

Sami Virkkula

PRO-TEC-LISÄAINEIDEN VAIKUTUS POLTTOMOOTTORISSA

PRO-TEC-LISÄAINEIDEN VAIKUTUS POLTTOMOOTTORISSA

Sami Virkkula
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Sami Virkkula
Opinnäytetyön nimi: Pro-tec-lisäaineiden vaikutus polttomoottorissa
Työn ohjaajat: Mauri Haataja, Jyrki Impiö
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017 Sivumäärä: 33 + 4 liitettä

Työssä testattiin Bluechemin tekemien Pro-tec-lisäaineiden vaikutusta polttomoottorin kunnan parantamiseen ja käyttöä ennakoivana huoltotoimenpiteenä nykyaikaisissa bensiini- sekä dieselmootoreissa. Työn tavoitteina oli testata erilaisia lisäaineita ajoneuvojen ongelmakohteisiin ja saada konkreettisia tuloksia niiden toimivuudesta.

Testimenetelminä käytettiin Oulun ammattikorkeakoulun autolaboratorion toimilaitteita päästökomponenttien mittaamiseen, mekaanisen kunnan määrittämiseen ja visuaalisen tarkastukseen. Lisäksi tehtiin teho- ja vääntömomenttimittauksia.

Testitulokset olivat onnistuneita tehdyiltä ainekokonaisuuksiltaan. Testattuja aineita olivat imusarjan puhdistusaineet bensiini- sekä dieselmootorille, öljynpuhdistus sekä öljynlisäaineiden testaus. Puhdistusaineista jäi testaamatta yli puolet aikataululle odottamattoman alustadynamometrin hajoamisen vuoksi, joka vei työn suorittamisajasta kaksi kuukautta. Tämän jälkeen testauspaikkana toimineessa autolaboratoriossa ilmeni sisäilmaongelmia, joiden vuoksi autolaboratorio suljettiin ja ajoneuvojen testaaminen oli lopetettava.

Asiasanat: lisäaineet, Pro-tec, mekaaninen huolto, bluechem-lisäaineet

ALKULAUSE

Kiitokset mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta laboratorioinsinööri Janne Ilomäelle, myyntiedustaja Jyrki Impiölle, Ykkösvaraosakeskusken toimitusjohtaja Jari Karhulalle, professori Mauri Haatajalle ja Atoyn myyntipäällikkö Jari Sinkkoselle. Haluan kiittää myös autoliike Mobilaa ja erityisesti automyyjä Jari Järvistä ajoneuvojen tarjoamisesta opinnäytetyötäni varten.

Opinnäytetyössäni toimeksiantajana toimi Ykkösvaraosakeskus. Työn aiheena on erilaisten puhdistus- ja lisäaineiden vaikutus polttomoottorin kuntoon, korjaukseen ja ylläpitävään huoltoon. Aineina käytettiin Bluechemin Pro-tec-tuotesarjaa ja testit suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun autolaboratorion tiloissa.

Oulussa 22.5.2017

Sami Virkkula

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	4
2 POLTTOMOOTTORIN LISÄAINEET	5
2.1 Pro-tec Engine Flush	5
2.2 Pro-tec Oil Booster	5
2.3 Pro-tec DPF Top Gun Cleaner	6
2.4 Pro-tec DPF Flushing Liquid	6
2.5 Pro-tec DPF & Catalyst Cleaner	6
2.6 Pro-tec Oxicat	7
2.7 Pro-tec Triple –X	8
2.8 Pro-tec Nano Engine Protect & Seal	8
3 POLTTOMOOTTORIN TOIMINTA	10
3.1 Suorasuihkutus bensiinimoottorissa	10
3.2 Pakokaasuahdin	10
3.3 Pakokaasun takaisinkierätyk	11
3.4 Pakokaasukomponentit	12
4 TESTIMENETELMÄT	14
4.1 Pakokaasumittaus	14
4.2 Puristuspainemittaus	15
4.3 Rototest alustadynamometri	15
4.4 Ohivuotomittaus	16
5 TESTIEN SUORITUS	18
5.1 Audi A4 B8 1.8TFSI Quattro	18
5.1.1 Imusarjan kuvaus	19
5.1.2 Puhdistuksen jälkeen	20
5.1.3 Puhdistuksen tulos	21
5.2 FIAT CROMA 1.9JTD	23
5.2.1 Tehonmittaus	24
5.2.2 Puhdistuksen tulos	25

5.3 Volvo V50 T5 Geartronic	27
5.3.1 Mekaaniset mittaukset	27
5.3.2 Tehonmittaustulokset	28
6 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	32
LIITTEET	
Liite 1 Pakokaasumittaus ja puristuspainemittaus ennen, Audi A4	
Liite 2 Pakokaasumittaus ja puristuspainemittaus jälkeen, Audi A4	
Liite 3 Fiat teho- ja vääntömomenttikäyrät	
Liite 4 Puristuspainemittaus ennen ja jälkeen, Volvo V50	

SANASTO

Co	hiilimonoksidi eli häkä
Co2	hiilidioksidi
DPF	Diesel particle filter, hiukkassuodatin
EGR	Exhaust gas recirculator, pakokaasun takaisinkierrätys
Videoskooppi	vaijerikamera
Geartronic	Volvon automaattivaihteisto
HC	hiilivedyt
NOx	nokihiuukkaspäästöt
O2	happi
TUV	saksalainen katsastuslaitos

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee nykyisten polttomoottorien toimintaa ja niiden kasvavaa huollon tarvetta tiukentuneiden päästömääräyksien, suorituskykyvaatimusten ja mukavuustoimintojen seurauksena. Nykyinen polttomoottori on huomattavasti tarkemmin säädelty toimimaan tietyissä toleranssirajoissa kuin kaksi sukupolvea vanhemmissa ajoneuvoissa. Tämä on tuonut etenkin pohjoismaissa ajettavien suurien kilometrimäärien takia huollollisia komplikaatioita nykyisissä moottoreissa. Opinnäytetyön aihe muodostuikin lisäaineiden käyttämisestä ajoneuvojen huolto- ja korjaustoimenpiteenä.

Ykkösvaraosakeskus Oy

Pohjanmaan Ykkösvaraosakeskus Oy on vuonna 1997 perustettu tarvikevaraosaliike. Yrityksen perustaja oli Timo Kallio, mutta nykyinen kauppias Jari Karhula on toiminut yrityksen toimitusjohtajana vuodesta 2002. Yritys kuuluu Fixus-varaosaketjuun, ja sillä on Jari Karhulan mukaan yhdeksän korjaamoa.

Aiemmin opinnäytetyöni kaltaisia testauksia on tehty myös Forten puhdistus- ja käsittelyaineille, mutta testeissä ei ilmennyt merkittäviä tuloksia ja testiajoneuvot olivat erittäin vanhoja. Työn tavoitteena on saada konkreettisia tuloksia aiempien TUV-hyväksytyjen teknisien testituloksien rinnalle, joista yksinkertaisien vastauksien saaminen on tulkinnan takana.

Mobila Oy

Mobila Oy on Wetterin kanssa yhteistyössä toimiva käytettyjen ajoneuvon myyjä. Toimipiste sijaitsee Oulussa Äimäkuja 3:ssa. Opinnäytetyön ajoneuvot ovat suurimmaksi osakseen hoidettu testattavaksi heidän kauttaan. Yhteyshenkilönä toimi Jari Järvinen.

2 POLTTOMOOTTORIN LISÄAINEET

2.1 Pro-tec Engine Flush

Engine Flushin tarkoituksena on poistaa saastumia ja karstaa koko öljy- ja voiteluainejärjestelmästä. Se poistaa karstan ja hiilenjämmät männänrenkaista myös ylemmän sylinterin alueelta. Engine Flush neutralisoi haitallisia happoja moottorista ja parantaa vanhan moottoriöljyn voitelukykyä. Engine Flush ei sisällä yksinkertaisia alkoholeja eikä liuotinaiteita eikä siinä myöskään ole lyijyä tai kadmiumia. (1.)

Pro-tec Engine Flushia voidaan käyttää yksityisissä ja hyötyajoneuvoissa, kaikissa bensiini- ja dieselmootoreissa, manuaalivaihteistoissa ja tasauspyörästöissä esimerkiksi moottoripyörissä, kilpa-ajoneuvoissa, laivoissa, veneissä ja ruohonleikkureissa. (1.)

Pro-tec Engine Flush pesuaine lisätään vanhan öljyn sekaan ennen öljynvaihtoa ja moottorin tulee olla normaalilämpöinen. Moottorin annetaan käydä joutokäyntiä noin 10 - 15 minuuttia. Sen jälkeen lasketaan vanhat öljyt ulos ja suoritetaan uuden öljyn lisäys. (1.)

Ainetta tarvitaan noin 200 ml moottoripyöriin ja 375 ml henkilöautoihin. Ainetta käytetään 10 % öljytilavuudesta raskaissa ajoneuvoissa, manuaalivaihteistoissa ja tasauspyörästöissä. (1.)

