

Tero Stenberg

PRO-TEC-LISÄAINEIDEN TUTKIMUSTYÖ

PRO-TEC-LISÄAINEIDEN TUTKIMUSTYÖ

Tero Stenberg
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Tero Stenberg
Opinnäytetyön nimi: Pro-tec-lisäaineiden tutkimustyö
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Testing of Pro-tec additive
Työn ohjaajat: Perttu Niskanen, Jyrki Impiö
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020
Sivumäärä: 41 + 11 liitettä

Tässä opinnäytetyössä testattiin Pro-Tec Engine Flush- ja Pro-tec Oxicat -lisäaineiden toimintaa. Työn toimeksiantaja oli Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy. Engine Flush -lisäaine on suunniteltu moottorin voitelujärjestelmän puhdistamiseen ja Oxicat-lisäaine katalysaattorin, happitunnistimen, pakokaasujen takaisinkierrätysjärjestelmän eli EGR-venttiilin ja muuttuvasiipisen ahtimen puhdistukseen. Tässä työssä tutkittiin eritoten Oxicat-lisäaineen vaikutusta palotilan sekä imuventtiilien karstoittumiseen.

Aineet ovat erittäin helppokäyttöisiä, koska Engine Flush -lisäaine lisätään suoraan moottoriöljyn sekaan ja Oxicat-lisäaine polttoaineen sekaan. Tuotteiden vaikutusta selvitettiin kahdessa bensinmoottorissa erilaisten testien avulla. Testimenetelminä käytettiin moottorin puristuspainemittausta, ohivuotomittausta, päästömittausta, oskilloskooppimittausta sekä visuaalisia mittauksia kuvaamalla haluttuja komponentteja.

Testejä suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun autolaboratorion tiloissa sekä Covid-19-viruksen takia kotitalliin rakennetussa laboratoriotilassa. Covid-19-viruksen aiheuttamista vaikeuksista huolimatta testit olivat onnistuneita, koska selkeitä tuloksia saatiin näinkin lyhyen mittausjakson aikana. Testien perusteella voidaan todeta, että käyttämällä nyt testattuja lisäaineita valmistajan ohjeiden mukaisesti muutaman kerran vuodessa voidaan vaikuttaa moottorin karstoittumiseen ja niiden käyttäminen voi parantaa moottorin toimintaa.

Asiasanat: Pro-tec, Engine Flush, Oxicat

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical engineering, Option of Vehicle and Transportation Engineering

Author: Tero Stenberg
Title of thesis: Testing of Pro-tec additive
Supervisors: Perttu Niskanen, Jyrki Impiö
Term and year when the thesis was submitted: spring 2020
Pages: 41 + 11

In this thesis, the function of Pro-Tec Engine Flush and Pro-tec Oxicat additives was tested. The work was commissioned by Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy. The Engine Flush additive is designed to clean the engine lubrication system and the Oxicat additive is designed to clean the catalyst, oxygen sensor, EGR valve and variable wing supercharger. In this thesis, the effect of the Oxicat additive on the scaling of the combustion chamber and suction valves was investigated.

The ingredients are very easy to use because the Engine Flush additive is added directly to the engine oil and the Oxicat additive to the fuel. The effect of the products was investigated in two petrol engines using different tests. The test methods used were engine compression pressure background, bypass measurement, emission measurement, oscilloscope measurement and visual measurements by describing the desired components.

The tests were performed in the car laboratory of Oulu University of Applied Sciences and in the laboratory room built into the home garage due to the Covid-19 virus. Despite the difficulties caused by the Covid-19 virus, the tests were successful because clear results were obtained even in such a short measurement period. Based on the tests, it can be concluded that the use of the additives now tested according to the manufacturer's instructions a few times a year can affect the scaling of the engine and their use can improve the performance of the engine.

Keywords: Pro-tec, Engine Flush, Oxicat

ALKULAUSE

Haluaisin kiittää Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy:tä ja sen myyntiedustaja Jyrki Impiötä hyvästä ja mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Lisäksi kiitän Oulun ammattikorkeakoulun henkilökunnasta opinnäytetyön ohjaajaa, lehtori Perttu Niskasta hyvästä ohjaustyöstä ja laboratorioinsinööri Aimo Karjalaista työn kohteesta ja konsultaatioavusta.

22.5.2020

Tero Stenberg

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TUOTTEET	9
	2.1 Engine Flush (EF)	9
	2.2 Oxicat Oxygen Sensor and Catalytic Converter Cleaner	10
3	TESTATTAVAT AJONEUVOT	11
	3.1 Nissan Almera	11
	3.2 Citroen C4 Picasso	12
4	POLTTOMOOTTORIN TOIMINTA JA RAKENNE	13
	4.1 Polttomoottorin rakenne	13
	4.2 Nelitahtimoottorin toiminta	14
5	PAKOKAASUJEN MUODOSTUMINEN	15
	5.1 Polttonesteiden palaminen	15
	5.1.1 Hiilimonoksidi (CO)	15
	5.1.2 Hiilivedyt (HC)	16
	5.1.3 Typen oxidit (NOx)	16
	5.1.4 Hiilidioksidi (Co2)	16
6	SEOKSEN VAIKUTUS PAKOKAASUPÄÄSTÖIHIN	17
7	PAKOKAASUPÄÄSTÖJEN HALLINTA	18
	7.1 Kolmitoimikatalysaattori	18
	7.2 EGR	18
	7.3 Lambda-säätö	19
	7.4 Zirkoniumoksidi lambda-anturi	19
8	MITTAUSMENETELMÄT	20
	8.1 Puristusaine	20
	8.2 Ohivuoto	20
	8.3 Pakokaasuanalysaattori	21
	8.4 Oskilloskooppi	21
	8.5 Visuaalinen tarkastelu	21
9	MITTAUSTEN SUORITUS	22
	9.1 Puristusainemittaus	22
	9.2 Ohivuotomittaus	23

9.3	Päästömittaus.....	24
9.4	Lambdan oskilloskooppimittaus.....	25
10	KOKEIDEN SUORITUS.....	26
10.1	Mittauspaikka	26
10.2	Nissan Almera	26
10.2.1	Engine Flush	26
10.2.2	Oxicat.....	28
10.3	Citroen C4 Picasso.....	33
11	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	40
	Liite 1 Engine Flush -esite	
	Liite 2 Oxicat-esite	
	Liite 3 Mittauspöytäkirja 1	
	Liite 4 Mittauspöytäkirja 2	
	Liite 5 Mittauspöytäkirja 3	
	Liite 6 Mittauspöytäkirja 4	
	Liite 7 Mittauspöytäkirja 5	
	Liite 8 Mittauspöytäkirja 6	
	Liite 9 Mittauspöytäkirja 7	
	Liite 10 Mittauspöytäkirja 8	
	Liite 11 Mittauspöytäkirja 9	

1 JOHDANTO

Ajoneuvoissa on yleisesti käytössä polttomoottori, jonka toiminnan kannalta on välttämätöntä, että mekaanisesti liikkuvat osat pääsevät pyörimään ja liikkumaan esteettömästi. On tärkeää, että moottorin toiminnan ja päästöihin vaikuttavien järjestelmien kannalta pakolliset osat pysyvät puhtaina ja toimintakuntoisina. Näiden turvaamiseksi moottoreissa on voitelu- ja suodatusjärjestelmä, jolla varmistetaan moottorin voitelu sekä voiteluaineen suorituskyvyn ylläpitäminen.

Moottorissa tapahtuva palaminen ajan saatossa likaannuttaa moottoria ja sen ympärillä toimivia toimilaitteita aiheuttaen ongelmia. Tässä opinnäytetyössä perehdytään ajoneuvon moottorin järjestelmien puhdistamiseen tarkoitettuihin kemikaaleihin ja niiden toimintaan käytännössä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy, joka jälleenmyy moottorin pesuun tarkoitettua Engine Flush -lisäainetta ja pakokaasujärjestelmän puhdistamiseen tarkoitettua Oxicat-lisäainetta. Ykkösvaraosakeskus Oy halusi käytännön testituloksia aineiden toimivuudesta.

Opinnäytetyössä tutkitaan voiteluaineen sekaan lisättävän Engine Flush -moottoripesuaineen vaikutusta moottorin toimintakyvyn ylläpitoon ja sen toiminnan kohentamiseen eri mittausmenetelmien ja kuvien perusteella. Lisäksi tutkitaan pakokaasujärjestelmän puhdistukseen tarkoitetun Oxicatin pidempiaikaisen käytön vaikutusta etenkin imuventtiilien, palotilan sekä pakokaasujärjestelmän toimivuuteen.

2 TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TUOTTEET

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Bluechem Groupin valmistamia moottorin puhdistukseen tarkoitettua Engine Flush (EF) -lisäainetta ja pakokaasujärjestelmän puhdistukseen tarkoitettua Oxicat Oxygen Sensor & Catalytic Converter Cleaner -tuotetta. Tuotteet on tarkoitettu autokorjaamoille ja tavallisille autoilijoille. Tuotteet ovat helppokäyttöisiä, ja valmistajan ohjeiden mukaisesti niitä osaa käyttää kuka vain. Seuraavaksi on esitelty kaksi tutkittavaa ainetta tarkemmin.

