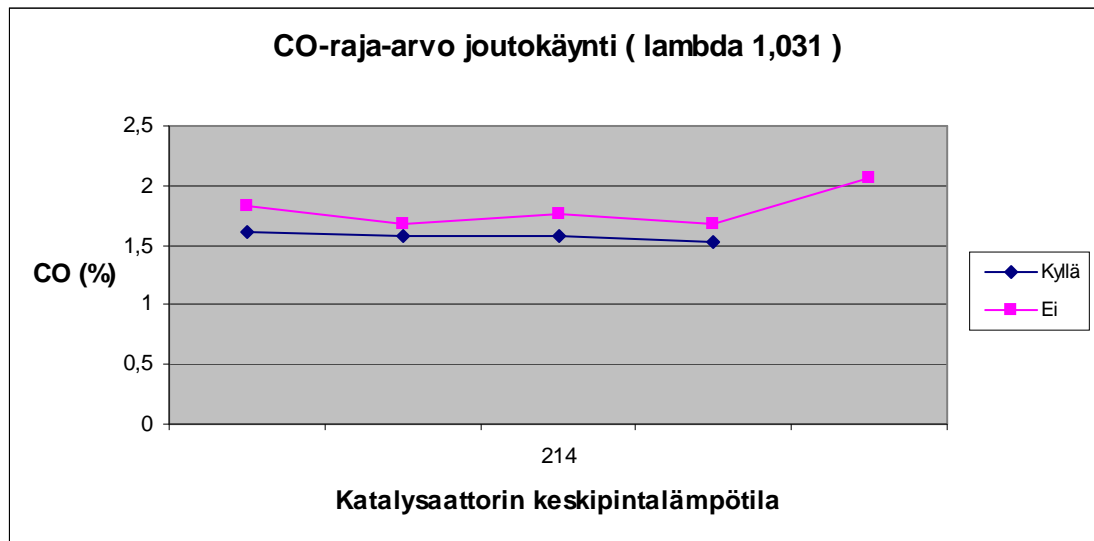
## Civic-päästömittaukset

| HC-raja-arvo ( <100 ppm ) |            |            |                                      |  |  |  |              |              |
|---------------------------|------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--------------|
|                           | Kyllä      | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|                           | 477        | 697        |                                      |  |  |  |              |              |
|                           | 557        | 655        |                                      |  |  |  |              |              |
|                           | 606        | 626        |                                      |  |  |  |              |              |
|                           | 496        | 625        | <b>176</b>                           |  |  |  |              |              |
|                           | 517        | 609        |                                      |  |  |  |              |              |
|                           | 543        | 590        |                                      |  |  |  |              |              |
|                           | 586        |            |                                      |  |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>                | <b>540</b> | <b>634</b> |                                      |  |  |  |              | <b>1,023</b> |