2.2 Pro-tec Oil Booster

Oil Boosterin tarkoituksena on parantaa öljyn suorituskykyä ja edistää polttoainetaloudellisuutta. Se voitelee ja suojelee liikkuvat osat kylmäkäynnistyksiä varten. Lisäksi se vähentää karstoittumista ja öljynkulutusta ja sopii kaikille bensiini- ja dieselmootoreille. (2.)

Oil Boosteria lisätään uuden öljyn sekaan öljyn vaihdon yhteydessä. Ennen käsittelyä on suositeltavaa puhdistaa moottorin öljy- ja voitelujärjestelmä Pro-tec Engine Flushilla. Henkilöautoihin riittää 375 ml noin kahdeksaan öljylitraan asti.

Raskaissa ajoneuvoissa 50 ml riittää litraa kohden, öljymäärän täyttöön. Aine toimii moottorinkäytön aikana. (2.)

2.3 Pro-tec DPF Top Gun Cleaner

Pro-tec DPF Top Gun Cleaner on dieselmoottorin hiukkassuodattimen puhdistusaine. Sen tarkoituksena on puhdistaa ja poistaa nokikertymiä ja nokijäännöksiä ilman järjestelmän purkamista. DPF Top Gun Cleaneria voidaan käyttää kaikissa alumiini-, magnesium-, sinkki- ja kadmium-osissa. Tuotetta voidaan käyttää myös uusimman sukupolven hiukkassuodattimissa. (3.)

Pro-tec DPF Top Gun Cleaneriä käytetään sen omalla applikaattorilla. Puhdistusaine kaadetaan applikaattorin säiliöön, jonka käyttöpaine applikaattorissa on noin. 2,5 - 4 bar. Riittoisuus käsittelyyn noin litra henkilöautoille ja kuorma-autoille noin viisi litraa. Mikäli hiukkassuodatin on likainen, käsittely voidaan tarvittaessa toistaa. (3.)

2.4 Pro-tec DPF Flushing Liquid

Pro-tec DPF Flushing Liquid on dieselin hiukkassuodattimen puhdistusneste, joka puhdistaa ja poistaa nokikertymät. DPF Flushing Liquidia voidaan käyttää kaikissa alumiini-, magnesiumia-, sinkki- ja kadmium-osissa. Tuotetta voidaan käyttää myös uusimman sukupolven hiukkassuodattimissa. (4.)

Hiukkassuodatin täytetään huuhtelunesteellä, jota laitetaan noin 3 - 5 litraa riippuen suodattimen koosta ja annetaan vaikuttaa noin 10 tuntia, heiluttaen suodatinta välillä. Lisätään ainetta hiukkassuodattimeen tarvittaessa. Tämän jälkeen suodatin huuhdellaan lämpimällä vedellä. Huuhtelun jälkeen hiukkassuodatin voidaan asentaa takaisin ja lisätään vielä DPF Super Cleaneria tankkiin. Lopuksi suoritetaan vähintään 20 - 30 minuutin koeajo ja joko pakko käynnistetään regenerointi tai annetaan auton suorittaa sen itsenäisesti. (4.)

2.5 Pro-tec DPF & Catalyst Cleaner

DPF ja Catalyst Cleanerin tarkoituksena on liuottaa epäpuhtaudet ja nokijäämät hiukkassuodattimesta ja katalysaattorista, eikä se vaadi purkamista. Tuote poistaa suorituskykyä vähentäviä tai häiriötä aiheuttavia saastumia

hiukkassuodattimesta ja katalyytistä. DPF ja Catalyst Cleaner palauttaa dieselin hiukkassuodattimen ja katalysaattorin toiminnan. Tuote sopii myös EGR-venttiilin puhdistamiseen. (5.)

Tuotetta on ravistettava hyvin ennen käyttöä. Jotta DPF ja Catalyst Cleanerin käyttö voidaan aloittaa, on irrotettava lämpötila-, paineanturi tai yhteys DPF:n tai Katalysaattoriin. Tämän jälkeen asennetaan syöttöletku hiukkassuodattimeen ja suihkutetaan puhdistusainetta noin viiden sekunnin välein, kunnes hiukkassuodatin on täynnä vaahtoa. Sen jälkeen letku voidaan poistaa ja asennetaan puretut osat takaisin paikalleen. Lopuksi käynnistetään regenerointiprosessi testerillä ja suoritetaan noin 20 minuuttia kestävä koeajo. (5.)

DPF ja Catalyst Cleaner on käyttökelpoinen kaikissa suljetuissa hiukkassuodatin järjestelmissä. On aina tärkeää tarkastaa öljymäärä ennen kuin aloitetaan suorittamaan puhdistus. Öljymäärää tarkastettaessa öljynvaihto on tarpeellinen, jos öljy on laimentunut dieselistä. (5.)

Optimaalisen puhdistustuloksen aikaansaamiseksi on suositeltavaa dieselmootoreissa lisätä polttoainesäiliöön Pro-tec DPF Super Cleania. Kun taas bensiinimootoreissa käytettäväksi suositellaan Pro-tec Oxicat katalysaattorin puhdistusainetta. Käytettävä puhdistusaine riittää yhden diesel hiukkassuodattimen tai katalysaattorin käsittelyyn. (5.)

2.6 Pro-tec Oxicat

Pro-tec Oxicat on karstoittumista estävä tuote, joka on kehitetty erityisesti bensiinimootoreille. Tämä tuote ylittää viimeisimmät ympäristönormit. Oxicat liuottaa esimerkiksi hartsin ja karstan polttoainejärjestelmästä, happianturista sekä lambda-anturista ja katalysaattorista. Oxicat-lisäainetta voidaan käyttää bensiini, diesel ja jopa hybridimootoreissa. (6.)

Pro-tec Oxicat poistaa nykyiset epäpuhtaudet ja estää likaantumista, mikäli tuotetta käytetään säännöllisesti. Pro-tec Oxicat parantaa polttoainetaloudellisuutta ja moottorin suorituskykyä sekä varmistaa katalysaattorin ja happitunnistimen oikean toiminnan. (6.)

Ajan myötä auton käyttömäärän kasvaessa tulee moottoriin usein ongelmia, jotka johtuvat katalysaattorin ja happitunnistimen likaantumisesta. Tämä lisää esimerkiksi polttoaineen kulutusta, heikentää suorituskykyä ja kasvattaa haitallisia pakokaasupäästöjä, kuten hiilimonoksidia ja hiilivetyjä, jotka vahingoittavat ihmisiä ja ympäristöä. Edeltä mainittuja ongelmia esiintyy jokaisessa ajoneuvossa, joilla ajetaan hyvin lyhyitä matkoja sekä alueilla, joilla polttoaineen laatu on huono. Ongelmia voidaan estää lisäämällä Pro-tec Oxicat ainetta noin kolmen kuukauden välein polttoainejärjestelmään ennen tankkausta. 375 ml riittää noin 80 litraan polttoainetta. (6.)

2.7 Pro-tec Triple X

Pro-tec Triple X on uusi bensiini- ja diesel-käyttöisten moottoreiden imuilmanoton puhdistukseen kehitetty aine. Aineen avulla pinttyneimmätkin karstat liukenevat ja poistuvat järjestelmästä. Triple X puhdistaa ja voitelee ilmanottojärjestelmän, palotilan, imuventtiilit, lambda-anturin ja suojaa niitä uudelleen saastumiselta. Lisäksi aine varmistaa moottorin tasaisen käynnin, vähentää polttoaineenkulutusta ja pakokaasupäästöjä. Pro-tec Triple X on yhteensopiva lambda-anturien sekä katalysaattorien kanssa ja soveltuu käytettäväksi myös uusimmissa bensiini- ja dieselmootoreissa.

Puhdistusaineena bensiinimootoreissa käytetään Triple X bensiini P1973 ja dieselmootoreissa Triple X Diesel P1975. (7.)

Tuotetta Pro-tec Triple X on kehitetty käytettäväksi Pro-tec Applicaattorin ja Clear Flow koneen kanssa, joiden käyttöön tarvitaan S-mallin adapteri ja Flex-adapteri, jotka ovat suoraruiskutusmoottoreihin tarkoitettuja. Tuotetta on käytettävä laitteissa noudattaen käyttöohjeita. (7.)

2.8 Pro-tec Nano Engine Protect & Seal

Pro-tec Nano Engine Protect ja Sealin tarkoituksena on luoda nanopinnoite, joka suojaa mekaanisia sisäpintoja, kuten öljyjärjestelmiä, ohjaustehostimia, tasauspyörästäjiä, automaattivaihteistoja ja manuaalivaihteistoja. Aine antaa suojan kulumista vastaan ja parantaa öljyn virtausta kylmäkäynnistyksen

aikana. Lisäksi se mahdollistaa tasaisemman ja hiljaisemman moottorikäynnin sekä parantaa suorituskykyä ja pidentää moottorin ikää. (8.)