2.1 Engine Flush (EF)

Engine Flush on tehokas moottorin öljy- ja voitelujärjestelmän puhdistamiseen valmistettu lisäaine, joka lisätään öljyn sekaan ennen öljynvaihtoa. Engine Flush -lisäaineella puhdistetaan moottorin karstakertymiä moottorista, etenkin männänrenkaan ja venttiilikoneiston alueelta. Niiden puhdistuksella on suora vaikutus ajoneuvon moottoriöljyn ja polttoaineen kulutukseen sekä moottorin suorituskykyyn ja pakokaasupäästöihin. Engine Flush neutralisoi myös haitallisia happoja moottorista. Lisäaineen käytön aikana lisäaine parantaa vanhan moottoriöljyn voitelukykyä, millä on tarkoitus pidentää moottorin käyttöikää. Kuvassa 1 on esitelty 375 ml:n pullo ja liitteessä 1 Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy:n tekemä esite Engine Flush (EF) -lisäaineesta. (1.)



KUVA 1. Engine Flush (EF) (2)

2.2 Oxicat Oxygen Sensor and Catalytic Converter Cleaner

Pro-tec Oxicat on katalysaattorin, happianturin ja EGR-venttiin puhdistamiseen valmistettu polttoaineen sekaan lisättävä lisäaine, jonka avulla voidaan vähentää karstaa ja hiukkasia pakokaasujärjestelmästä. Tämän lisäaineen säännöllisellä käytöllä suojataan moottorin pakokaasujärjestelmää karstoittumiselta ja varmistetaan katalysaattorin ja lambda-anturin oikea toimivuus. Näiden avulla pyritään palauttamaan mahdollisesti kärsinyttä moottorin tehottomuutta ja huonoa polttoainetehokkuutta. Aine on suunniteltu toimimaan bensiini-, diesel- ja hybridimoottoreissa. Valmistaja suosittelee käyttämään ainetta 3 - 4 kuukauden välein. Lisäaine lisätään polttoaineen sekaan, ja yksi 375 ml:n pullo ainetta riittää 80 l:aan polttoainetta. Kuvassa 2 on esitelty 375 ml:n pullo ja liitteessä 2 Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy:n tekemä esite Oxicat-lisäaineesta. (3.)



KUVA 2. Oxicat Oxygen Sensor & Catalytic Converter Cleaner (4)

3 TESTATTAVAT AJONEUVOT

Tässä opinnäytetyössä on testattu kahta eri ajoneuvoa. Toinen ajoneuvoista oli Nissan Almera ja toinen Citroen C4 Picasso. Testattaviksi ajoneuvoiksi Nissan valikoitui ajallisten resurssien perusteella, koska se oli minun käytössäni koko ajan, ja Citroen tunnetusti ongelmallisen moottorinsa vuoksi. Citroenin moottori on suorasuihkutteinen bensiini moottori, ja siinä on tavanomaista voimakkaampi taipumus imuventtiilien karstoittumiseen.

3.1 Nissan Almera

Kuvassa 3 esitellyssä Nissan Almerassa testattiin moottorin pesuun käytettävää Engine Flush (EF) -moottorinpesuainetta ja sen vaikutuksia venttiilikoneiston puhtauteen, puristuspaineesiin sekä ohivuotoon. Lisäksi tutkittiin pakokaasujärjestelmän puhdistamiseen käytettävän Oxicat-lisäaineen vaikutusta lambda-anturin, EGR-venttiilin, palotilan, pakoventtiilien ja imuventtiilien puhtauteen visuaalisesti tutkimuksessa otettujen kuvien perusteella. Tutkimuksessa havainnointiin myös Oxicat-lisäaineen vaikutusta puristuspaineeseen, ohivuotoon sekä happitunnistimen reagointinopeuteen, jonka mittaus suoritettiin oskilloskooppimittauksella lambda-anturilta. Valitettavasti Covid-19-viruksen aiheuttama Oulun ammattikorkeakoulun sulkeutuminen esti pakokaasupäästöjen mittaamisen Nissanista. Nissanin tekniset tiedot ovat seuraavat:

- valmistettu 2002
- sylinteritilavuus 1500cc
- sylinterilukumäärä neljä
- bensiinimoottori
- polttoaineen ruiskutus imusarjaan
- etuveto.



KUVA 3. Nissan Almera

3.2 Citroen C4 Picasso

Kuvassa 4 esitellyssä Citroenissa tutkittiin Oxicat-pakokaasujärjestelmän puhdistamiseen tarkoitettua lisäaineen vaikutusta, imu- ja pakoventtiilien karstoittumiseen, palotilan puhtauteen, puristus-paineeseen, ohivuotoon sekä pakokaasupäästöihin. Autossa keskityttiin pääosin tutkimaan imuventtiilien karstoittumista, mihin se olikin täydellinen kohde. Autossa on 1.6 THP-moottori, jonka tyyppivikana on imuventtiilien karstoittuminen ja siitä seuraavat ongelmat. Citroen-merkkiliikkeessä ongelma korjataan puhaltamalla imuventtiilit pähkinäkuulilla. Autossa oli pieniä käyntiongelmia ja moottorin häiriövalo paloi ennen kokeiden aloitusta. Näiden ongelmien epäiltiin aiheutuvan karstoittuneista imuventtiileistä. Auton tekniset tiedot ovat seuraavat:

- valmistettu 2011
- sylinteritilavuus 1598cc
- sylinteriluku 4
- bensiinimoottori
- suorasuihkutteinen moottori
- etuveto.



KUVA 4. Citroen C4 Picasso

4 POLTTOMOOTTORIN TOIMINTA JA RAKENNE

Ajoneuvoissa on yleisesti käytössä polttomoottori. Moottorin tehtävänä on muuttaa polttoaineen sisältämä lämpöenergia mekaaniseksi työksi. Tätä tehtävää varten on moottorin saatava polttoainetta ja puhdasta ilmaa. Polttoaineen ja ilman seos palaa moottorin palotilassa. Palamisen aikana syntyvän kaasun paineen aiheuttava voima työntää mäntää alaspäin, jolloin männän edestakainen liike siirtyy männäntapin ja kiertokangen välityksellä kampiakselin pyöriväksi liikkeeksi. (5, s. 116.)

4.1 Polttomoottorin rakenne

Toimintaperiaatteen mukaan mäntämoottorit jaetaan kahteen pääryhmään: ottomoottoreihin ja dieselmoottoreihin. Toiminnaltaan ne eroavat toisistaan käytetyn polttoaineen ja sen sytyttämistavan perusteella. Polttomoottorin toiminnan kannalta välttämättömät osat ovat mäntä, kiertokangi, kampiakseli ja venttiilikoneisto. (5, s. 124.)

Mäntä on sylinterin sisällä liikkuva lieriön muotoinen osa, joka alaspäin liikkuessa imee polttoaine- ja ilmaseosta. Ylöspäin liikkuessa mäntä puristaa polttoaine- ja ilmaseosta. Sen tehtävänä on välittää voima kiertokangen kautta kampiakselille. Mäntä on tiivistetty sylinteriin männänrenkaiden avulla. (6, s. 141.)

Kampiakseli ottaa vastaan kiertokankien välittämän edestakaisen männän liikkeen ja siirtää sen pyörivänä liikkeenä vauhtipyörään, ja sitä kautta voimansiirtoon. Kiertokangi kiinnittyy toisesta päästä mäntään ja toisesta kampiakseliin. Kiertokangen tehtävänä on muuttaa männän edestakainen liike kampiakseliin pyöriväksi liikkeeksi. (5, s. 141.)

Nelitahtimoottorin venttiilikoneiston tehtävänä on huolehtia moottorin kaasunvaihdosta. Koneisto muodostuu imu- ja pakoventtiileistä, niitä sulkevista venttiilinjousista, nokka-akselista sekä sitä pyörittävistä voimansiirtoelimistä. (6, s. 448.)

4.2 Nelitahtimoottorin toiminta

Nelitahtimoottorissa on nimensä mukaisesti neljä eri toimintavaihetta, joita ovat imutahti, puristus-tahti, työtahti ja poistotahti. Puolet kampa akselin ensimmäisestä kierroksesta vetää männän alas sylinterissä ja samalla imuventtiili on auki, jolloin polttonesteen ja ilman seos virtaa sylinteriin. Kam-pi akselin seuraavan puolen kierroksen aikana ovat molemmat venttiilit kiinni ja mäntä liikkuu sylin-terissä ylöspäin puristaen seosta kokoon. Sytytystulppa sytyttää kokoon puristetun polttonesteil-maseoksen, jolloin palavat kaasut laajenevat nopeasti ja pakottavat männän liikkumaan alas sylin-terissä. Pakoventtiili ollessa auki, mäntä liikkuu ylös sylinterissä ja työntää pakokaasut ulos. Män-nän saavuttua yläkuolokohtaansa, pakoventtiili sulkeutuu, imuventtiili avautuu ja toinen työkierto alkaa. (5, s. 126.)

5 PAKOKAASUJEN MUODOSTUMINEN

Kun moottorissa palaa 1 litra polttoainetta, tarvitaan siihen noin 10 m³ ilmaa. Palamisen aikana syntyvät palamistuotteet ja palamattomat ainesosat muodostavat pakokaasua. Pakokaasu johdetaan pakoputkiston kautta ulkoilmaan. Pakokaasut sisältävät veden ja hiilidioksidin lisäksi ei toivottuja ainesosia kuten hiilimonoksidia, typpeä, typpioksideja, happea ja hiilivetyjä. (5, s. 117.)