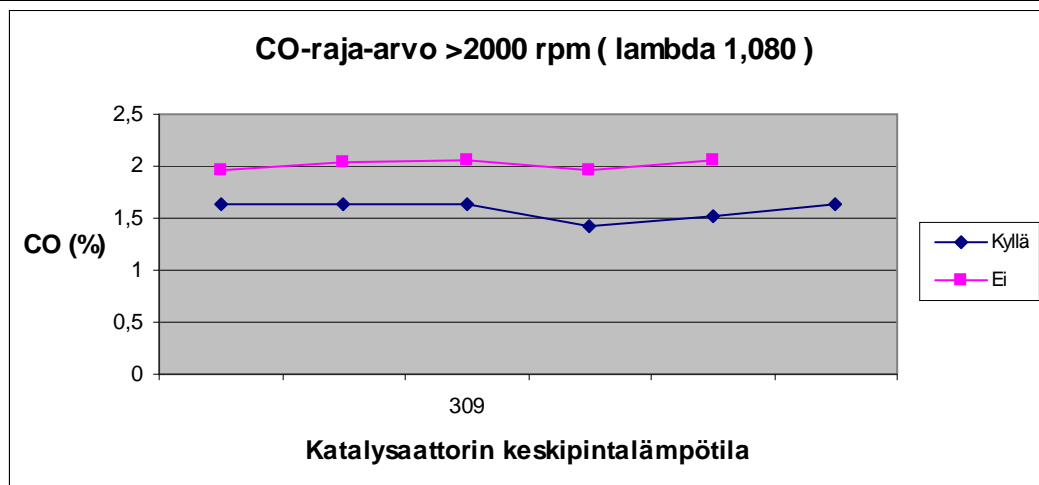


| CO-raja-arvo joutokäynti ( <0,5% ) |               |            |                                      |  |  |  |              |              |
|------------------------------------|---------------|------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--------------|
|                                    | Kyllä         | Ei         | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |              |
|                                    | 1,61          | 1,83       |                                      |  |  |  |              |              |
|                                    | 1,57          | 1,67       |                                      |  |  |  |              |              |
|                                    | 1,57          | 1,76       | <b>214</b>                           |  |  |  |              |              |
|                                    | 1,52          | 1,67       |                                      |  |  |  |              |              |
|                                    |               | 2,07       |                                      |  |  |  |              |              |
| <b>Ka=</b>                         | <b>1,5675</b> | <b>1,8</b> |                                      |  |  |  |              | <b>1,031</b> |

## Civic-päästömittaukset



| CO-raja-arvo >2000rpm ( <0,3% ) |             |              |                                      |  |               |  |  |              |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|--|---------------|--|--|--------------|
|                                 | Kyllä       | Ei           | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  | Lambda 1.(ka) |  |  |              |
|                                 | 1,64        | 1,97         |                                      |  |               |  |  |              |
|                                 | 1,64        | 2,03         |                                      |  |               |  |  |              |
|                                 | 1,63        | 2,05         | <b>309</b>                           |  |               |  |  |              |
|                                 | 1,43        | 1,97         |                                      |  |               |  |  |              |
|                                 | 1,51        | 2,05         |                                      |  |               |  |  |              |
|                                 | 1,63        |              |                                      |  |               |  |  |              |
| <b>Ka=</b>                      | <b>1,58</b> | <b>2,014</b> |                                      |  |               |  |  | <b>1,080</b> |





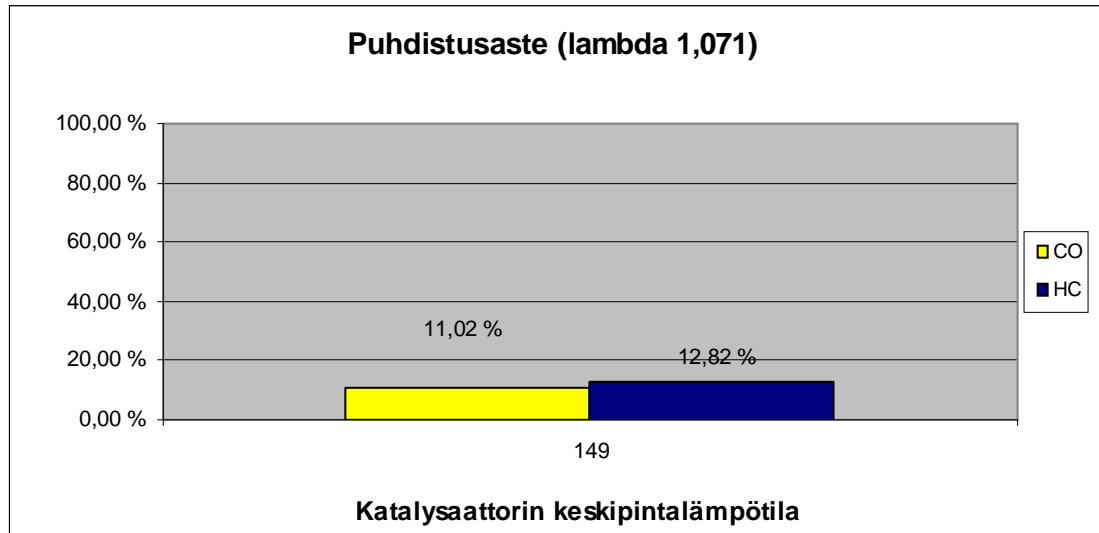
## Tarvikekatalysaattori-päästömittaukset