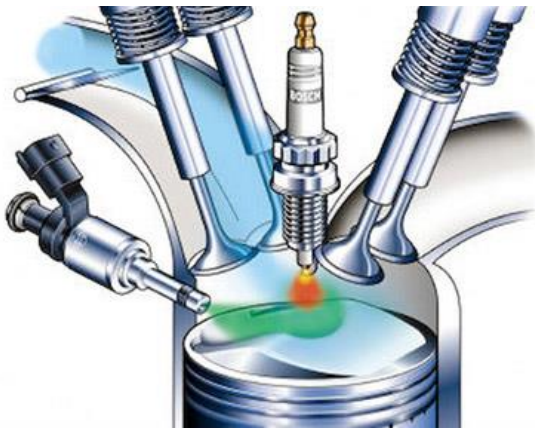
Aine sopii kaikille bensiini ja diesel käyttöisille moottoreille, manuaalivaihteistoille ja tasauspyörästöille. Ainetta käytetään lisäämällä sitä uuden öljyn sekaan aina öljynvaihdon yhteydessä. Riittoisuus henkilöautoille on 375 ml, joka riittää noin viiteen litraan öljyä. Ainetta käytettäessä ohjaustehostimissa, vaihteistoissa ja tasauspyörästöissä aineen käyttösuhde on 1:10. (8.)

3 POLTTOMOOTTORINTOIMINTA

3.1 Suorasuihkutus bensiinimoottorissa

Polttomoottorin suorasuihkutus ei käytä seoksen esivalmistelua imukanavistossa, vaan korkean paineen avulla sekoittaa polttoaineen sumuna ilman kanssa palotilassa, noin 50 – 200 bar paineella. Suihkutus tapahtuu viimeistään männän ohittaessa alakuolokohdan, homogeenisen seoksen saavuttamiseksi. Heterogeenisessä seoksessa ruiskutus tapahtuu vähän ennen puristustahdin loppuvaihetta. (9, s. 404.)

Suorasuihkutuksen etu on se, että suihkutettava polttoaine pystytään mittaamaan erittäin tarkasti. Etuna on myös se, että polttoaineen suihkuttaminen suoraan palotilaan laskee sylinterin lämpötilaa huomattavasti enemmän perinteiseen imusarjaruiskutukseen verrattuna (kuva 1). Tämä mahdollistaa hieman kovemman puristussuhteen arvon ja täten paremman polttoainetalouden, kuin perinteisessä imusarjaruiskutteisessa moottorissa. (9, s. 40.)

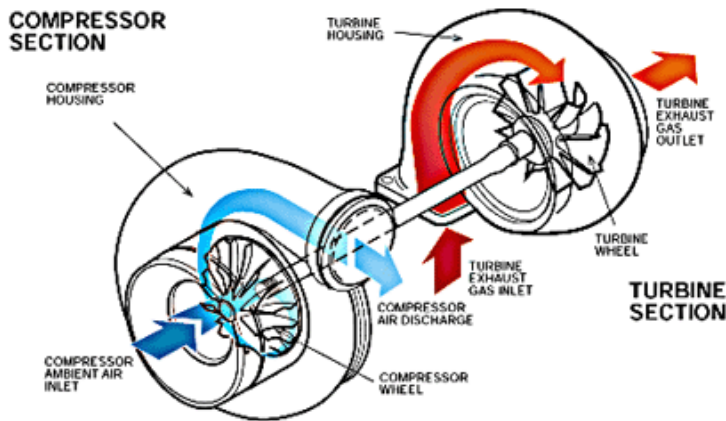


KUVA 1. Suorasuihkutus bensiinimoottorissa (10.)

3.2 Pakokaasuahdin

Turboahdin lisää moottoriin syötettävän ilman määrää annetulle kuutiolavuudelle ja kierrosnopeudelle. Tämän ansiosta voidaan syöttää lisää polttoainetta ja moottorista saadaan täten enemmän tehoa. Pakokaasuahtimen

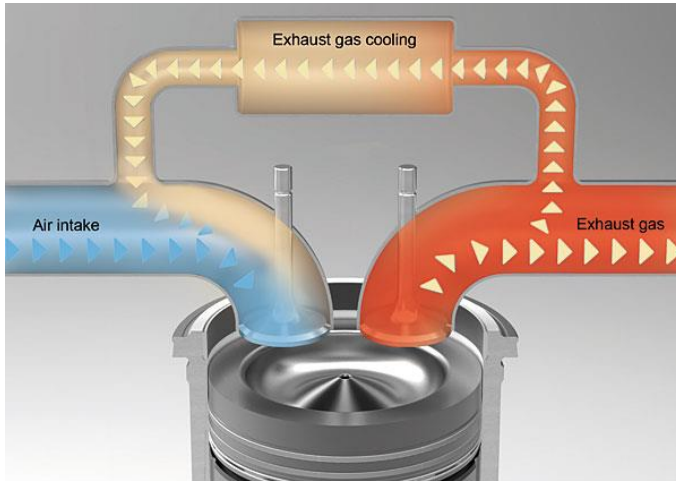
käyttövoima tulee moottorin pakokaasusta. Pakokaasu pyörittää turbiinia, joka on akselin välityksellä kytketty kompressoripyörään. Kompressoripyörä taas imee ilmaa suodattimen läpi ja paineistaa sen imukanavistoon (kuva 2). (9, s. 504, 509.)



KUVA 2. Pakokaasuahdin (11)

3.3 Pakokaasun takaisinkierrätys

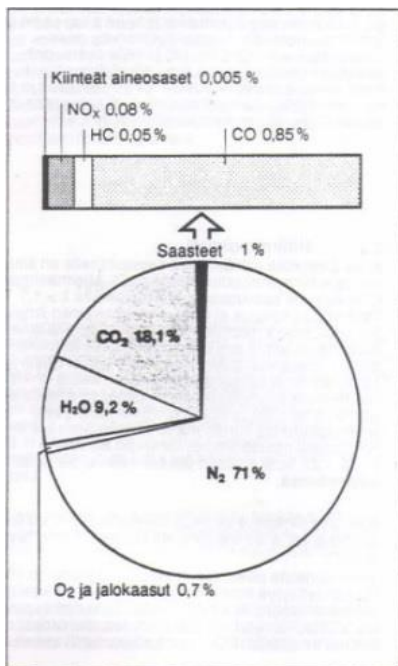
Jäännöspakokaasun massaa sylinterissä voidaan lisätä ulkopuolisella pakokaasunkierrätysjärjestelmällä (kuva 3). Tässä ajoneuvon moottorin pakosarjan ja imusarjan välillä on venttiilillä erotettu kanava, jota ohjaa moottorinohjaus eri kuormitustilanteissa. Kun pako- sekä imusarjan välillä on huomattava paine-ero, venttiili aukeaa kasvattaen imusarjan painetta sekä syöttäen jo palanutta pakokaasua imusarjaan. Tällä saadaan pienennettyä polttoaineen kulutusta ja vähennettyä NO_x-päästöjä, jotka johtuvat laihan polttoaineseoksen palamisesta moottorissa. Palotapahtuman lämpötilaa lasketaan myös kierrättämällä pakokaasuja, koska jo kerran palanut pakokaasu ei osallistu palotapahtumaan, se pienentää palolämpötilaa ja jälleen vähentää haitallisia NO_x-hiukkaspäästöjä. (9, s.596.)



KUVA 3 EGR takaisinkierrätys (12)

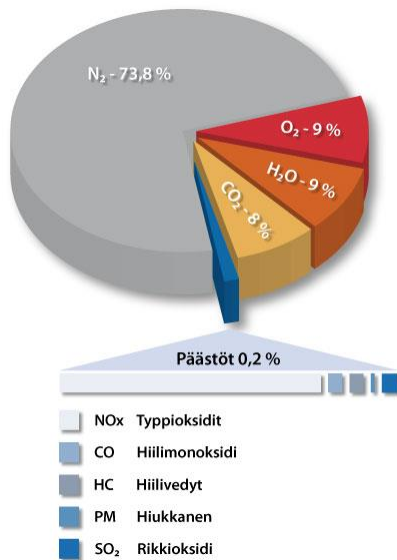
3.4 Pakokaasukomponentit

Polttomootoreissa käytettävä polttoaine koostuu pääosin hiilestä (C) ja vedystä (H). Hiilivety-yhdisteitä poltettaessa ilman hapen kanssa syntyy hiilidioksidia CO_2 ja vesihöyryä H_2O . Pääosa pakokaasusta on typpeä, mutta kuitenkin polttomootorissa tapahtuva palaminen ei ole täydellistä ja siitä johtuen epätäydellisessä palamisessa syntyy muita haitallisia aineita kuten, hiilimonoksidia eli häkää, palamattomia hiilivetyjä, typenoksideja ja kiinteitä näkyviä partikkeleja (kuva 4). (13.)



KUVA 4 Päästökomponentit (13.)

Dieselmootoreista mitataan yleensä vain savutusrvoa, joka merkitään nimikkeellä k. Mittausyksikkönä k-arvo kertoo metrin matkalla pakokaasuihin imeytyneen savun määrän. Pakokaasuihin imeytynyt savu ilmenee yleensä mustana savuna auton pakoputkesta ja se on palamatonta hiiltä. Tämän lisäksi dieselmootoreissa on myös paljon muita päästöjä, joita nykyisillä teknisillä ratkaisuilla on pyritty vähentämään. (13.) Näitä ovat rikkiyhdisteet, hiilivedyt, typenoksidit ja kiintoainehiukkaset eli partikkelit. Typen oksidien lisäksi dieselin kaasumaisiin päästöihin kuuluu pieniä määriä häkää ja palamattomia hiilivetyjä, sekä palamisen lopputuotteena syntyvää hiilidioksidia (CO₂), vettä ja vesihöyryä, (H₂O) (kuva 5). (14.)