5.1 Polttonesteiden palaminen

Täydellisessä palamisessa poltettaessa puhdasta polttonestettä, eli polttonesteen palaessa täydellisesti hapella ilman epätoivottuja sivureaktioita syntyy vain vettä ja hiilidioksidia. (6, s. 602.) Epätoivottuja sivutuotteita syntyy puutteellisissa palamisolosuhteissa. Näitä aiheuttavat esimerkiksi polttonestepisarat, nestemäinen polttonestekerros palotilan seinämällä sekä polttonesteen koostumus. Puutteellisissa palamisolosuhteissa syntyy veden ja hiilidioksidin lisäksi myös epätoivottuja sivutuotteita. Epätoivottuja sivutuotteita ovat muun muassa

- palamattomat hiilivedyt, eli parafiinit, olefiinit ja aromaattit (C_nH_m)
- osittain palaneet hiilivedyt, eli aldehydit (C_nH_m * CHO), ketonit (C_nH_m * CO), hiilihapot (C_nH_m * COOH) ja hiilimonoksidit (CO)
- termisen krakkautumisen tulokset ja seurannaiset, eli esimerkiksi asetyleenit (C₂H₂), etyleenit (C₂H₄), vety (H₂), hiili (C) ja polysykliset hiilivedyt. (6, s. 602.)

5.1.1 Hiilimonoksidi (CO)

Hiilimonoksidi (CO) on väritöntä, hajutonta ja erittäin myrkyllistä kaasua. Sitä syntyy epätäydellisessä palamisessa. Se heikentää veren hapenottokykyä ja näin aiheuttaa myrkyttymisen. (6, s. 602.)

5.1.2 Hiilivedyt (HC)

Pakokaasut sisältävät hyvin erilaisia hiilivetyjä. Alifaattiset hiilivedyt, alkaani, alkeeni ja alkiini, kuten myös näiden rengasmaiset johdannaiset, ovat lähes hajuttomia. Aromaattisilla renkaan muotoisilla hiilivedyillä, kuten toluenilla, bentseenillä ja polysyklisillä hiilivedyillä, on selvästi havaittava haju. Osittain hapettuneet hiilivedyt, kuten ketonit ja aldehydit, ovat epämiellyttävän hajuisia ja muodostavat seurannaistuotteita auringonvalon vaikutuksesta. Nämä voivat pitkään vaikuttaessaan myös edistää syövän riskiä. (6, s. 602.)

5.1.3 Typen oksidit (NOx)

Typpimonoksidi (NO) on hajuton, mauton ja väritön kaasu, joka hapen kanssa reagoidessaan muuttuu vähitellen typpioksidiksi (NO₂). Puhdas typpioksidi on väriltään punaisenruskea, myrkyllinen ja pistävän hajuinen kaasu. Suuremmissa määrin se voi aiheuttaa limakalvoärsytystä ja tuhoaa keuhkojen limakalvoa. Typenoksidit vaikuttavat osaltaan haposateisiin ja aiheuttavat yhdessä hiilivetyjen kanssa savusumua. (6, s. 603.)

5.1.4 Hiilidioksidi (CO₂)

Ilmakehä sisältää luonnollisena osatekijänä hiilidioksidia (CO₂), jota ajoneuvopäästönä ei luokitella haittapäästöksi. Se edistää kuitenkin osaltaan kasvihuoneilmiön muodostumista. Vapautunut hiilidioksidi on suoraan verrannollinen polttonestekulutukseen, joten polttonesteen kulutusta laskevat tekijät laskevat myös hiilidioksidipäästöjen syntyä. (6, s. 603.)

6 SEOKSEN VAIKUTUS PAKOKAASUPÄÄSTÖIHIN

Ottomoottorin toiminta perustuu polttoaineen ja ilmaseoksen sytyttämiseen ulkopuolisen kipinän avulla. Ottomoottorin seoksenmuodostus voi tapahtua joko ulkoisesti tai sisäisesti. Ulkoisella seoksenmuodostuksella saadaan pääsääntöisesti homogeeninen seos aikaan, kun taas sisäisellä seoksenmuodostuksella kaasuseoksen sytytyshetkellä vallitsee voimakkaasti heterogeeninen seos. (6, s. 412, 562.)

Moottoriin johdetun seoksen ilmakertoimella (λ) on ratkaiseva merkitys pakokaasupäästöjen koostumukseen. Ottomoottorin maksimiteho saadaan aikaan ilmakertoimella $\lambda = 1$. Tästä syystä polttoaineen ja ilman seosta rikastetaan täyskuormakäytössä ($\lambda < 1$). Seosta rikastetaan täyskuormakäytössä myös moottorista tulevien pakokaasujen lämpötilan laskemiseksi, koska laihalla seoksella pakolämmöt nousevat ja siten voivat vaurioittaa pakoventtiileitä, pakosarjaa ja katalysaattoria. (6, s. 562.)

Polttoaineen kulutuksen kannalta etua on laihasta seoksesta eli ilmaylimäärästä ($\lambda > 1$). Tämän vaikutus näkyy alentavasti hiilimonoksidi- ja hiilivetypäästöissä. Typen oksidit sen sijaan alkavat kasvamaan laihan seoksen takia. Jos palamisseoksen ilmaylimäärä kasvaa liikaa, ilmenee moottorissa käyntihäiriöitä johtuen sytytyskatkoksista, jolloin hiilivetypäästöt kasvavat. Kuvasta 5 nähdään ilmakertoimen vaikutus eri pakokaasukomponenttien syntymiseen. (3, s. 562.)



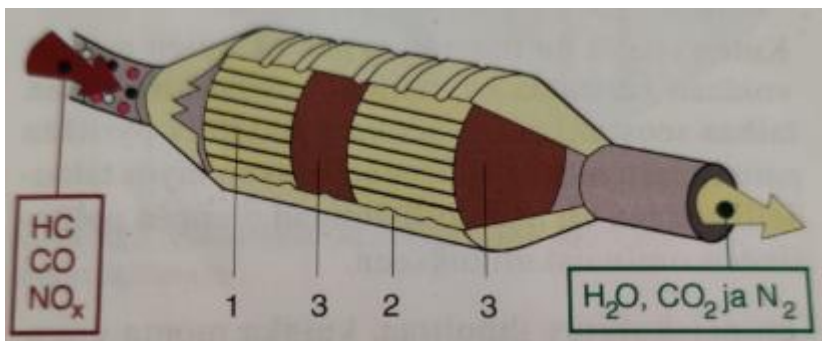
KUVA 5. Ilmakertoimen vaikutus pakokaasupäästöihin (6, s. 562.)

7 PAKOKAASUPÄÄSTÖJEN HALLINTA

Moottorin palamisprosessissa syntyneet erilaiset terveydelle haitalliset ja luontoa saastuttavat aineet pyritään poistamaan mahdollisimman tarkasti. Tämä tapahtuu pakokaasujen jälkikäsittelyllä tai tehostamalla polttoaineen palamista.

7.1 Kolmitoimikatalysaattori

Stoikiometrisellä polttoaineen ja ilman seoksella toimiville moottoreille käytetään päästöjen hallintaan kolmitoimikatalysaattoria. Kuvassa 6 näkyvä kolmitoimikatalysaattori muuttaa palamistapah- tumassa syntyvät palamattomat hiilivedyt, hiilimonoksidit ja typpioksidit. Lopputuotteena syntyy vesihöyryä, hiilidioksidia sekä typpikaasuja. Hiilivedyt hapetetaan vedeksi, hiilimonoksidit hiilidioksi- diksi ja typenoksidit pelkistetään typpikaasuksi. (7, s. 646.)



KUVA 6. Kolmitoimikatalysaattori (5, s. 120.)

7.2 EGR

EGR on moottorin pakokaasujen takaisinkierätyksjärjestelmä. Sen tehtävä on ohjata osa pakokaasusta imusarjan kautta takaisin moottorin palotilaan. EGR-venttiilillä säädetään palotilaan takaisin kierrätettävän pakokaasun määrää. Tätä järjestelmää käytetään yleisesti bensiinimoottoreissa. Takaisinkierätyksjärjestelmän avulla saadaan pienennettyä NO_x-päästöjä, koska järjestelmä alentaa palotapahtuman huippulämpötilaa sylinterissä. Takaisin ohjattu pakokaasu alentaa palamisnopeutta ja sitoo lämpöä itseensä. (7, s. 428.)

7.3 Lambda-säätö

Nykyisin voimassa oleviin hiilimonoksidin, typpioksidin ja hiilivetyjen mataliin päästöraja-arvoihin pääsemiseksi käytetään pakokaasun jälkikäsittelyyn kolmitoimikatalysaattoria. Polttoaineen täydelliseen palamiseen tarvitaan juuri oikea määrä ilmaa suhteessa polttoaineeseen. 98 oktaanisella bensiinillä se on 14,7 kg ilmaa 1 kg:aa polttoainetta kohti. Polttoaine-ilmaseoksen koostumus määritellään happianturin avulla. Se ilmaisee käytetyn ilma- ja polttoaineseossuhteen toisiinsa. (6, s. 566.)

7.4 Zirkoniumoksidi-lambda-anturi

Anturi toimii galvaanisena happipitoisuuskammiona sisältäen kiinteän elektrodin, jonka keramiikka koostuu zirkoniumdioksidista ja yttriumoksidista. Lähes puhtaana happi-ioni-johtimena tämä oksidiseos erottaa pakokaasun ja ympäröivän ilman toisistaan. Platina-cermet-elektrodeihin syntyy jännite kaavan 1 mukaisesti. (6, s. 567.)

Lambda-anturin jännitteen syntyminen lasketaan kaavalla 1 (6, s. 567).

KAAVA 1

$$U_s = R * \frac{T}{4F} * \ln \left(\frac{Po_2''}{Po_2'} \right)$$

R = yleinen kaasuvakio (8,3145 J / mol-K)

F = Faradayn vakio (96 500 C/mol)

T = absoluuttinen lämpötila (K)

Po₂'' = hapen osapaine vertailukaasulla (kPa)

Po₂' = hapen vertailupaine pakokaasussa (kPa)

8 MITTAUSMENETELMÄT

Opinnäytetyössä testattavien tuotteiden vaikutuksia arvioitiin erilaisten mittauksien avulla. Ennen mittauksia pyrittiin valitsemaan tarkasti sellaiset mittausmenetelmät, joilla aineiden vaikutuksia pystyttäisiin mittaamaan mahdollisimman tarkasti ja saatujen tuloksien vertailu olisi helppoa. Mittausmenetelminä käytettiin puristuspainemittausta, ohivuotomittausta, pakokaasupäästöjen mittausta, oskilloskooppimittausta lambda-anturille sekä visuaalista tarkastelua kuvien muodossa.