| <b>Tarvikekatalysaattori</b> |             |               |         |     |       |      |        |    |
|------------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|------|--------|----|
|                              |             |               |         |     |       |      |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila:   |             |               | Päästöt |     |       |      |        |    |
| Ennen kat.                   | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2   | Lambda |    |
| 182                          | 150         | 103           | 0,741   | 139 | 13,4  | 1,9  | 1,07   | 1. |
|                              |             |               | 0,81    | 134 | 14    | 0,67 | 1      | 2. |
| 189                          | 149         | 106           | 0,783   | 192 | 13,1  | 2,2  | 1,085  |    |
|                              |             |               | 0,863   | 160 | 13,91 | 0,78 | 1,003  |    |
| 187                          | 161         | 110           | 0,797   | 182 | 13,5  | 1,6  | 1,052  |    |
|                              |             |               | 0,797   | 143 | 14    | 0,55 | 0,995  |    |
| 177                          | 150         | 104           | 0,848   | 210 | 13,3  | 2    | 1,068  |    |
|                              |             |               | 0,887   | 174 | 13,84 | 0,78 | 1,002  |    |
| 176                          | 140         | 107           | 0,609   | 446 | 13,2  | 2,3  | 1,084  |    |
|                              |             |               | 0,585   | 433 | 13,22 | 2    | 1,057  |    |
| 150                          | 120         | 89            | 0,529   | 479 | 13,2  | 2,5  | 1,093  |    |
|                              |             |               | 0,513   | 464 | 13,2  | 2,07 | 1,061  |    |
| 191                          | 160         | 118           | 1,14    | 217 | 13,1  | 2    | 1,057  |    |
|                              |             |               | 0,717   | 151 | 13,95 | 0,75 | 1,006  |    |
| 195                          | 161         | 120           | 1,059   | 207 | 13,1  | 2    | 1,059  |    |
|                              |             |               | 1,082   | 192 | 13,74 | 0,63 | 0,987  |    |

| <b>Tarvikekatalysaattori</b>        |         |                                      |  |  |  |              |  |  |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|--|--|--|--------------|--|--|
| <b>Puhdistusaste (%)= 1-(x2/x1)</b> |         |                                      |  |  |  |              |  |  |
| Raja-arvot CO<0,5% HC<100           |         |                                      |  |  |  |              |  |  |
|                                     |         |                                      |  |  |  |              |  |  |
| CO                                  | HC      | Katalysaattorin keskipintalämpötila: |  |  |  | Lambda1.(ka) |  |  |
|                                     | 0,03597 |                                      |  |  |  |              |  |  |
|                                     | 0,16667 |                                      |  |  |  |              |  |  |
| 0                                   | 0,21429 |                                      |  |  |  |              |  |  |
|                                     | 0,17143 | <b>149</b>                           |  |  |  |              |  |  |