KUVA 5 Dieselin päästökomponentit (15.)

Pakokaasujen koostumus on myös aikariippuvainen, sillä höyrystyneet hiilivedyt tiivistyvät kiinteiden hiukkasten pintaan vasta pakokaasun lämpötilan laskiessa. Tämä tapahtuu osin jo pakoputkistossa, mutta etenkin vasta ilmassa. Kaasumaiset komponentit reagoivat ilmassa keskenään ja ulkoilmassa esiintyvien niin sanottujen taustapitoisuuksien kanssa muodostaen erilaisia johdannaisyhdisteitä. Silloin esimerkiksi kaasumaisista hiilivedyistä alkaa tiivistyä pieniä pisaramaisia hiukkasia ulkoilmaan. (14.)

4 TESTIMENETELMÄT

Kaikki työssäni käyttämät testilaitteet olivat OAMK:n autolaboratorion omistamia. Laitteet vastaavat hyvin korjaamovarustelua, joten ne ovat erittäin päteviä kyseisien testien todentamiseen. Autolaboratoriosta löytyy myös Rototest alustadynamometri.

4.1 Pakokaasumittaus

Pakokaasunmittauslaboratoriot käyttävät yleensä infrapunamenetelmää pakokaasujen mittauksissa. Myös Oulunseudun ammattikorkeakoulusta löytyy saman tyyppinen mittauslaite. Infrapunamenetelmä perustuu periaatteeseen, jossa pakokaasun sisältämät epäpuhtaudet imevät voimakkaasti infrapunavaloa eri ainesosille luonteenomaisella aaltopituudella, jolloin niiden pitoisuudet ovat mahdollisia tunnistaa.

Säteilijä, joka on pakokaasunmittauslaitteen mittaustilassa, on kuumennettu noin 700°C:n lämpötilaan. Säteilijän toiminta perustuu siihen, että se läpäisee mittaustilan ja tunkeutuu vastaanottotilaan. Mitattava pakokaasu saadaan otettua pakokaasun näytteenottosondilla ajoneuvon pakoputkesta. Pakokaasu imetään mittaussuodattimeen kuuluvan kalvopumpun ja karkeasuodattimen läpi vedenerottimeen. Kondenssivesi ja kaasussa olevat karkeat epäpuhtaudet erotetaan tässä vaiheessa. Tämän jälkeen mittaaskaasu puhdistetaan vielä yhdesti seuraavassa suodattimessa. Kondenssiveden poistamista varten toinen kalvopumppu tyhjentää suodattimen vedestä.

Testeissä käytetty laite oli malliltaan BEA 370 (Bosch Emissions Analysis). Laite sisältää dieselmoottorin savutustesterin sekä bensiinimoottoareiden pakokaasuanalysaattorin. Lisävarusteena BEA370:sta löytyy myös öljynlämpötilan mittaus, moottorin pyörintänopeuden mittaus, lambdatunnistimen jännite, kosketuskulman mittaus, sytytyshetken mittaus, ruiskutuksen aloitushetken mittaus ja pyörintänopeuden mittaus YKK-anturilla.

4.2 Puristuspainemittaus

Mittaukset tulee suorittaa sekä kylmälle, että lämpimälle moottorille. Moottorin ollessa kylmä ajoneuvo ajetaan sisään halliin ja aloitetaan mittausten suorittaminen. Puristuspainemittauksia varten moottorin käynnistyminen on estettävä irrottamalla sytytystulpat tai hehkutulpat ajoneuvon moottorista riippuen. (16.)

Ottomoottorin maksimipaine on 17 bar ja dieselmoottorin maksimipaine on 40 bar. (17.) Puristuspainneiden ero ei saisi olla 0,5 bar enempää sylinterien välillä, sillä maksimiarvo on lähinnä viite oikeaan ajoneuvon puristuspaineseen. Tähän vaikuttaa huomattavasti akun ja startin kunto sekä käytetty puristuspainemittari. (16.)

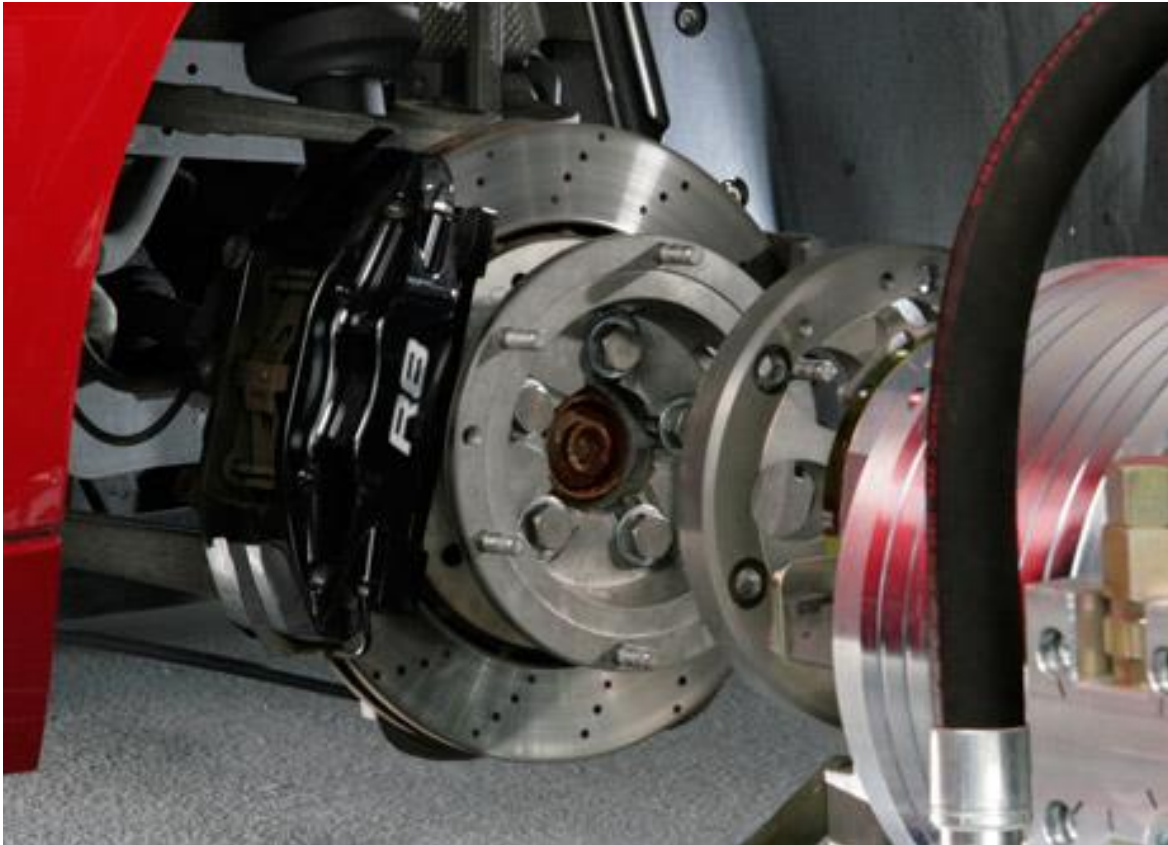
4.3 Rototest alustadynamometri

OAMK:n autolaboratoriossa on nykyaikainen tehonmittauspenkki, jolla voidaan mitata myös nelivetoisia autoja. Rototestin etu tarkoittaa sitä, että auton tehoa ei mitata perinteiseen tapaan tehonmittausrullilla renkailta, vaan mittaus suoritetaan mittauslaitteiden kiinnityksellä suoraan vetävien pyörien napoihin erinäisillä sovitteilla. Tällä mittaustavalla ei ole mahdollista tulla turhaa luistoa, kuten tehonmittausrullilla ajettaessa.

Ehdottoman tärkeää ennen mittauksien aloittamista on selvittää mitattavan auton välityssuhteet, sillä muuten teho- ja vääntömomenttikäyrät vääristyvät oleellisesti. Muita oleellisia tietoja ovat ajoneuvon massa, renkaan säde laskettuna halkaisijasta, sekä ajoneuvon ilmanvastuskerroin ja pinta-ala.

Alustadynamometri Rototest ottaa auton moottorista lähtevän vääntömomentin suoraan pyörännapaan kiinnitettävällä välilaipalla, joka on toisesta päästä

kiinnitetty mittausyksikköön. (Kuva 6.)



KUVA 6 Mittausyksikön kiinnitys pyörän napaan (14.)

Dynamometri itsessään käyttää teollisuudessa käytettäviä hydraulikkapumppuja tehon määrittämiseen. Nämä pumput ovat kiinteänä asennuksena pyörännapoihin kiinnitettävissä mittausyksiköissä.

Laskentaohjelma ottaa huomioon myös pumppujen omat hyötysuhteet ja kitkahäviöt. (18.)