8.1 Puristusaine

Sylinterissä syntyy puristusaine puristustahdin aikana, kun mäntä saavuttaa ylimmän kohdan. Puristusaineen lisäksi nousee myös sylinterin lämpötila, joka on elintärkeää moottorin toiminnalle, jotta ilman ja polttoaineen seos syttyisi ja palaisi optimaalisesti. Tätä varten tulisi lämpötilan nousta 400–500 °C tasolle. Kun oikea paine ja lämpötila saavutetaan, sytytystulpan antama kipinä sytyttää ilma- ja polttoaineseoksen. (9, s. 444.)

8.2 Ohivuoto

Sylinterin ohivuoto tarkoittaa sitä, kuinka paljon prosentteissa (%) sylinterin tuottamasta puristusaineesta pääsee vuotamaan ohi. Ohivuoto syntyy normaalisti kuluneista tai likaantuneista männänrenkaista, vuotavasta kannentiivisteestä tai vuotavista venttiileistä. Ohivuotomittaus suoritetaan paineistamalla palotila männän ollessa ylhäällä ja venttiilien ollessa kiinni. Paineilma johdetaan palotilaan tulpanreiän kautta. Mäntä pitää saada tarkasti yläkuolo-kohtaan, sillä muuten kampiakseli pyörähtää ja mittaus epäonnistuu. Moottorin ollessa sisäänajettu ja ehjä, ovat ohivuodot yleisesti noin 4 - 6 % ja lukeman ollessa alle 20 % ovat ohivuodot vielä normaaliksi luokiteltuja. Kun ohivuodon mitattu määrä on välillä 20 - 30 %, alkaa sylinterin kunto olla välttävä ja kun ohivuoto on jo yli 30 %, on sylinteri huonossa kunnossa. Tässä vaiheessa on alettava tutkimaan ohivuodon aiheuttajaa ja syytä kunnostaa ohivuodon aiheuttava tekijä. (10, s. 35.)

8.3 Pakokaasuanalysointilaite

Päästömittaus toimii infrapunamenetelmällä. Menetelmä perustuu periaatteeseen, jossa pakokaasun sisältämät epäpuhtauspitoisuudet imevät voimakkaasti infrapunavaloa jokaiselle pakokaasun sisältämälle ainesosalle luonteenomaisella aallonpituudella, jolloin niiden pitoisuudet voidaan tunnistaa. (6, s. 626.)

8.4 Oskilloskoopi

Oskilloskoopi on volttimittari, mutta siinä ei ole osoitinnäyttöä eikä numeronäyttöä, vaan kuvaputki (analoginen oskilloskoopi) tai nestekidenäyttö (digitaalinen oskilloskoopi). Oskilloskoopilla mitataan jännitteen hetkellistä arvoa ajan suhteen ja mittaustulos piirtyy oskilloskoopin kuvapinnalle. (11, s.10.)

8.5 Visuaalinen tarkastelu

Moottorin komponentteja tarkasteltiin visuaalisesti kuvien perusteella. Osa kuvattavista komponenteista voitiin kuvata suoraan puhelimen kameralla. Moottorin sisäisistä komponenteista haluttiin kuvia ilman moottorin purkamista. Tämän mahdollisti kuvassa 7 näkyvä endoskoop-kamera, jonka rakenteen asioista sillä on mahdollista kuvata ahtaissakin paikoissa.



KUVA 7. Hubitools endoskoop -kamera (12)

9 MITTAUSTEN SUORITUS

Mittaukset suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun välineillä. Käytetyt mittalaitteet olivat kalibroitu valmistajien ohjeiden mukaisesti, jolloin niistä saatuihin arvoihin voitiin luottaa. Suurin osa laitteista oli siirrettäviä, jolloin pystyin suorittamaan mittauksia kotitalliin rakennetussa laboratorioissa ja Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa. Osa mittalaitteista oli kuitenkin sen verran isokokoisia, että mittaukset täytyi suorittaa koulun laboratoriotiloissa.

9.1 Puristuspainemittaus

Puristuspainemittaus on yksinkertainen ja nopea tapa mitata ja arvioida moottorin mekaanista kuntoa. Puristuspainemittaus suoritettiin kuvassa 8 näkyvällä puristuspainemittarilla, jossa mittari asetetaan sytytystulpan reikää vasten.



KUVA 8. Puristuspainemittari

Kun puristuspainemittari on mittauskunnossa, pyöritetään moottoria starttimoottorilla kaasuläpän ollessa avoinna, kunnes puristusaine ei kasva. Seuraavaksi puristusaine nostetaan pois ja sen kärkiä painetaan, jolloin mittari nollaantuu. Tämän jälkeen mittarin liipaisinta painetaan, jolloin mittarin osoitin vaihtuu seuraavan sylinterin kohdalle mittauskortilla. Kaikkien sylintereiden mitaus toistetaan samalla tavalla ja mittauskortti otetaan mittarista ulos, joka jälkeen voidaan tarkastella lukemia kuten kuvassa 9. Mittaus suoritettiin kolme kertaa ja tuloksista laskettiin keskiarvo.



KUVA 9. Puristuspainemittarin mittakortti

9.2 Ohivuotomittaus

Ottomoottorin ohivuotomittaus suoritetaan korvaamalla sytytystulppa kuvan 10 puristuspainemittarilla. Moottorista täytyy irrottaa puolat, jotta sytytystulpat voidaan irrottaa. Kun sytytystulppa on irrotettu, pyöritetään samalla kierteellä kuin sytytystulppa oleva adapteriletku sytytystulpan tilalle.



KUVA 10. Puristuspainemittari

Seuraavaksi voidaan moottorin yläkuolokohta varmistaa kuvassa 11 näkyvällä tulkilla. Tulkissa on sisällä mäntä, joka nousee samaa tahtia ylös, kuin mitattavan sylinterin mäntäkin nousee. Kun tulkikin mäntä alkaa laskea, on mäntä yläkuolokohdassaan ja venttiilit kiinni. Moottoria pyöritetään kampiakselin päästä myötäpäivään yläkuolokohdan löytämiseksi. Mitattavan sylinterin männän yläkuolokohdan tarkastuksen jälkeen kytketään ohivuotomittari sylinteriin. Ennen kuin ohivuotomittari

voidaan liittää letkuun, on se kalibroitava kalibroitiliittimen avulla. Mittari liitetään paineilma-verkostoon, jolloin kalibroitiliitin vuotaa. Liittimellä ohivuoto on 23 %, joten mittari kalibroidaan lukemaan 23%. Kalibroinnin jälkeen mittari liitetään sylinteriin kuvan 8 mukaisesti ja ohivuodon määrä mitattavasta sylinteristä nähdään mittarista prosentteina. Mittaukset suoritettiin 3 kertaa ja tuloksista laskettiin keskiarvo.



KUVA 11. Yläkuolokohta tulkki

9.3 Päästömittaus

Pakokaasupäästömittauksia varten otetaan käyttöön kuvassa 12 näkyvä Bosch BEA370 -pakokaasuanalysointilaitteisto. Laitteesta valitaan ensin päävalikosta pakokaasupäästö, jonka jälkeen valitaan testauslaji, esimerkiksi OBD-mittaus tai vähäpäästöinen bensiiniajoneuvo. Seuraavaksi syötetään mitattavan ajoneuvon tekniset tiedot, kuten merkki, malli ja vuosimalli. Moottorin pyörimisnopeus saadaan mitattua OBD-pistokkeen välityksellä. Tämän jälkeen kytketään mittaussondi pakoputkeen ja aloitetaan mittaus.



KUVA 12. Bosch BEA370 (13)

9.4 Lambdan oskilloskooppimittaus

Zirkonium lambda-tunnistimen mittaus suoritetaan kuvan 13 oskilloskoopilla jännitettä mittaamalla suoraan moottorinohjaukseen yhdistetystä signaalijohtosta. Mittaus suoritetaan tyhjäkäynnillä, jossa mitataan anturin jännitteen vaihtelunopeutta, sekä lambda-anturin reagointinopeutta tilanteessa, jossa moottoria ryntätetään nopeasti. Ryntäysmittauksessa toinen kanava kytketään happianturin signaalijohtoon ja toinen kanava kaasulämpän asentoanturin signaalijohtoon. Tällöin saadaan kaasulämpältä tuleva jännite samaan kuvaan ja nähdään kuinka nopeasti lambda-anturi reagoi kaasua painettaessa.



KUVA 13. Oskilloskooppi

10 KOKEIDEN SUORITUS

Opinnäytetyötä toteuttaessa kokeiden suorittamiseen valmistauduttiin perehtymällä mittausmenetelmiin teoriatasolla sekä valmistettiin liitteissä 3–11 näkyvä mittauspöytäkirja. Mittauspöytäkirjaan kirjattiin mittauksista saadut tulokset, jotta mittaustuloksia olisi helpompi vertailla. Mittaukset suoritettiin tilassa, jossa lämpötila oli jokaisella mittaushetkellä sama, jolloin mittaustulokset ovat vertailukelpoisia keskenään.

10.1 Mittauspaikka

Kokeet oli tarkoitus suorittaa Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa, mutta koska covid-19-viruksen takia koulu oli suljettuna keväällä 2020, suoritettiin kokeet ajoneuvoihin pääosin omaan talliin valmistetussa autolaboratoriossa. Osa mittauksista suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa ennen koulujen sulkemista.