## Tarvikekatalysaattori-päästömittaukset

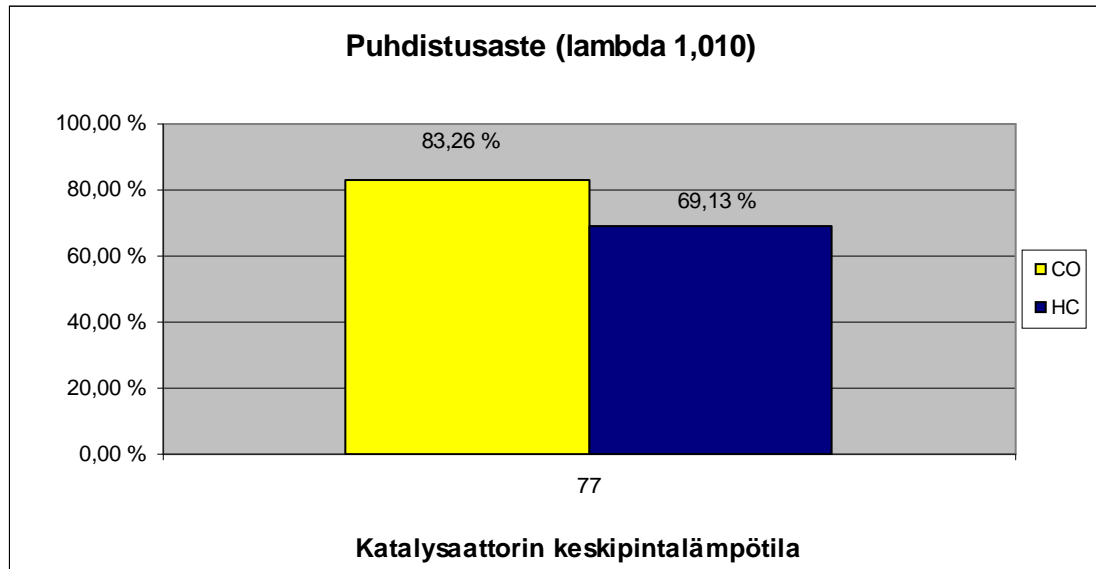
|            |                |                |  |  |  |  |              |  |
|------------|----------------|----------------|--|--|--|--|--------------|--|
|            | 0,03941        | 0,02915        |  |  |  |  |              |  |
|            | 0,03025        | 0,03132        |  |  |  |  |              |  |
|            | 0,37105        | 0,30415        |  |  |  |  |              |  |
|            |                | 0,07246        |  |  |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b> | <b>11,02 %</b> | <b>12,82 %</b> |  |  |  |  | <b>1,071</b> |  |





### Tuplakatalysaattori-päästömittaukset

|            |                |                |  |  |  |  |              |  |
|------------|----------------|----------------|--|--|--|--|--------------|--|
|            | 77,58 %        | 74,80 %        |  |  |  |  |              |  |
|            | 77,03 %        | 73,90 %        |  |  |  |  |              |  |
| <b>Ka=</b> | <b>83,26 %</b> | <b>69,13 %</b> |  |  |  |  | <b>1,010</b> |  |