Vääntövastus luodaan rajoittamalla pumpun tilavuusvirtaa tietokoneohjatulla hydraulikkaventtiilillä, joka mahdollistaa tieolosuhteiden simuloimisen alustadynamometrissä. Öljynvirtauspumpuilta ohjataan hydraulikkamoottorien avulla pyöritettävillä puhaltimilla ilmaa auton etuosaan, jotka jäähdyttävät moottoria. (18.)

4.4 Ohivuotomittaus

Ohivuotomittaukset tulee tehdä sekä kylmälle että lämpimälle moottorille. Moottorin ollessa kylmä ajetaan ajoneuvo sisälle halliin ja aloitetaan mittausten

suorittaminen. Ohivuotomittausten suorittamisen jälkeen moottori käytetään lämpimäksi ja mittaukset toistetaan. Sylinterikohtaiset ohivuodot mitataan sylinteristä männän ollessa yläkuolokohdassaan puristustahdin lopussa, jolloin venttiilit ovat kiinni. (19.)

Ohivuodon normaalit lukemat ovat noin 5 - 15%. Yli 20 - 30%:n ohivuodot ovat jo huolestuttavia moottorin mekaanisen kunnan kannalta ja tästä isommat vuodot voivat johtua mittausvirheestä tai moottorin mekaanisesta toiminnasta.

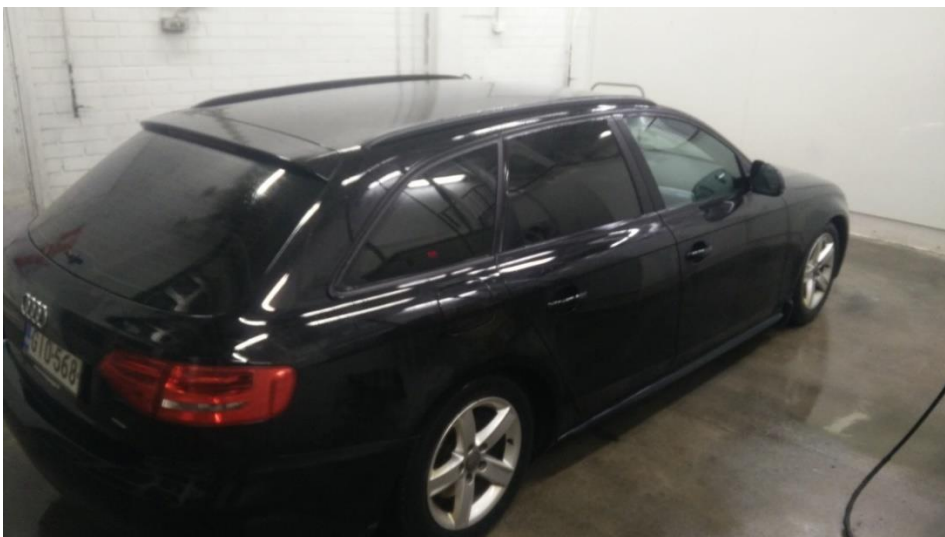
5 TESTIEN SUORITUS

5.1 Audi A4 B8 1.8TFSI Quattro

Tähän ajoneuvoon käytettiin imusarjan puhdistusainetta Pro-tec Triple X. Ajoneuvo oli varusteltu suorasuihkutteisella turboahdetulla bensiinimoottorilla. (20.)

Ajoneuvon suorasuihkutus tuo uusia haasteita huoltotoimenpiteisiin, koska polttoainesuihkua ei syötetä imukanaviston kautta venttiilien ohi. Polttoainesuihku puhdistaa venttiilin istukat ja imusarjan epäpuhtauksista. Näiden haasteiden vuoksi imusarjan puhdistusaineita on jouduttu kehittämään käyntihäiriöiden ehkäisemiseksi. Alla on esitelty Audi A4:n tekniset tiedot:

- | | |
|------------------|---------------------------------|
| - mittarilukema | 250000 km |
| - vuosimalli | 2010 |
| - iskutilavuus | 1 798 cm ³ (20) |
| - teho (DIN) | 118 kW / 4500rpm – 6200rpm (20) |
| - vääntömomentti | 250 Nm / 1500 – 4500rpm (20) |
| - puristussuhde | 9.6:1 (20). |



KUVA 7 Audi A4 B8

5.1.1 Imusarjan kuvaus

Audin imusarjaa tutkittiin Ks-Toolsin videoskoopilla venttiilin juuresta lautasen ja seetipinnan kohdalta, sekä venttiilin vartta myöten. (21.) Kuvissa (kuva 8 ja 9) huomataan, että huohotuksesta ja turboahtimelta tuleva öljy on karstoittanut imusarjaa huomattavasti. Tämä voi johtaa erinäisiin käyntihäiriöihin auton eliniän aikana ja jopa mekaanisiin vaurioihin. (Kuva 8.)



KUVA 8. Venttiilin istukka

Kuvasta näkee selvästi, kuinka venttiililautaseen on palanut kiinni karstaa, tehnyt siitä mustan ja epätasaisen öljyn sekä kovan lämpötilan seurauksena. (Kuva 9.)



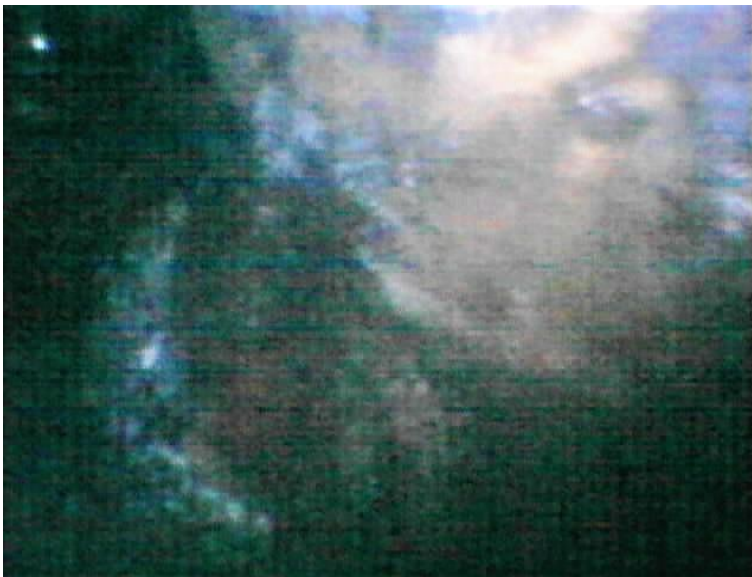
KUVA 9. Venttiililautanen

5.1.2 Puhdistuksen jälkeen

Puhdistus suoritettiin noin 15 min aikana lisäten myös Pro-tec Oxicat polttoaineen lisäainetta tankkiin. Puhdistuksen aikana kierroksia pidettiin noin 2500 rpm:n kohdalla avaten ja sulkien sumutusventtiiliä, joka oli sijoitettu imuputkeen ilmansuodattimen jälkeen.

Puhdistuksen jälkeen ajoneuvolle suoritettiin kattava koeajo Pohjantie E8 moottoritiellä, josta siirryttiin suoraan pakokaasumittauksiin sekä ohivuoto- ja puristusaine testeihin. Kaikki mittaukset suoritettiin kuumalle moottorille.

Testien päätteeksi imusarja kuvattiin jälleen Ks-Tools videoskoopilla ja kuten kuvissa näemme niin venttiilin juuresta palanein karstoittunut lika ei ole irronnut puhdistuksen yhteydessä. Puhdistus kuitenkin liuotti osan öljyisistä karstajäämistä. (Kuva 10.)



KUVA 10. Venttiilin istukka puhdistuksen jälkeen

Venttiilin kunnan määrittämisen jälkeen siirryttiin kuvaamaan imusarjaa kauempaa kuumasta moottorista, josta alkoi löytyä puhtaita ja karstattomia kohtia, missä lämpötila ei ollut päässyt niin kovasti vaikuttamaan lian kiinni palamiseen. (Kuva 11.)



KUVA 11 Imusarja

5.1.3 Puhdistuksen tulos

Mekaanista mittauksista suoritettiin ohivuotomittaus, puristuspainemittaus ja päästömittaus ennen ja jälkeen imusarjan puhdistusaineen käytön.

Puhdistusaineena käytettiin Pro-tec Triple X. Mekaanisissa mittauksissa ei muuten esiintynyt merkittäviä eroja, mutta puristuspaineiden noin yhden baarin nousu läpi jokaisen sylinterin on merkittävä parannus aloitustilanteesta.

Aloitustilanteesta tapahtui noin 10% parannus kokonaisuudessaan. (Taulukko 1.) Parhain tulos saatiin sylinteri numero kahteen, jossa puristuspaineet paranivat jopa 1,5 bar eli noin 14% kokonaisuudessaan, joka oli merkittävä parannus lähtötilanteeseen. (Taulukko 1).