10.2 Nissan Almera

Nissan Almerassa testattiin moottorin pesuun käytettävää Engine Flush (EF)-moottoripesuainetta ja sen vaikutuksia venttiilikoneiston puhtauteen, puristuspaineisiin sekä ohivuotoon. Lisäksi tutkittiin Oxicat-pakokaasujärjestelmän-puhdistusaineen vaikutusta visuaalisesti tutkimuksessa otettujen kuvien perusteella. Tutkimuksessa havainnoitiin myös Oxicat-lisäaineen vaikutusta puristuspaineeseen, ohivuotoon sekä happitunnistimen reagointinopeuteen.

10.2.1 Engine Flush

Nissan Almeran testaaminen aloitettiin Engine Flush -lisäaineen testaamisella. Aluksi suoritettiin lähtömittaukset, joihin aineen käytön jälkeen saatuja tuloksia voitaisiin suoraan verrata. Lisäksi kuvattiin venttiilikoneisto irrottamalla venttiilikoppa, jotta voitaisiin tarkastella visuaalisesti aineen puhdistuskykyä. Tämän jälkeen Engine Flush -lisäaine lisättiin öljyn sekaan ja käytettiin ajoneuvoa tyhjäkäynnillä 15 minuuttia, jonka jälkeen ajoneuvon moottoriöljyt ja suodatin vaihdettiin.

Taulukossa 1 on liitteestä 3 kirjatut moottorin puristusaineet koottu yhteen taulukkoon, jotta niiden vertailu olisi helpompaa. Mittaustuloksia tarkastellessa voidaan todeta Engine Flush -lisäaineen parantaneen sylintereiden 2 ja 3 tuottamaa puristusainetta, mikä todennäköisesti johtuu männänrenkaan ja männänrengasuran puhdistumisesta. Vaikka suoritettu mittausta on kolmen tuloksen keskiarvo, voi puristusaineen tuloksen parantuminen selittyä myös mittaustarkkuudella.

TAULUKKO 1. Moottorinpesun vaikutuksen moottorin puristusaineeseen

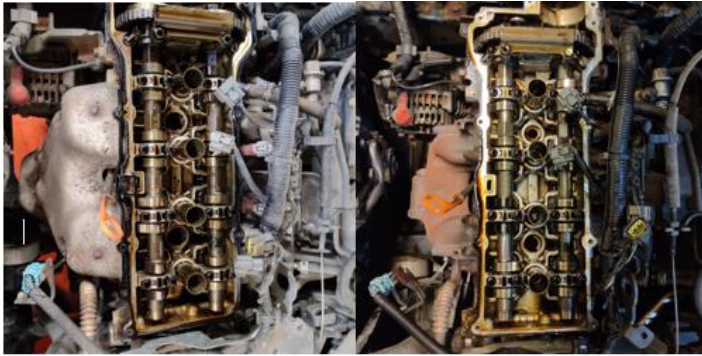
Puristusaine (bar)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	13	12,8	12,8	13
Mittaus 1	13	13	13	13

Taulukossa 2 on liitteeseen 3 kirjatut moottorin puristusaineet koottu yhteen taulukkoon, jotta niiden vertailu olisi helpompaa. Mittaustuloksista voidaan päätellä Engine Flush -lisäaineen vaikuttavan parantavasti moottorin ohivuotoon. Ohivuodon voidaan todeta pienentyneen, mikä todennäköisesti johtuu männänrenkaan ja männänrengasuran puhdistumisesta.

TAULUKKO 2. Moottorinpesun vaikutus moottorin ohivuotoon

Ohivuoto (%)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	8	12	15	10
Mittaus 1	10	4	8	6

Kuvassa 14 tarkastellaan visuaalisesti kuvien perusteella moottorinpesun tuloksia suoraan venttiilikoneistosta. Kuvien perusteella voidaan todeta venttiilikoneiston olevan jo ennen toimenpidettä puhtaassa kunnossa. Toimenpiteen jälkeen voidaan katsoa, että vähätkin pikeentymät ovat irronneet.



KUVA 14. Venttiilikoneisto ennen ja jälkeen pesun

10.2.2 Oxicat

Moottorinpesun jälkeen aloitettiin testaamaan Oxicat-lisäainetta, joka on tarkoitettu pakokaasujärjestelmän puhdistamiseen. Testi aloitettiin suorittamalla lähtömittaukset, joihin seuraavista testeistä saatuja tuloksia voitiin vertailla. Lisäksi kuvattiin moottorin palotila, männänlaki, venttiilit, EGR-venttiili, lambda-anturi ja katalysaattori, joista voitiin suorittaa visuaalista tarkastelua. Testissä ainetta käytettiin kolme 375 ml:n pulloa ja jokaisen pullon välissä suoritettiin uusi mittaus. Jokaisen pullon välillä kertyi keskimäärin 750 kilometriä matka-ajoa.

Taulukossa 3 on liitteistä 3 - 7 kirjatut moottorin puristusaineet koottu yhteen taulukkoon, jotta niiden vertailu olisi helpompaa. Mittaustuloksista voimme päätellä Oxicat-lisäaineen vaikuttavan parantavasti moottorin tuottamaan puristusaineeseen. Ensimmäisen käytetyn pullon jälkeen voitiin todeta mittaustuloksien lähtevän laskuun. Puristusaineen lasku aiheutuu todennäköisesti karsinan irtoamisesta moottorin palotilan ja männänlaen alueelta ja siten vaikuttavan moottorin puristusasteeseen.

TAULUKKO 3. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutukset moottorin puristusasteeseen

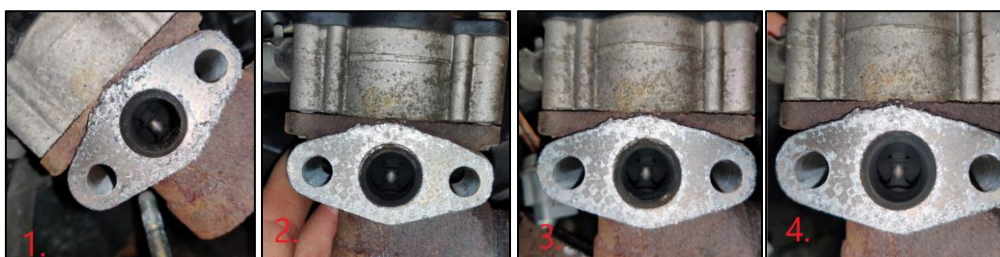
Puristusaine (bar)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	13	13	13	13
Mittaus 1	14	14	14	14
Mittaus 2	13,1	13,5	14	14
Mittaus 3	13,2	13,3	13,4	13,5

Taulukossa 4 on liitteistä 3 - 7 kirjatut moottorin ohivuotomittaukset yhteen taulukoon koottuna. Mittaustuloksista voimme päätellä Oxicat-lisäaineen vähentävän moottorin ohivuotoa mittauksien alussa. Tämä todennäköisesti johtuu männänrenkaan ja männänrengasuran puhdistumisesta. Viimeisessä mittauksessa ohivuoto on kasvanut, mikä viittaisi palotilasta irronneen karstan päätyneen männänrenkaiden ja sylinterin väliin vaikuttaen mittaustuloksiin. Luotettavampien tulosten saamiseksi tulisi ajoneuvolla ajaa enemmän ja käyttää ainetta säännöllisesti, sekä tehdä lisää mittauksia.

TAULUKKO 4. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutus moottorin ohivuotoon

Ohivuoto (%)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	10	4	8	6
Mittaus 1	6	10	8	7
Mittaus 2	5	5	8	7
Mittaus 3	10	7	8	12

Kuvassa 15 tarkastellaan visuaalisesti Oxicat-lisäaineen vaikutusta EGR-venttiilin sisäiseen puhtauteen. Merkittäviä tuloksia ei havaittu, koska EGR-venttiili oli jo lähtökohtaisesti erittäin puhdas.



KUVA 15. Kuvasarja EGR-venttiilistä

Kuvassa 16 tarkastellaan visuaalisesti Oxicat-lisäaineen vaikutusta lambda-anturin puhtauteen. Kuvista voidaan selvästi todeta lambda-anturin likaantuneen jokaisen käytetyn Oxicat-pullon välissä. Lambda-anturiin tarttunut karsta vaikuttaisi olevan palotilojen, männänlakien ja pakokanavien alueelta irronnutta karstaa.



KUVA 16. Kuvasarja lambda-anturista

Kuvassa 17 tarkastellaan lambda-anturin jännitteen vaihtelunopeutta oskilloskoopilla mitatuista jännitekäyristä ajoneuvon käydessä joutokäyntiä. Mittaus on suoritettu ennen Oxicat-lisäaineen käyttöä ja myöhemmin kolmen käytetyn pullon jälkeen. Mittauksessa on mitattu jännitevaihtelu viiden amplitudin väliltä ja laskettu siitä keskiarvo yhdelle amplitudille. Mittauksessa 1 yhden amplitudin keskiarvo on 2,7 sekuntia ja mittauksessa 2 keskiarvo on 3 sekuntia. Mittauksen perusteella lambda-anturin vaihtelunopeus on hidastunut 0,3 sekuntia, mutta nämä voivat myös selittyä mitaustavasta johtuvista epätarkkuuksista.



KUVA 17. Oskilloskooppimittaus

Kuvassa 18 tarkastellaan lambda-anturin reagoitinopeutta. Sinisenä käyränä näkyy lambda-anturiin signaalijohdosta mitattu jännite ja punaisena käyränä kaasuläpän potentiometriltä mitattu signaalijännite. Moottorin kierrosten nousun alkamisesta on mitattu aika kursorilla molemmissa kuvissa siihen, kun lambda-anturi reagoi seoksen nopeaan muutokseen. Mittauksesta voidaan havaita lambda-anturin reagoitajan pysyneen samassa, kun huomioidaan mitaustavasta johtuvat epätarkkuudet.



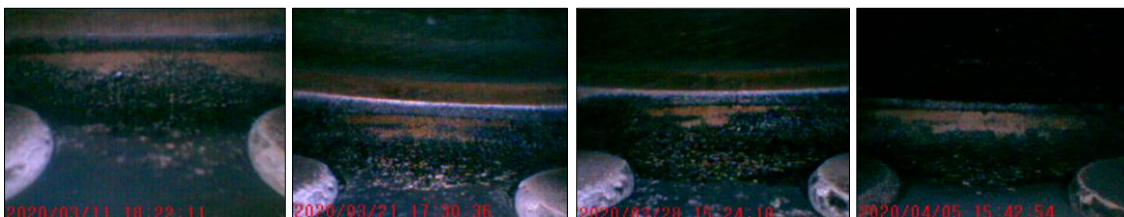
KUVA 18. Oskilloskooppimittaus

Kuvassa 19 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 männänlaen puhtauteen. Männänlaessa merkittävää eroa karstakertymissä ei voida havaita vasta kun viimeisen Oxicat-pullollisen jälkeen, jossa karstakertymissä näkyy selvästi irronneita palasia. Tästä voitaisiin päätellä, että pitkällä aikavälillä kertyneen karstan irtoaminen vaatisi lisäaineen pitkäaikaista ja jatkuvaa käyttöä, mikä ei ole suositeltu aineen käyttötapa.



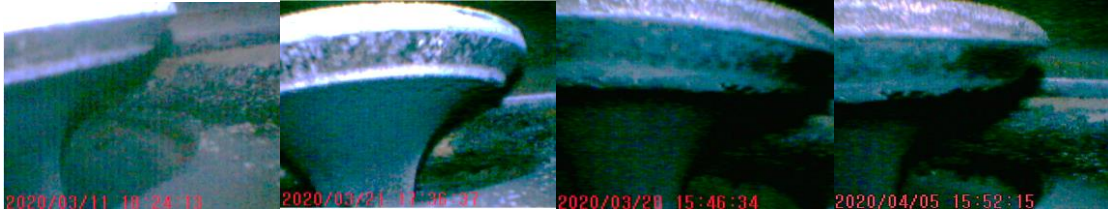
KUVA 19. Kuvasarja sylinterin 1 männänlaesta

Kuvassa 20 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 palotilan puhtauteen. Kuvista voidaan päätellä karstakertymissä muutoksia jokaisen kuvan välissä. Selvää eroa karstan määrässä ei kuitenkaan havaittu.



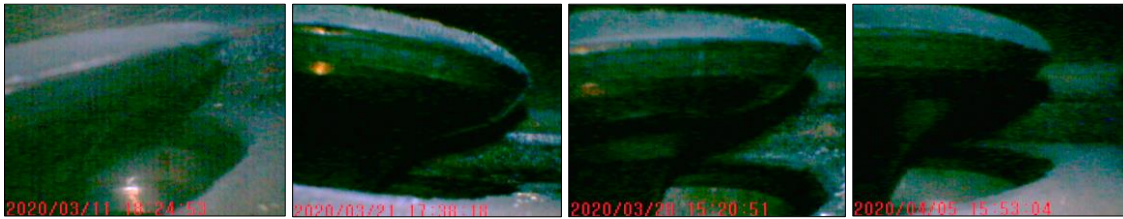
KUVA 20. Kuvasarja sylinterin 1 palotilasta

Kuvassa 21 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 pakoventtiilin puhtauteen. Kuvista voidaan todeta, että pakoventtiileihin on tarttunut karstaa, joka todennäköisesti on lähtenyt liikkeelle palotilan ja männänlaen alueelta.



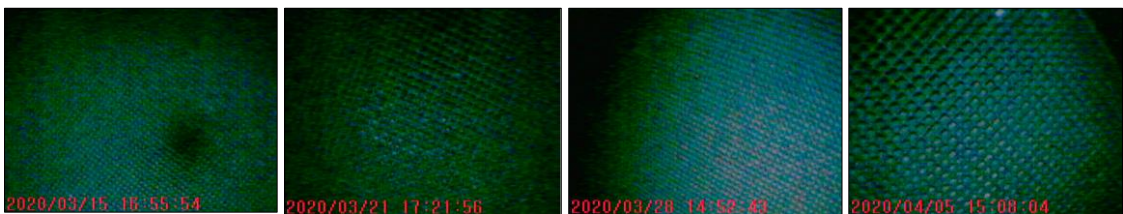
KUVA 21. Kuvasarja sylinterin 1 pakoventtiilistä

Kuvassa 22 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 imuventtiilin puhtauteen. Imuventtiileissä ei voida havaita selviä muutoksia.



KUVA 22. Kuvasarja sylinterin 1 imuventtiili

Kuvassa 23 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta katalysaattorin puhtauteen. Kuvaus oli hankala suorittaa katalysaattorin sijainnin vuoksi, mutta kuvista voidaan havaita selvästi katalysaattorin kennon puhdistuneen ainakin kennon päätyosasta.



KUVA 23. Kuvasarja katalysaattorista

10.3 Citroen C4 Picasso

Citroen C4 Picassossa oli tarkoitus testata pääasiassa Oxicat-lisäaineen vaikutuksia imuventtiilien karstoittumiseen. Auto oli loistava kohde, koska siinä on suorasuihkutteinen bensiinimoottori, joissa on tyypillistä imuventtiilien karstoittuminen. Lisäksi moottorissa tutkittiin Oxicat-lisäaineen vaikutusta moottorin puristuspaineeseen, ohivuotoon ja pakokaasupäästöihin. Testissä ainetta käytettiin yhteensä kolme 375 ml:n pulloa, yksi pullo kerrallaan. Puristus- ja ohivuotomittaus suoritettiin ennen kolmen pullon käyttöä ja käytön jälkeen. Jokaisen pullon välissä kuvattiin sylinterin 1 imuventtiili, pakoventtiili, palotila, männänlaki ja suoritettiin pakokaasumittaus. Jokaisen mittauksen välillä autolla ajettiin noin 650 kilometriä.

IMUVENTTIILIEN KARSTOITTUMINEN

Suorasuihkutteisessa bensiinimoottorissa polttoaine suihkutetaan suoraan moottorin palotilaan. Samalla moottorin huuhotus ja pakokaasujen takaisinkierätyks on liitetty imusarjaan. Moottorin huuhotuskaasut ja pakokaasujen takaisinkierätyskaasut karstoittavat imukanavistoa ja imuventtiileitä, eikä suihkutettava polttoaine puhdistakaan niitä enää, kuten vanhemmissa järjestelmissä.

Taulukossa 5 on liitteistä 8 ja 11 kirjatut moottorin puristuspainet koottu yhteen taulukkoon, jotta niiden vertailu olisi helpompaa. Mittaustuloksista voimme päätellä Oxicat-lisäaineen vaikuttavan parantavasti moottorin tuottamaan puristuspaineeseen. Tämä todennäköisesti johtuu puhdistusneista männänrenkaista.

TAULUKKO 5. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutukset moottorin puristuspaineeseen

Puristusaine (bar)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	11,8	11,8	11,5	11,4
Lopputilanne	12,2	11,8	12,5	12,5

Taulukossa 6 on liitteistä 8 - 11 kirjatut moottorin ohivuotomittaukset koottuna yhteen taulukoon. Mittaustuloksista voidaan päätellä Oxicat-lisäaineen vähentävän moottorissa tapahtuvaa ohivuotoa. Tämä todennäköisesti johtuu myös puhdistuneista männänrenkaista ja männänrengasurasta.

TAULUKKO 6. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutukset moottorin ohivuotoon

Ohivuoto (%)				
Sylinteri	1	2	3	4
Lähtötilanne	10	10	16	17
Lopputilanne	9	9	5	17

Taulukossa 7 ja 8 on liitteistä 8 - 11 kootut pakokaasuanalyysin tulokset kirjattuna yhteen taulukoon. Selvää parannusta pakokaasupäästöihin ei saatu tässä autossa aikaiseksi Oxicat-lisäaineen käytöllä. Pakokaasupäästöjen eroa on vaikea tulkita, koska moottorissa oli selviä käyntihäiriöitä ennen mittauksia ja mittauksien aikana. Esimerkiksi joutokäyntimittauksessa 2 voidaan todeta O₂:n ja CO:n määrästä seoksen olleen laiha verrattuna muihin testeihin. Tämän vuoksi näiden testien perusteella ei voida arvioida Oxicat-lisäaineen vaikutusta pakokaasupäästöihin.

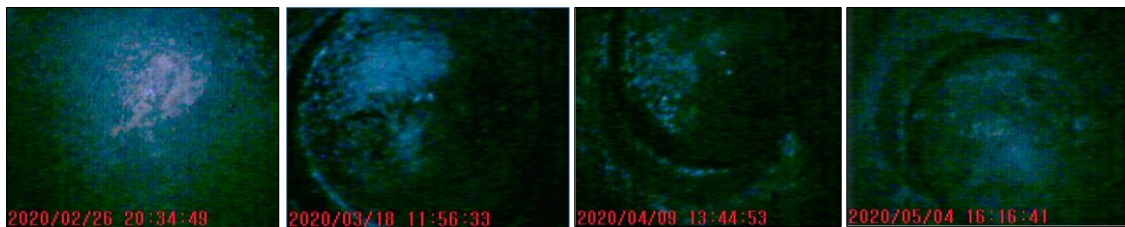
TAULUKKO 7. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutukset pakokaasupäästöihin joutokäynnillä

Päästömittaus				
Joutokäynti				
800 Rpm	CO	CO ₂	HC	O ₂
Lähtötilanne	0,06	14,83	65	0,47
Mittaus 1	0,299	14,1	96	0,36
Mittaus 2	0,021	13,03	62	2,81
Mittaus 3	0,197	14,34	33	0,043

TAULUKKO 8. Oxicat-lisäaineen käytön vaikutukset pakokaasupäätöihin korotetulla pyörintänopeudella

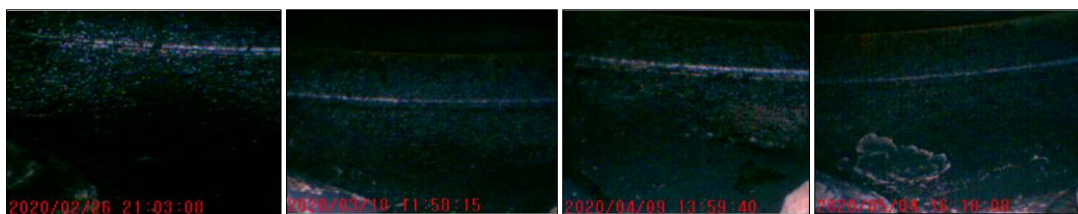
Päästömittaus	Lambda	CO	CO2	HC	O2
2000 Rpm					
Lähtötilanne	1,007	0,085	14,84	77	0,28
Mittaus 1	1,008	0,094	14,9	44	0,26
Mittaus 2	1	0,091	14,24	74	0,15
Mittaus 3	1,006	0,096	14,28	70	0,27

Kuvassa 24 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 männänlaen puhtauteen. Selvää eroa karstan määrässä on mahdotonta havaita.



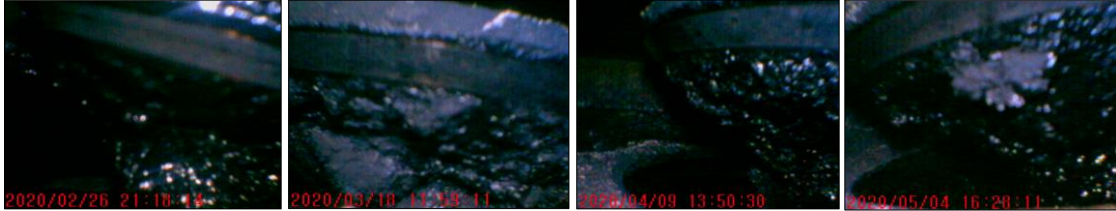
KUVA 24. Kuvasarja sylinterin 1 männänlaesta

Kuvassa 25 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 palotilan puhtauteen. Kuvista voidaan havaita selvästi, että Oxicat-lisäaineen käytön jälkeen karsta on kuivunut ja viimeisessä kuvassa näkyy irronnut palanen karstasta. Tästä voidaan päätellä Oxicat-lisäaineella olevan vaikutusta palotilan karstaan.



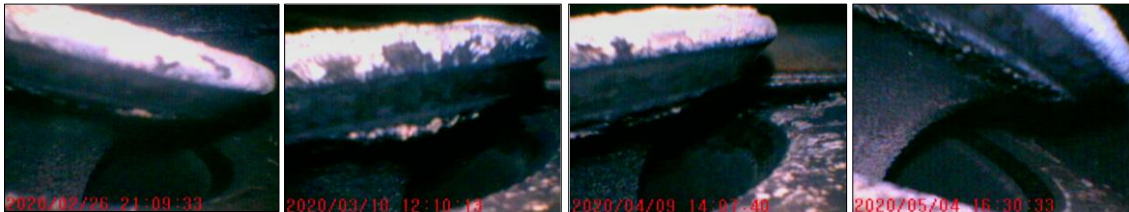
KUVA 25. Kuvasarja sylinterin 1 palotilasta

Kuvassa 26 tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 imuventtiin puhtauteen. Kuvista voidaan havaita muutoksia karstan koostumuksessa, mutta itse karstan määrä ei ole selvästi vähentynyt.



KUVA 26. Kuvasarja sylinterin 1 imuventtiileistä

Kuvassa 27 Tarkastellaan Oxicat-lisäaineen vaikutusta sylinterin 1 pakovernttiin puhtauteen. Kuvasta voidaan todeta karstan määrän vähentyneen pakovernttiin alueelta.



KUVA 27. Kuvasarja sylinterin 1 pakovernttiilistä

11 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin voitelujärjestelmän puhdistamiseen tarkoitetun moottoriöljyn sekaan lisättävän Engine Flush -lisäaineen sekä katalysaattorin, happitunnistimen ja EGR-venttiilin puhdistamiseen tarkoitetun polttoaineen sekaan lisättävän Oxicat-lisäaineen toimintaa. Testattavat lisäaineet olivat Bluechem Groupin valmistamaa Pro-Tec-tuotesarjaa, jota testattiin yhteistyössä Ykkös-varaosakeskus Oy:n kanssa.

Työn tavoitteena oli saada tuloksia lisäaineiden toimivuudesta eri mittausmenetelmien avulla. Työn aihe oli mielenkiintoinen, koska lisäaineiden toimintaan suhtaudutaan hyvin epäluuloisesti ja niiden pelätään aiheuttavan lisäongelmia moottorin toimintaan. Työ oli mielekäs, koska siinä pääsi perehtymään aiheeseen sekä teoriassa että käytännössä. Teen töitä autokorjaamossa, joten tutkimuksen myötä osaan suositella asiakkaille paremmin valikoimissamme olevia lisäaineita, joita tässä opinnäytetyössä tutkittiin. Haasteita opinnäytetyön toteutukseen aiheutti Covid-19-viruksesta aiheutunut Oulun ammattikorkeakoulun ja sen laboratorioiden sulkeminen.

Testattavilla lisäaineilla oli puhdistavaa vaikutusta, ja oikein käytettynä osana huolto-ohjelmaa ne voivat ehkäistä polttomoottorin karstoittumiseen liittyviltä ongelmilta. Mitään lisäongelmia ei ilmennyt mittauksien aikana kummassakaan tutkittavassa ajoneuvossa. Mittaustuloksia tutkittaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että monissa mittauksissa erot olivat hyvin pieniä ja voivat osaltaan selittyä mittauksen tarkkuudella. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että aineet on suunniteltu toimimaan osana säännöllistä huolto-ohjelmaa. Tässä työssä testattavilla ajoneuvoilla oli ajettu satoja tuhansia kilometrejä ennen ensimmäistä lisäaineiden käyttökertaa, mikä saattoi osittain vaikuttaa saatuihin tuloksiin.

LÄHTEET

1. Pro-tec Engine Flush (EF). Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
2. Engine Flush (EF). 2020. Pro-tec Bluechem Group. Hakupäivä: 1.2.2020. Saatavissa: <http://www.pro-tec-deutschland.com/en/products/engine/engine-oil-system/engine-flush>. Hakupäivä 1.2.2020.
3. Pro-Tec Oxicat. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
4. Pro-Tec OXICAT Oxygen Sensor & Catalytic Converter Cleaner. 2020. Bluechem Group. Saatavissa: <http://www.pro-tec-deutschland.com/en/products/engine/exhaust-system/oxicat---oxygen-sensor-catalytic-converter-cleaner>. Hakupäivä 1.2.2020.
5. Karhima, Matti. 2008. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 1. Keuruu: Otava.
6. Bosch, Robert. 2002. Autoteknillinen taskukirja. 6. Painos. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
7. Bosch, Robert. 2014. Automotive Handbook 9th Edition. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH.
9. Bosch, Robert. 2003. Autoteknillinen taskukirja. 6. Painos. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
10. Räsänen, Janne. 2011. Forte puhdistusaineiden vaikutus ajoneuvon moottorin toimintaan ja kuntoon. Oulun seudun ammattikorkeakoulu Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/31380/oppari.pdf?sequence=1>. Hakupäivä 23.3.2020.
11. Heiko, Timo. 2009. Analoginen elektroniikka: Komponentit, mittalaitteet, peruskytkenät, simulointi. Helsinki: WSOYpro Oy.
12. Hubitools endoskooppi. Varaosaportti. Saatavissa: <https://www.varaosaportti.fi/tuote/hubitools-endoskooppi-o-49-4gb-muistilla/>. Hakupäivä: 9.5.2020.

13. Bosch BEA370. Seppasentoy. Saatavissa: <http://www.seppasetoy.fi/11-Huollot-ja-korjaukset>.
Hakupäivä 9.5.2020.

LIITTEET

Liite 1 Engine Flush -esite

Liite 2 Oxicat-esite

Liite 3 Mittauspöytäkirja 1

Liite 4 Mittauspöytäkirja 2

Liite 5 Mittauspöytäkirja 3

Liite 6 Mittauspöytäkirja 4

Liite 7 Mittauspöytäkirja 5

Liite 8 Mittauspöytäkirja 6

Liite 9 Mittauspöytäkirja 7

Liite 10 Mittauspöytäkirja 8

Liite 11 Mittauspöytäkirja 9

Engine Flush (EF)

Ominaisuudet:
 Engine Flush on tehokas ja turvallinen TUV sertifioitu voitelujärjestelmän puhdistusaine joka puhdistaa tehokkaasti karstaa koko öljy- ja voiteluainejärjestelmästä
 •Poistaa karstaa myös ylemmän sylinterin alueelta.
 •Neutralisoi myös haitallisia happoja moottorista.
 •Parantaa vanhan moottoriöljyn voitelukykyä puhdistuksen aikana.
 •Ei sisällä edes yksinkertaisia **alkoholeja** eikä **liuotainaineita**.

Käyttö:
 Voidaan käyttää henkilöautoissa, hyötyajoneuvoissa, bensiini- ja dieselmoottoreissa, manuaalivaihteistoissa, tasauspyörästöissä, moottoripyörissä, kilpa-ajoneuvoissa, laivoissa, veneissä, ruohonleikkureissa jne..


Käyttöohje:
 Lisätään vanhan öljyn sekaan ennen öljynvaihtoa. Käytä noin 15min ja vaihda öljy ja suodatin valmistajan ohjeiden mukaan.

Riittäisyys:
 375ml riittää noin 5 litraan öljyä.
 Suuremmat öljytilavuudet: 1:15

Vaikutusaika:
 Anna moottorin käydä joutokäyntiä noin 10-15 minuuttia

Tekniset tiedot:
 Väri: vihreä
 Fyysinen tila: nestemäinen
 Haju: aromaattinen
 Alkuperäinen kiehumispiste ja kiehumisalue: 180 - 220 °C
 Leimahduspiste: 65 °C
 Syttymislämpötila: > 200 °C
 Höyryn paine at 20 °C: 20 hPa
 Tiheys at 20 °C: 0,790 - 0,820 g/cm³
 Vedenkestävä

Pakkauskoot	Item no.	PU
375ml	P1001	28
1L	P1009	12
5L	P1002	4
10L	P1008	1
20L	P1007	1
200L	P1005	1



OXICAT Oxygen Sensor & Catalytic Converter Cleaner (OXI)

Happianturin & katalysaattorin puhdistusaine

Ominaisuudet:

OXICAT on uusi innovatiivinen puhdistusaine joka puhdistaa turvallisesti ja tehokkaasti karstaa ja hiukkasia lambda-anturista, turboahdomista ja EGR-venttiilistä. Säännöllinen käyttö suojaa pakokaasujärjestelmää likaantumiselta, lisää polttoainetehokkuutta, optimoi moottorin suorituskykyä ja varmistaa katalysaattorin ja lambda-anturin toimivuuden. OXICATTIA voidaan käyttää bensiini-, diesel- ja hybridimoottoreissa. Täydellinen tuote jos autosi ei ole läpäissyt katsastuksen pakokaasupäästömittausta korkeiden päästöjen takia.

HYÖDYT:

- Poistaa tehokkaasti epäpuhtaudet pakokaasujärjestelmästä
- Estää likaantumista, mikäli käytetään säännöllisesti
- Parantaa polttoainetehokkuutta
- Optimoitu moottorin suorituskyky
- Varmistaa katalysaattorin / happitunnistimen oikean toiminnan

Miksi käyttää OXICAT?

Ajan myötä moottoriin tulee ongelmia jotka johtuvat katalysaattorin ja happitunnistin likaantumisesta ja tämä lisää huomattavasti esim. polttoaineen kulutusta, heikkoa suorituskykyä ja kasvattaa haitallisia pakokaasupäästöjä, kuten hiilimonoksidia ja hiilivetyjä, jotka vahingoittavat ihmisiä ja ympäristöä. Näitä ongelmia esiintyy eniten jokaisessa ajoneuvossa joilla ajetaan hyvin lyhyitä matkoja sekä alueilla, joilla polttoaineen laatu on huono.

Käyttö:

Käytetään kaikissa bensiini- ja dieselmoottoreissa sekä hybridiajoneuvoissa.

Käyttöohje:

Säännöllisesti 3-4 kuukauden välein polttoainejärjestelmään ennen tankkausta.

Riittäisyys:

375ml riittää 80 litraan polttoainetta. Sekoitussuhde: 1:200

Vaikutusaika:

Vaikuttaa ajon aikana

Tekniset tiedot:

Fyysinen tila: nestemäinen

Väri: kirkas / väritön

Haju: ominaisuus

Leimahduspiste: -70 °C DIN EN ISO 2719

Tiheys at 20 °C: 0,88 g/cm³ DIN 51757

Vedenkestävä

Pakkauskoot	Item no.	PU
375ml	P1180	28



Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 6.3.2010Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	8	12	15	16
Mittaus 2.	8	12	15	16
Mittaus 3.	8	12	15	16
Keskiarvo.	8	12	15	16

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	13	12,8	12,8	13
Mittaus 2.	13	12,8	12,8	13
Mittaus 3.	13	12,8	12,8	13
Keskiarvo.	13	12,8	12,8	13

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	-	-	-	-	-
Joutokäynti.	-	-	-	-	-
Öljyn Lämpötila.	-	-	-	-	-

Mittaaja

Jero Stenberger

Allekirjoitus

Jero Stenberger

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 6.3.2020Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	10	4	8	6
Mittaus 2.	10	4	8	6
Mittaus 3.	10	4	8	6
Keskiarvo.	10	4	8	6

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	13	13	13	13
Mittaus 2.	13	13	13	13
Mittaus 3.	13	13	13	13
Keskiarvo.	13	13	13	13

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	-	-	-	-	-
Joutokäynti.	-	-	-	-	-
Öljyn Lämpötila.	-	-	-	-	-

Mittaja

Tero Stenberg

Allekirjoitus

Tero Stenberg

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 21.03.2020

Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	6	10	8	7
Mittaus 2.	6	10	8	7
Mittaus 3.	6	10	8	7
Keskiarvo.	6	10	8	7

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	14	14	14	14
Mittaus 2.	14	14	14	14
Mittaus 3.	14	14	14	14
Keskiarvo.	14	14	14	14

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	-	-	-	-	-
Joutokäynti.	-	-	-	-	-
Öljyn Lämpötila.	-	-	-	-	-

Mittaaja

Jero Stenberg

Allekirjoitus



Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 29.03.2020Lämpötila 15 °C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	5	5	8	7
Mittaus 2.	5	5	8	7
Mittaus 3.	5	5	8	7
Keskiarvo.	5	5	8	7

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	13,1	13,5	14	14
Mittaus 2.	13,1	13,5	14	14
Mittaus 3.	13,1	13,5	14	14
Keskiarvo.	13,1	13,5	14	14

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	-	-	-	-	-
Joutokäynti.	-	-	-	-	-
Öljyn Lämpötila.	-	-	-	-	-

Mittaaja

Jero Stenberg

Allekirjoitus

Jero Stenberg

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 5.4.2020Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	10	7	8	12
Mittaus 2.	10	7	8	12
Mittaus 3.	10	7	8	12
Keskiarvo.	10	7	8	12

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	13,2	13,3	13,4	13,5
Mittaus 2.	13,2	13,3	13,4	13,5
Mittaus 3.	13,2	13,3	13,4	13,5
Keskiarvo.	13,2	13,3	13,4	13,5

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	-	-	-	-	-
Joutokäynti.	-	-	-	-	-
Öljyn Lämpötila.	-	-	-	-	-

Mittaaja

Jero Stenberg

Allekirjoitus

Jero Stenberg

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 26.02.2020Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	10	10	16	17
Mittaus 2.	10	10	16	17
Mittaus 3.	10	10	16	17
Keskiarvo.	10	10	16	17

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	11,9	11,9	11,5	11,4
Mittaus 2.	11,9	11,8	11,5	11,4
Mittaus 3.	11,8	11,8	11,5	11,4
Keskiarvo.	11,8	11,8	11,5	11,4

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	1,007	0,085	14,84	77	0,28
Joutokäynti.		0,06	14,83	65	0,36
Öljyn Lämpötila.	80°C				

Mittaja

Tero Stenberg

Allekirjoitus

Tero Stenberg

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 19.3.2020Lämpötila 15^o

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	-	-	-	-
Mittaus 2.	-	-	-	-
Mittaus 3.	-	-	-	-
Keskiarvo.	-	-	-	-

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	-	-	-	-
Mittaus 2.	-	-	-	-
Mittaus 3.	-	-	-	-
Keskiarvo.	-	-	-	-

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	1,008	0,099	14,9	44	0,26
Joutokäynti.		0,299	14,1	96	0,36
Öljyn Lämpötila.	81 ^o C				

Mittaja

Jero Stenberg

Allekirjoitus

Jero Stenberg

Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 9.9.2020Lämpötila 15°C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	-	-	-	-
Mittaus 2.	-	-	-	-
Mittaus 3.	-	-	-	-
Keskiarvo.	-	-	-	-

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	-	-	-	-
Mittaus 2.	-	-	-	-
Mittaus 3.	-	-	-	-
Keskiarvo.	-	-	-	-

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	1	0,091	14,29	74	0,15
Joutokäynti.		0,021	13,03	62	2,91
Öljyn Lämpötila.	818				

Mittaaja

Tero Stenberg

Allekirjoitus



Mittauspöytäkirja

Päivämäärä 4.5.2020Lämpötila 15 °C

Ohivuoto.

Ohivuoto.	1	2	3	4
Mittaus 1.	9	9	5	17
Mittaus 2.	9	9	5	17
Mittaus 3.	9	9	5	17
Keskiarvo.	9	9	5	17

Puristusaine.

Puristusaine.	1	2	3	4
Mittaus 1.	12,2	11,8	12,5	12,5
Mittaus 2.	12,2	11,8	12,5	12,5
Mittaus 3.	12,2	11,8	12,5	12,5
Keskiarvo.	12,2	11,8	12,5	12

Päästömittaus.

Päästömittaus.	lamda	co	co2	hc	o2
Korotettu joutokäynti.	1,006	0,096	14,28	70	0,27
Joutokäynti.		0,147	14,34	33	0,043
Öljyn Lämpötila.	80°C				

Mittaaja

Tero Stenberg

Allekirjoitus

Tero Stenberg