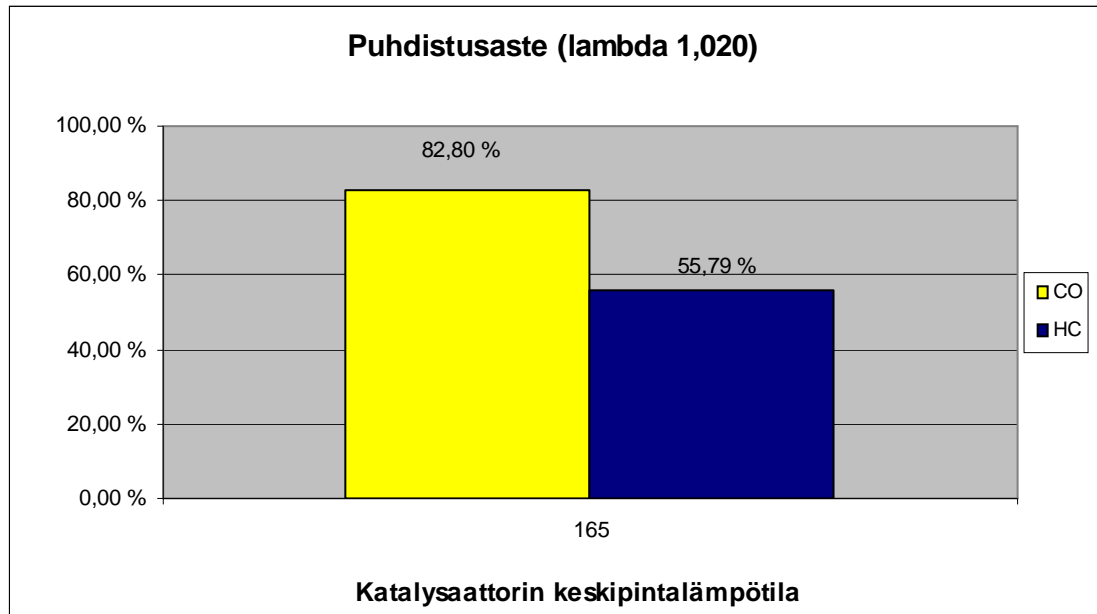
## Mondeo-päästömittaukset

| <u>Mondeo</u>              |             |               |         |     |       |     |        |    |
|----------------------------|-------------|---------------|---------|-----|-------|-----|--------|----|
|                            |             |               |         |     |       |     |        |    |
| Pakoputken pintalämpötila: |             |               | Päästöt |     |       |     |        |    |
| Ennen kat.                 | Kat:n lämpö | Kat:n jälkeen | CO      | HC  | CO2   | O2  | Lambda |    |
| 142                        | 140         | 118           | 0,313   | 116 | 14,2  | 1,1 | 1,043  | 1. |
|                            |             |               | 0,033   | 33  | 14,51 |     |        | 2. |
| 148                        | 144         | 121           | 0,435   | 180 | 14,3  | 0,8 | 1,022  |    |
|                            |             |               | 0,038   | 39  | 14,76 |     |        |    |
| 144                        | 123         | 131           | 0,403   | 217 | 14,3  | 0,9 | 1,025  |    |
|                            |             |               | 0,051   | 43  | 14,91 |     |        |    |
| 240                        | 178         | 165           | 0,565   | 75  | 14,4  | 0,5 | 1,007  |    |
|                            |             |               | 0,069   | 42  | 15,06 |     |        |    |
| 178                        | 170         | 155           | 0,406   | 196 | 14,3  | 0,8 | 1,02   |    |
|                            |             |               | 0,08    | 44  | 15,01 |     |        |    |
| 203                        | 200         | 207           | 0,486   | 66  | 14,5  | 0,5 | 1,006  |    |
|                            |             |               | 0,093   | 56  | 15,01 |     |        |    |
| 199                        | 165         | 188           | 0,378   | 239 | 14,2  | 1   | 1,031  |    |
|                            |             |               | 0,123   | 67  | 15,02 |     |        |    |
| 200                        | 202         | 198           | 0,566   | 92  | 14,4  | 0,6 | 1,009  |    |
|                            |             |               | 0,125   | 85  | 15,06 |     |        |    |

| <u>Mondeo</u>                        |  |         |  |   |  |  |             |  |
|--------------------------------------|--|---------|--|---|--|--|-------------|--|
| <b>Puhdistusaste (%) = 1-(x2/x1)</b> |  |         |  |   |  |  |             |  |
| Raja-arvot CO<0,5% HC<100            |  |         |  |   |  |  |             |  |
| CO                                   |  | HC      |  | Katalysaattoreiden keskipintalämpötila: |  |  | Lambda1(ka) |  |
| 89,46 %                              |  | 71,55 % |  |   |  |  |             |  |
| 91,26 %                              |  | 78,33 % |  |   |  |  |             |  |
| 87,34 %                              |  | 80,18 % |  |   |  |  |             |  |
| 87,79 %                              |  | 44,00 % |  | <b>165</b>                              |  |  |             |  |
| 80,30 %                              |  | 77,55 % |  |   |  |  |             |  |
| 80,86 %                              |  | 15,15 % |  |   |  |  |             |  |

## Mondeo-päästömittaukset

|            |                |                |  |  |  |  |  |              |
|------------|----------------|----------------|--|--|--|--|--|--------------|
|            | 67,46 %        | 71,97 %        |  |  |  |  |  |              |
|            | 77,92 %        | 7,61 %         |  |  |  |  |  |              |
| <b>Ka=</b> | <b>82,80 %</b> | <b>55,79 %</b> |  |  |  |  |  | <b>1,020</b> |



## Kaikki-päästömittaukset

| <b><u>Kaikkien mitattujen katalysaattoreiden puhdistusasteet:</u></b> |         |           |
|---|---------|-----------|
| CO  | HC      | Lämpötila |
| 89,66 %   | 75,48 % | 157       |
| 89,29 %   | 79,36 % | 173       |
| 69,02 %   | 54,06 % | 231       |
| 83,61 %   | 71,92 % | 207       |
| 86,02 %   | 80,05 % | 123       |
| 94,90 %   | 79,78 % | 177       |
| 11,02 %   | 12,82 % | 149       |
| 83,26 %   | 69,13 % | 77        |
| 82,80 %   | 55,79 % | 165       |