TAULUKKO 1 Puristuspainemittaukset (liite 1 ja liite 2)

t

Sylinteri	Ennen	Jälkeen	Muutos %	Muutos (bar)
1	11	12	9%	1
2	10,75	12,25	14%	1,5
3	11	12	9%	1
4	11	12	9%	1
Suurin ero	0,5	0,25		

Päästömittauksissa muutoksia ei tapahtunut merkittävässä määrin ja ajoneuvo läpäisi sille asetetut testivaatimukset helposti molemmilla kerroilla. Lambdan raja-arvon ollessa 0,997 - 1,003, CO:n maksimiarvo on 0,5 tyhjäkäynnille ja korotetulle käynnille 0,3. CO₂ ei anneta maksimiarvoa, mutta hiilivetyjen eli HC:n pitää pysyä alle sadan molemmissa mittaustilanteissa. Happea (O₂) ei saa olla yli 5%. Co(cor) ei ole annettu mitattavia raja-arvoja. (Taulukko 1.)

TAULUKKO 2 Päästömittaukset (liite 1 ja liite 2)

Joutokäynti	Ennen puhdistusta	Puhdistuksen jälkeen	Muutos
Pyörintänopeus	810	800	10
Lambda	0,998	1,052	0,054
CO	0,004	0,011	0,007
CO ₂	15,13	15,14	0,01
HC	10	23	13
O ₂	0	1,16	1,16
Co(cor)	0,004	0,011	0,007
Korotettu joutokäynti	Ennen puhdistusta	Puhdistuksen jälkeen	Muutos
Pyörintänopeus	2290	2280	10
Lambda	0,996	0,997	0,001
CO	0,043	0,012	0,031
CO ₂	15,07	14,97	0,1
HC	15	24	9
O ₂	0	0,03	0,03
Co(cor)	0,043	0,012	0,031

Myös ohivuotomittaukset pysyivät samoissa arvoissa ja muutokset voidaan luokitella enemmän mittaustavan epätarkkuuksiin suurimman muutoksen ollessa 2%. Ohivuodon prosentuaaliset määrät olivat erinomaiset molemmissa ennen ja jälkeen suoritetuissa mittauksissa. (Taulukko 3.)

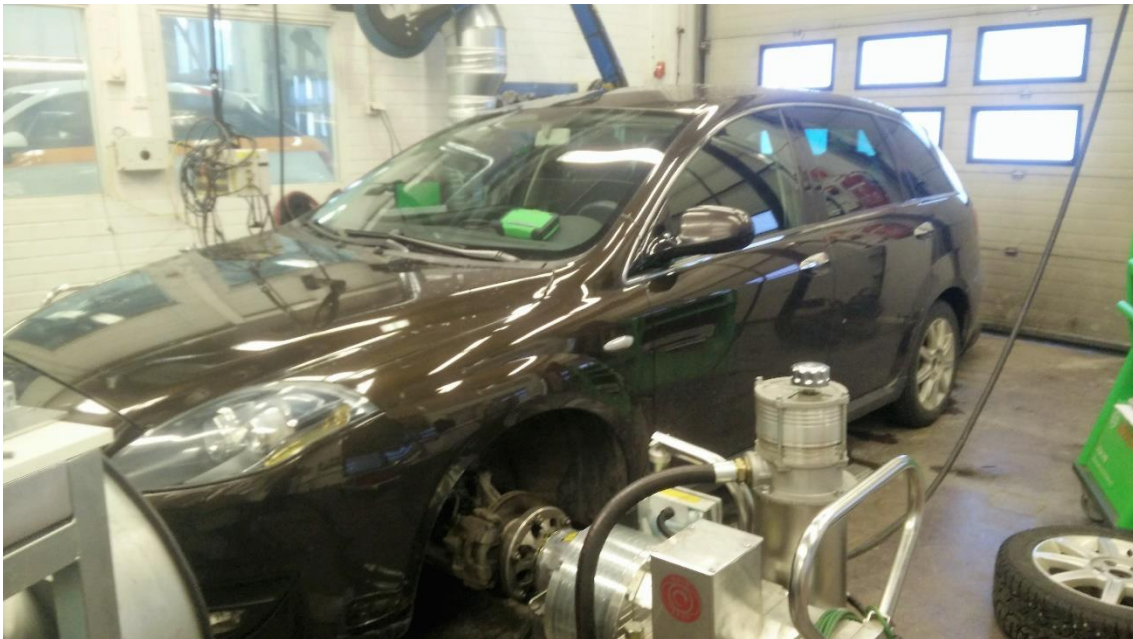
TAULUKKO 3 Ohivuotomittaukset

Sylinteri	Ennen	Jälkeen	Muutos
1	10	8	-2
2	7	8	+1
3	8	10	+2
4	8	9	+1

5.2 FIAT CROMA 1.9JTD

Fiat Cromaan käytettiin imusarjan puhdistusainetta Pro-tec Triple X. Ajoneuvo oli varusteltu suorasuihkutteisella turboahdetulla dieselmoottorilla. Ajoneuvo otettiin testiin huomattavan käyntihäiriön johdosta, joka aiheutti nykimistä tasaisella nopeudella. Tämä viittasi pakokaasun kierrätysjärjestelmän toimimattomuuteen tietyissä kuormitustilanteissa. (22.) Alla esiteltynä Fiat Croman tekniset tiedot:

- mittarilukema 159000 km
- vuosimalli 2008
- iskutilavuus 1 910 cm³ (22)
- teho (DIN) 88 kW / 4000rpm (22)
- vääntömomentti 280 Nm / 2000rpm (22)
- puristussuhde 18:1 (22).



KUVA 12 Fiat Croma

5.2.1 Tehonmittaus

Fiatille testeistä suoritettiin vain moottorin tehomittaus ja vikakoodien luku ennen ja jälkeen imusarjan puhdistuksen. Vikakoodeja ajoneuvosta ei ollut tallentunut.

Visuaalisessa tarkastuksessa karstaa löytyi merkittävä määrä EGR:n putken liitoksesta imusarjaan (Kuva 13). Testiä suoritettaessa tarkkailimme BOSCH FSA 720 testerin avulla, että takaisinkierätyks oli aktiivinen, kun sumutimme imusarjan puhdistusainetta moottorin imuputkeen, pitäen kierroksia 2000-2500 rpm alueella.



KUVA 13 EGR ennen

5.2.2 Puhdistuksen tulos

Puhdistuksen jälkeen suoritettiin 20 min koeajo alustadynamometrillä, jonka jälkeen ajoneuvo irrotettiin alustadynamometrissä. EGR:n ja imusarjanyhdysputken tarkistuksessa huomattiin, että aine oli kantautunut imusarjaan asti, mutta imuputken seinämä oli vielä huomattavan karstainen (kuva 14). Kuitenkin pitemmällä koeajolla ajoneuvon oireet olivat hävinneet ja EGR:n aiheuttamaa nykytystä ei enää ollut havaittavissa.



KUVA 14 EGR jälkeen

Tehonmittauksessa ei ilmennyt merkittävää muutosta ajoneuvon suorituskykyyn, kun verrattiin saatuja tuloksia ennen sekä jälkeen puhdistuksen. Sivuviittauksena ajoneuvon ilmoitettu teho ja vääntömomenti oli ilmoitettu pyöriltä mitattuna ajoneuvotiedoissa, vaikka se on yleisemmin ilmoitettu moottorilta. Laskukaava pyöräteholta moottoritehoksi on kyseisellä ajoneuvolla. (Kaava 1.) Kyseisessä ajoneuvossa on siis enemmän tehoa kuin mitä yleisesti on ilmoitettu.

$$P_{\text{pyöräteho}} * H\ddot{a}vi\ddot{o}t = P_{\text{moottori}}$$

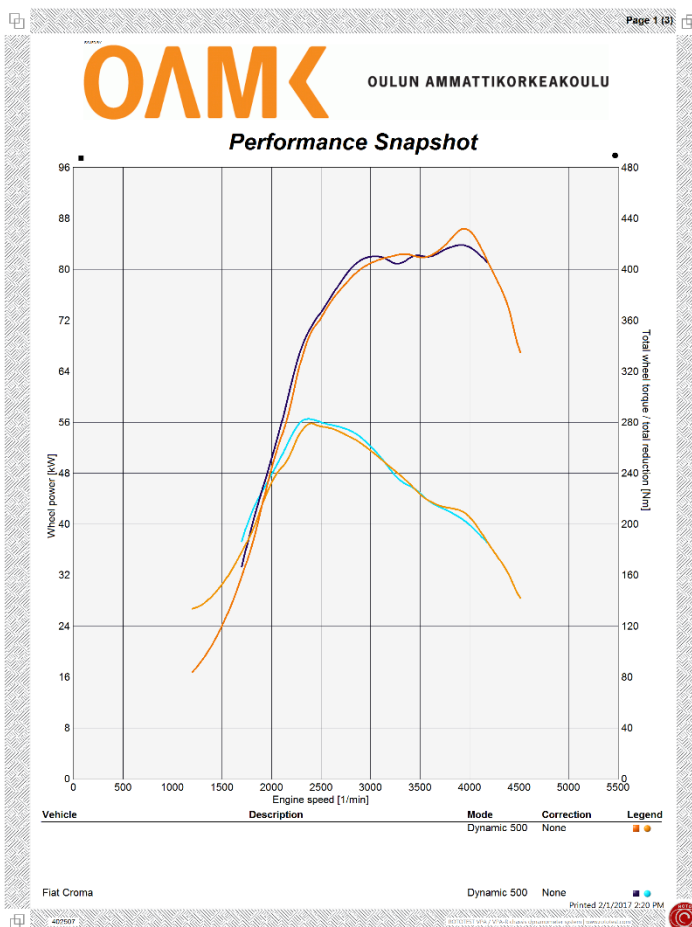
KAAVA 1

$$87\text{kW} * 1,1 = 95,7\text{kW}$$

KAAVA 1

TAULUKKO 4 Teho ja vääntömomenti (liite 3)

	Ennen	Jälkeen	Muutos %	Muutos
Teho	95,7kW/3950rpm	95,7kW/3950rpm	0	0
Vääntömomenti	316,8Nm/2300rpm	314,6Nm/2338rpm	1,07	1,8



KUVA 15 Teho- ja vääntökäyrä

5.3 Volvo V50 T5 Geartronic

Kyseinen ajoneuvo oli ensimmäinen autoliike Mobilan tarjoama ajoneuvo. Ajoneuvon testissä olivat käytössä tuotteet: Pro-tec Engine Flush, Oil Booster, Nano Engine Protect & Seal. Ajoneuvo oli varustettu 5-vaihteisella automaattilla ja imusarjasuihkutteisella turboahdetulla 5-sylinterisellä moottorilla. Alla on esiteltynä Volvo V50:n tekniset tiedot:

- mittarilukema 162000 km
- vuosimalli 2006
- iskutilavuus 2521 cm³ (23)
- teho (DIN) 162 kW / 5000rpm (23)
- vääntömomentti 320 Nm / 1500 - 4800rpm (23)
- puristussuhde 9:1 (23)



KUVA 16 Volvo V50 T5

5.3.1 Mekaaniset mittaukset

Moottorin mekaaniset mittaukset suoritettiin alustadynamometrimittauksen jälkeen kuumasta moottorista. Mittauksista suoritettiin puristuspainemittaus ja ohivuotomittaus. Mittauksien jälkeen ajoneuvon öljyn sekaan lisättiin Pro-tec

Engine Flush, jonka jälkeen ajoneuvolla ajettiin noin 40 km:n mittainen testilenkki.

Öljyt vaihdettiin ja moottori täytettiin uudella öljyllä, sekä Pro-tec Oil Booster ja Nano Engine Protect & Seal lisäaineilla. Tämän jälkeen ajoneuvo ajettiin taas alustadynamometrille, jossa suoritettiin ensin testiajo, jotta lisäaineet saivat aikaa vaikuttaa moottoriin.

5.3.2 Tehonmittaustulokset

Testiajon jälkeen otettiin jälleen tehonmittaus. Tehonmittauksessa ajoneuvon teho kasvoi 9,3 kw (Taulukko 5) ja vääntömomentti 20,7 Nm. (Taulukko 5) Puristusaine kasvoi keskimäärin 0,5 bar (Taulukko 6) ja ohivuodot laskivat noin 2-6% (Taulukko 7).

TAULUKKO 5 Teho ja vääntömomentti

	Ennen	Jälkeen	Muutos %	Muutos
Teho	137,1	147,8	7,8	9,3
Vääntömomentti	280,7	304,5	8,5	20,7

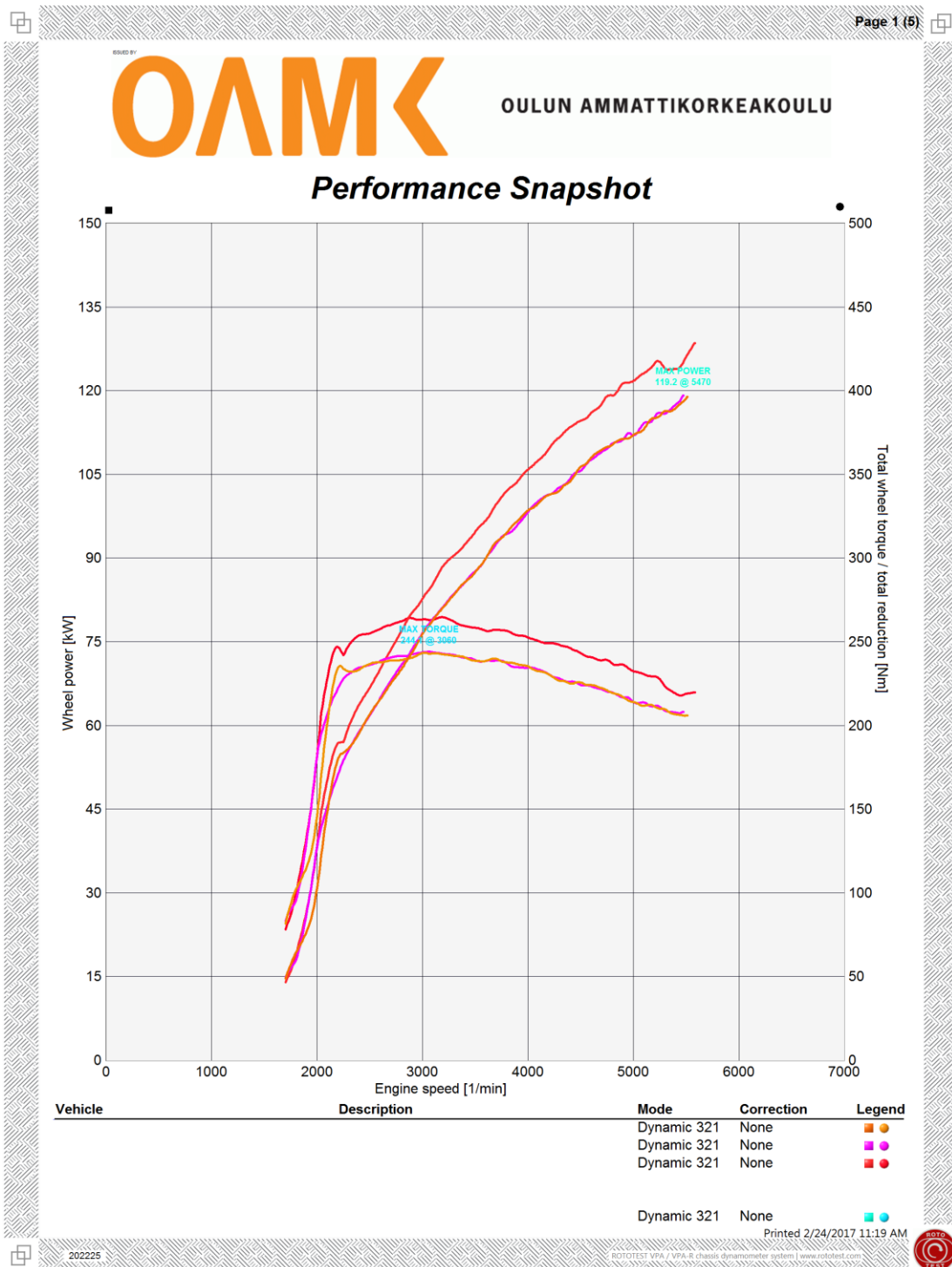
TAULUKKO 6 Puristuspainemittaukset (liite 4)

Sylinteri	Ennen	Jälkeen	Muutos %	Muutos (bar)
1	9,5	10	5,3	0,5
2	9,25	10	8,1	0,75
3	9,75	10	2,6	0,25
4	9,75	10	2,6	0,25
5	9,6	10	4,2	0,4
Suurin ero	0,5	0		

TAULUKKO 7 Ohivuotomittaukset

Sylinteri	Ennen	Jälkeen	Muutos
1	10	12	2
2	18	16	-2
3	16	14	-2
4	18	12	-6
5	14	12	-2

Moottorista uupui huomattava määrä tehoa alkuperäisen mittauksen perusteella, mutta lisäaineiden ansiosta osa tästä saatiin takaisin. Molempina päivinä mittaukset tehtiin samassa ilmanpaineessa lämpötilan ollessa 3°C +/- 1°C kattavan lämmitysajon päätteeksi.



KUVA 17 Teho- ja vääntömomenttituloste

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia Pro-tec lisäaineiden vaikutusta polttomoottoreissa. Opinnäytetyössä testattiin öljyn, polttoaineen sekä ilmaitse vaikuttavia tuotteita Bluechem Groupin lanseeraamilla aineilla Ykkösvaraosakeskus Oy:n toimeksiannosta. Tavoitteena oli löytää tuloksia aineiden toimivuudesta vikatilanteissa sekä ennakoivassa huollossa moottorin elämänkaaren aikana. Tämä koostui kattavasta määrästä testauksia ennen ja jälkeen lisäainekäsittelyjen.

Työ oli onnistunut tehtyjen testien osalta. Ongelmat alustadynamometrin kanssa tuottivat aikatauluviivästyksiä töiden osalta sekä autolaboratorion sulkeminen sisäilmaongelmien vuoksi häiritsi testien suorittamista. Työ suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun autolaboratorion testilaitteita käyttäen. Moottoritehoja mitattaessa tuli mielenkiintoinen havainto, että Fiatin ilmoitetut teho- ja vääntötiedot oli mitattu ajoneuvon voimansiirron jälkeen eikä suoraan moottorilta, kuten yleisesti on tapana.

Volvon moottorista uupui huomattava määrä tehoa lähtötilanteessa, mutta lisäaineiden ansiosta osa tehoista saatiin takaisin testien yhteydessä. Imuilman ja ilmanpaineen vaihtelu otettiin huomioon mittauksissa sekä molemmille testauskerroille ajettiin samanlaiset ajosykli ajoneuvon lämmitysvaiheessa. Mittauksissa olisi voinut käyttää enemmän auton omaa anturointia dataloggaukseen, mutta kahden päivän pitoraja häiritsi kattavan mittausjärjestelmän tekemistä.

Audin kanssa päästiin mekaanisten mittauksien kanssa positiivisiin tuloksiin puristusaineiden kasvaessa 9 – 14 % ennen ja jälkeen vertailussa. Imusarjaa kuvatessa karstan poistuminen oli kattavaa, mutta kriittisimmillä alueilla puhdistusteho ei aivan vastannut mekaanista puhdistamista kiinni karstoittuneen öljyn takia.

Työ oli erittäin mielenkiintoinen ja oikealla lailla käytännönläheinen ilman seikkaperäistä tutkimista. Testejä olisi voinut tehdä enemmänkin, mutta autojen kahden päivän maksimipitoaika rajoitti työn kokonaisuutta. Työtä olisi hyvä

jatkaa tutkimalla loputkin aineet ja niiden toimivuus erinäisissä huoltokohteissa, kuten dieselmoottorin hiukkassuodattimen, katalysaattorin ja adblue-ureajärjestelmän puhdistuksessa.

LÄHTEET

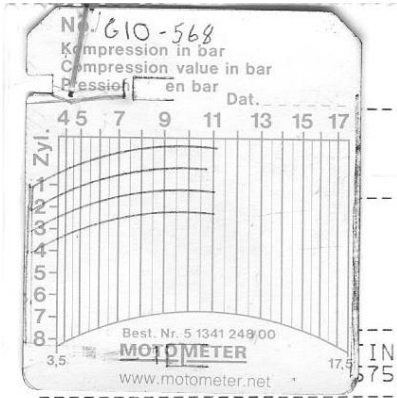
1. Pro-tec Engine Flush. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
2. Pro-tec Oil Booster. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
3. Pro-tec DPF Top Gun Cleaner. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
4. Pro-tec DPF Flushing Liquid. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
5. Pro-tec Catalyst Cleaner. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
6. Pro-tec Oxicat. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
7. Pro-tec Triple-X. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
8. Pro-tec Nano Engine Protect & Seal. Ykkösvaraosakeskus Oy:n esite. Ylivieska: Bluechem.
9. Bosch, Robert. 2014. Automotive Handbook 9th Edition. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH.
10. Climatetechwiki. 2017. Energy research Centre of the Netherlands (ECN) Suorasuihkutuskuva. Saatavissa: http://www.climatetechwiki.org/sites/climatetechwiki.org/files/images/teaser/direct_injection.jpg. Hakupäivä 4.5.2017.
11. Honeywell International. 2017. How Does a Turbocharger Work. Saatavissa: <http://www.kadecticaret.com/whatisaturbocharger.htm>. Hakupäivä 19.2.2017.
12. Kech, Johannes. 2017. How Does Exhaust Gas Recirculation work. Mtu-report. Saatavissa: <http://www.mtu-report.com/Technology/Research-Development/How-does-Exhaust-Gas-Recirculation-work>. Hakupäivä 10.4.2017.

13. OAMK. 2016. Päästökomponentit. Auto- ja moottorilaboratorion Optimamateriaali. Oulu: OAMK.
14. Laurikko, Juhani. 2008. Dieselhenkilöautojen ympäristöystävällisyys. Ajoneuvohallintokeskus tutkimuksia ja selvityksiä Nro 2/2008. Helsinki: Ajoneuvohallintokeskus AKE. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/filebank/a/1321969257/5a5f23edd6aa03c1e5bd319fb07e468b/1319-AKE1208Dieseidenymparistoystavallisyys.pdf>. Hakupäivä 11.5.2017.
15. Ngk Spark Plug Europe. 2017. Exhaust and Harmful Emissions. Saatavissa: <https://www.ngk.de/en/technology-in-detail/lambda-sensors/basic-exhaust-principles/exhaust-and-harmful-emissions/>. Hakupäivä 11.5.2017.
16. Autotieto.net. 2017. Työvaiheet puristuspainemittauksesta. Saatavissa: <http://www.autotieto.net/Moottorin%20kuntotarkastus/painemittaus.htm>. Hakupäivä 17.2.2017.
17. OAMK. 2015. Moottorin mekaanisen kunnon määrittäminen. Auto- ja moottorilaboratorion Optimamateriaali. Oulu: OAMK.
18. Rototest. 30.5.2017. Saatavissa: <http://www.rototest.com/dynamometer/dyno-how-it-works.php?DN=29&Visitor=4>. Hakupäivä 19.2.2017.
19. Audi.co. 2008. Ulkomaalainen autotietokanta 2010 Audi A4 1.8TFSI Avant. Saatavissa: http://www.audi.co.id/etc/medialib/ngw/sea/id/product/technical_data/pdf.Par_0001.File.pdf/audi_a4_1_8_tfsi.pdf. Hakupäivä 17.2.2017.
20. KS-Toolsin nettisivut. 2017. Videoskoopin kuvaus. Saatavissa: <https://www.kstools.com/fi/detail/index/sArticle/10079>. Hakupäivä 12.2.2017.
21. Carfolio. 2013. Ulkomaalainen autotietokanta 2008 Fiat Croma 1.9JTD. Saatavissa: <http://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=129767>. Hakupäivä 12.2.2017.

22. Carfolio. 2013. Ulkomaalainen autotietokanta 2006 Volvo V50 T5.

Saatavissa: <http://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=121198>.

Hakupäivä 27.2.2017.



Päiväys: 26.01.2017
Aika: 11:07

AJONEUVON TUNN.TIEDOT
 Rekisterinumero: G10-568
 Ajokilometrimäärä: 243000
 Merkki: Audi
 Tyyppi:
 Malli: A4
 Käyttö: 2009
 Polttoaine: Bensiini

TULOKSET
 Silmän tarkistus: o.k#

Moottori käyntilämpö #

Joutokäyntimittaus

Pyörintänopeus 810 /min
 Lambda 0.998
 CO 0.004 % til
 CO2 15.13 % til
 HC 10 ppm til
 O2 -0.02 % til
 COcor 0.004 % til

Korotettu joutokäynti

Pyörintänopeus 2290 /min
 Lambda 0.996
 CO 0.043 % til
 CO2 15.07 % til
 HC 15 ppm til
 O2 -0.04 % til
 COcor 0.043 % til

TULOKSET
 Joutokäyntimittaus:
 Pyörintänopeus (700-1000)
 CO (0.50) o.k.
 HC (100) o.k.

Korotettu joutokäynti:
 Pyörintänopeus (2000-)
 CO (0.30) o.k.
 HC (100) o.k.
 Lambda (0.97-1.03) o.k.

Testi hyväksytty

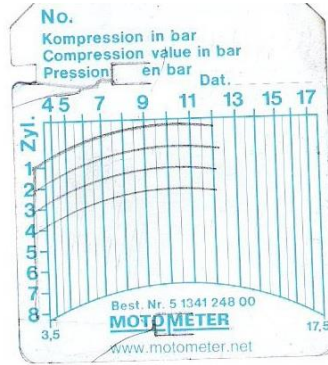
manuaalinen lämmitys

Allekirjoitus:



B o s c h
 Pakokaasutesti
 Testitulos

 TESTIPAIKKA
 OAMK / TEKNIKAN YKS.
 AUTOLABORATORIO
 Kotkantie
 Oulu



BEA-versio: V2.50-FIN
 AMM-versio: 5575

 Päiväys: 16.05.2017
 Aika: 14:13

AJONEUVON TUNN. TIEDOT
 Rekisterinumero: 010-568
 Ajokilometrimäärä: 250000
 Merkki: Audi
 Tyyppi:
 Malli: A4
 Käytt.otto: 2009
 Polttoaine: Bensiini

TULOKSET
 Silmäm. tarkistus: o.k#

Moottori käyntilämmin #
 Joutokäyntimittaus

Pyörintänopeus	800	/min
Lambda	1.052	
CO	0.011	% til
CO2	15.14	% til
HC	23	ppm til
O2	1.16	% til
COcor	0.011	% til

Korotettu joutokäynti

Pyörintänopeus	2280	/min
Lambda	0.997	
CO	0.012	% til
CO2	14.97	% til
HC	24	ppm til
O2	-0.03	% til
COcor	0.012	% til

TULOKSET

Joutokäyntimittaus:
 Pyörintänopeus (700-1000)
 CO (0.50) o.k.
 HC (100) o.k.

Korotettu joutokäynti:
 Pyörintänopeus (2000-)
 CO (0.30) o.k.
 HC (100) o.k.
 Lambda (0.97-1.03) o.k.

Testi hyväksytty

manuaali syöttö

Allekirjoitus:



