

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2017

Ville Lehto

IVECO STRALIS EURO VI SCR- JÄRJESTELMÄ

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2017 | Sivumäärä: 23

Ville Lehto

IVECO STRALIS EURO VI SCR-JÄRJESTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja testata uuden rekisteröimättömän Iveco Stralis Euro VI kuorma-auton SCR-järjestelmän toimivuutta. Työn toimeksiantajana oli Turun Autotyö Oy, joka on Ivecon merkkikorjaamo. Iveco on kansainvälinen hyötyajoneuvovalmistaja, joka valmistaa kevyitä, keskiraskaita ja raskaita hyötyajoneuvoja.

Pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä SCR (Selective Catalytic Reduction) on NO_x-päästöjen rajoittamiseksi kehitetty järjestelmä. SCR-järjestelmän avulla pystytään alentamaan dieselmootoreiden NO_x-päästöjä, jotta Euro-pakokaasupäästöluokat saavutetaan. SCR-järjestelmä koostuu katalysaattoreista, hiukkassuodattimesta ja AdBlue-liuoksen ruiskutusjärjestelmästä. AdBlue on kauppanimike korkealaatuiselle urealiukselle.

Euroopan päästönormit raskaan kaluston dieselmootoreille ovat Euro I...VI. Euro-päästöluokkien tarkoituksena on asettaa raja-arvot tietyille päästölajeille niin, että mitä korkeampi Euro-luokan arvo ajoneuvolla on, sitä vähäpäästöisempi ajoneuvon moottori on. Euro-luokissa rajoitetaan hiilimonoksidi- (CO), hiilivety- (HC), typenoksidi- (NO_x) ja pienhiukkaspäästöjä (PM).

Testiajoneuvon SCR-järjestelmän testaus suoritettiin Turun Autotyö Oy:n korjaamotiloissa. SCR-järjestelmän toimivuus testattiin tekemällä järjestelmälle UDST-testi sekä järjestelmän painetesti. Tehtyjen testien tulokset olivat virheettömiä ja täten voitiin todeta testiajoneuvon SCR-järjestelmä täydellisesti toimivaksi ja että ajoneuvon pakokaasupäästöt ovat Euro VI-luokan mukaiset.

ASIASANAT:

SCR-järjestelmä, Iveco, Euro VI, AdBlue, UDST-testi, Painetesti

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2017 | Number of pages: 23

Ville Lehto

IVECO STRALIS EURO VI SCR SYSTEM

The purpose of this bachelor's thesis was to research and to test the functionality of the SCR system of a new unregistered truck Iveco Stralis Euro VI. The work was commissioned by Turun Autotyö Oy which is the authorized repair workshop of Iveco. Iveco is an international commercial vehicle manufacturer which makes light, medium heavy and heavy commercial vehicles.

After-treatment system of exhaust gases SCR (Selective Catalytic Reduction) is a developed system to restrict exhaust discharges. It is possible to lower the exhaust discharges of diesel engines with the help of the SCR system so that European emission regulations will be met. The SCR system consists of catalyzers, particulate filter and spraying system of the AdBlue solution. AdBlue is a trade name to a high-quality urea solution.

The European emission standards to the diesel engines of the heavy equipment are Euro I ...VI. The purpose of European emission standards is to set the limit values for certain discharge types. The higher the value of the emission regulation of the vehicle is the lower is the amount of emissions of the motor of the vehicle. In the European emission regulations carbon monoxide- (CO), hydrocarbon- (HC), nitrogen oxide- (NO_x) and fine particle-emissions (PM) are restricted.

The testing of the SCR system of the test vehicle was performed in the repair workshop premises of Turun Autotyö Oy. The functionality of the SCR system was tested by performing a UDST test and the pressure test to the system. The results of tests were faultless and it was possible to state that the SCR system of the test vehicle is perfectly functional and that the exhaust discharges of the vehicle are in accordance with the Euro VI class.

KEYWORDS:

SCR-system, Iveco, Euro VI, AdBlue, UDST test, Pressure test

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	1
2 TURUN AUTOTYÖ OY	3
3 DIESEL MOOTTOREIDEN PÄÄSTÖNORMIT	4
4 ADBLUE	5
4.1 AdBluen valmistus	5
4.2 AdBluen valinta	5
4.3 AdBluen kulutus	6
4.4 AdBluen varastointi	6
5 IVECO STRALIS EURO VI SCR-JÄRJESTELMÄ	8
5.1 Dieselhapetuskatalysaattori (DOC)	9
5.2 Hiukkassuodatin (DPF)	9
5.3 Pelkistyskatalysaattori SCR ja puhdistuskatalysaattori CUC	10
5.4 Denoxtronic 2.2	10
5.4.1 Pumppumoduuli	11
5.4.2 AdBlue-annostelumoduuli	12
5.4.3 Ruiskituksenohjausyksikkö (DCU)	12
5.5 AdBlue-säiliö	12
6 IVECO STRALIS 440S46 EURO VI: SCR-JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA DIAGNOSOINTI	14
6.1 UDST-testi	15
6.2 Painetesti	18
7 TULOKSET JA ARVIOINTI	19
7.1 UDST-testi	19
7.2 Painetesti	20
8 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23

KUVAT

Kuva 1. Euro-päästöluokat (Trafi 2017).	4
Kuva 2. SCR-järjestelmän toimintaperiaate (Iveco 2016).	8
Kuva 3. Denoxtronic 2.2 komponentit (Bosch 2014).	11
Kuva 4. Ajoneuvon tiedot.	15
Kuva 5. Moottorinohjausyksikön vikamuisti.	16
Kuva 6. UDST-testin toimintamalli (Iveco 2016).	17
Kuva 7. UDST-testin tulos.	20
Kuva 8. Painetestin tulos.	21

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
AdBlue	Urealiuos
CUC	Clean Up Catalyst
DCU	Dosing Control Unit
Denoxtronic	Pelkistysaineen mittausjärjestelmä
DOC	Diesel Oxidation Catalyst
DPF	Diesel Particulate Filter
SCR	Selective Catalytic Reduction
UDST	Urea Dosing System Test
USB	Universal Serial Bus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja testata uuden rekisteröimättömän Iveco Stralis Euro VI kuorma-auton SCR-järjestelmän toimivuutta. Työn toimeksiantajana on Turun Autotyö Oy. Turun Autotyö Oy on Ivecon virallinen merkkikorjaamo, joka sijaitsee Turun Runosmäessä. Iveco on kansainvälinen hyötyajoneuvovalmistaja, joka valmistaa kevyitä, keskiraskaita ja raskaita hyötyajoneuvoja. Testiajoneuvon SCR-järjestelmän testaus suoritetaan Turun Autotyö Oy:n korjaamotiloissa.

Pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä SCR (Selective Catalytic Reduction) on pakokaasupäästöjen rajoittamiseksi kehitetty järjestelmä. SCR-järjestelmän avulla pystytään alentamaan dieselmootoreiden NO_x-päästöjä, jotta Euro-pakokaasupäästöluokat saavutetaan. SCR-järjestelmä koostuu katalysaattoreista, hiukkassuodattimesta ja AdBlue-liuoksen ruiskutusjärjestelmästä. AdBlue on kauppanimike korkealaatuiselle urealiuokselle. AdBlue-liuos sisältää urealiuosta 32,5 %. AdBlue liuosta valmistetaan DIN 70070 ja ISO 22241 standardien mukaisesti. AdBlue-liuoksen avulla pystytään puhdistamaan pakokaasuissa olevat typenoksidit SCR-katalysaattorissa.

Euroopan päästönormit raskaan kaluston dieselmootoreille ovat Euro I...VI. Euro-päästöluokkien tarkoituksena on asettaa raja-arvot tietyille päästölajeille niin, että mitä korkeampi Euro-luokan arvo ajoneuvolla on, sitä vähäpäästöisempi ajoneuvon moottori on. Euro-luokissa rajoitetaan hiilimonoksidi- (CO), hiilivety- (HC), typenoksidi- (NO_x) ja pienhiukkaspäästöjä (PM). Hiilidioksidipäästöjä (CO₂) ei ole rajoitettu Euro-luokissa.

SCR-järjestelmän toimivuus testataan tekemällä järjestelmälle UDST-testi sekä järjestelmän painetesti. UDST-testi koostuu neljästä eri osasta, joita ovat aloitus, SCR-järjestelmän täyttö AdBlue-liuoksella ja paineen nosto, paineen tasoittaminen ja AdBlue-liuoksen ruiskutus sekä järjestelmän tyhjennys. UDST-testin jälkeen suoritetaan SCR-järjestelmän painetesti. Painetestillä tutkitaan, onko SCR-järjestelmässä sisäisiä vuotoja, eli pumppumoduulin läpi tapahtuvia painevuotoja. UDST- ja painetestien perusteella arvioidaan SCR-järjestelmän toimivuuden lisäksi sitä, ovatko testiajoneuvon pakokaasupäästöt Euro VI-luokan mukaiset.

Opinnäytetyön lähteinä käytetään Ivecon korjaamokäsikirjoja ja koulutusmateriaalia SCR-järjestelmään liittyen. Näiden materiaalien pohjalta voidaan suorittaa UDST-testi ja painetesti, sekä tulkita testien tuloksia. Lisäksi lähteinä käytetään Trafín ja DieselNet:n

sivustoja Euro-pakokaasupäästöluokista, sekä Bosch:n Autoteknillistä taskukirjaa komponenttien toimintaperiaatteiden selvittämiseen.

2 TURUN AUTOTYÖ OY

Turun Autotyö Oy on raskaan ajoneuvokaluston huoltoon, korjauksiin ja myyntiin erikoistunut autoalan yritys Turun Runosmäessä. Turun Autotyö Oy on perustettu vuonna 1981 ja sen omistaa yrityksen toimitusjohtaja Heikki Oja yhdessä Turun raha-apu Oy:n kanssa. Yritys on Ivecon merkkikorjaamo. Ivecon merkkiedustus on alkanut vuonna 1990, jolloin edustettuna oli myös Renault. Renaultin edustus loppui vuonna 1997. Turun Autotyö Oy on tänäkin päivänä Ivecon virallinen valtuutettu huoltokorjaamo. Iveco on kansainvälinen hyötyajoneuvovalmistaja, joka valmistaa kevyitä, keskiraskaita ja raskaita hyötyajoneuvoja. (Turun Autotyö Oy 2017.)

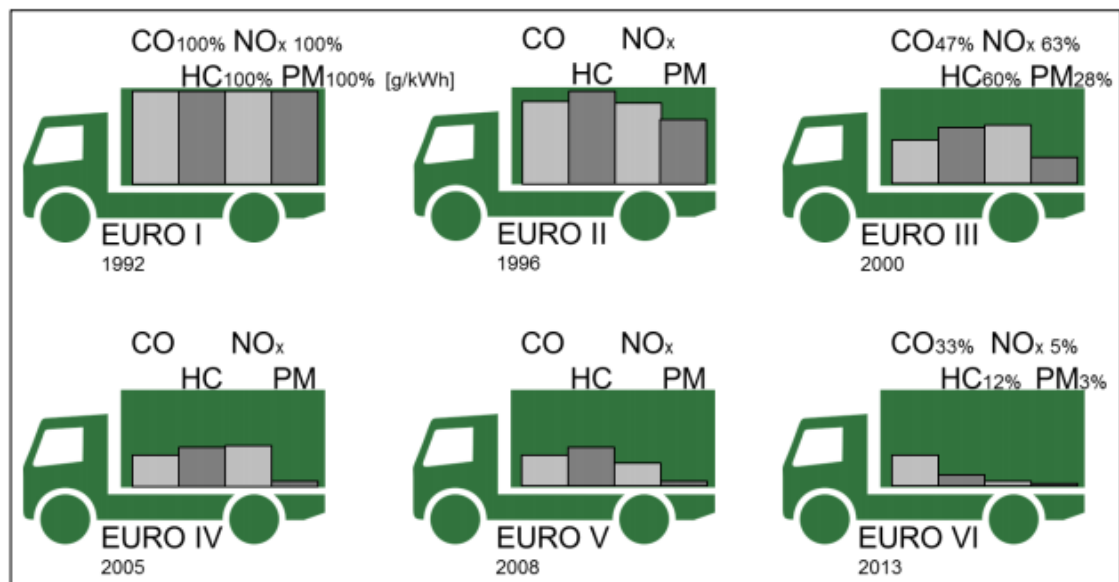
Turun Autotyö Oy kuuluu myös Bosch commercial vehicle -moduulikorjaamokonseptiin. Tämän konseptin tarkoituksena on laajentaa nykyisiä Bosch-jälkimarkkinakonsepteja raskaan kaluston korjaamosektorille. Konsepti tarjoaa Turun Autotyö Oy:lle mahdollisuuden toimia myös laadukkaana monimerkkikorjaamona. Monimerkkikorjaamona toimimiseen konsepti tarjoaa yritykselle varaosapalvelut, monimerkkitestauslaitteet ja hyötyajoneuvoihin kohdennetut koulutukset Suomessa. Turun Autotyö Oy toimii myös paketti- ja matkailuautojen laadukkaana huoltokorjaamona. Vuonna 2015 Turun Autotyö Oy:sta tuli myös virallinen VDL-linja-autojen huoltokorjaamo. Lisäksi Turun Autotyö Oy toimittaa myös italialaisen Hydrocar:n moottori- ja vaihteistoulosottoja sekä varaosia. (Turun Autotyö Oy 2017.)

3 DIESEL MOOTTOREIDEN PÄÄSTÖNORMIT

Euroopan päästönormit raskaan kaluston dieselmootoreille ovat Euro I...VI. Päästönormit koskevat kaikkia moottoriajoneuvoja joiden teknisesti sallittu maksimi kokonaispaino on yli 3500 kilogrammaa ja jotka ovat varustettu dieselmootorilla tai maakaasumootorilla tai nestekaasumootorilla. (DieselNet 2016.)

Euro-päästöluokkien tarkoituksena on asettaa raja-arvot tietyille päästölajeille niin, että mitä korkeampi Euro-luokan arvo ajoneuvolla on, sitä vähäpäästöisempi ajoneuvon moottori on (Trafi 2017). Euro-luokissa rajoitetaan hiilimonoksidi- (CO), hiilivety- (HC), typenoksidi- (NO_x) ja pienhiukkaspäästöjä (PM). Hiilidioksidipäästöjä (CO₂) ei ole rajoitettu Euro-luokissa. (DieselNet 2016.) Havainnollistus eri Euro-luokkien päästörajoista suhteessa Euro I -luokkaan on esitetty kuvassa 1.

Euro VI luokassa hiilimonoksidipäästöt (CO) ovat kolmanneksen ja hiilivety- (HC) enää noin kymmenes Euro I -luokan tasosta. Typenoksidi- (NO_x) ja pienhiukkaspäästöt (PM) ovat Euro VI luokassa noin 5 % Euro I luokan vastaavista päästöistä. Ajoneuvon Euro-päästöluokan avulla voidaan myös arvioida ajoneuvon ikää. (Trafi 2017.)



Kuva 1. Euro-päästöluokat (Trafi 2017).

4 ADBLUE

AdBlue on kaupanimeke korkealaatuiselle urealiuokselle. AdBlue on liuos, joka sisältää urealiuosta ja ionivaihdettua vettä. AdBlue-liuoksesta urealiuoksen osuus on 32,5 %. AdBlue on korkeasti luokiteltu liuos, jota valmistetaan DIN 70070 ja ISO 22241 standardien mukaisesti. AdBlue jäätyy -11 °C lämpötilassa. AdBlue on kirkasta, myrkytöntä nestettä, jota on turvallista käsitellä ja se ei ole ympäristölle vaarallista. (Findadblue 2017.)

4.1 AdBluen valmistus

AdBlue-liuosta tuotetaan erittäin puhtaasta urealiuoksesta. Ureaa syntyy ammoniakkin ja hiilidioksidin synteesisistä. (Yara 2017a.) Tästä valmistusprosessista saatua urealiuosta laimennetaan erikoiskäsitellyllä demineralisoidulla vedellä, jolloin saadaan aikaan AdBlue-liuos. Tätä erittäin puhdasta ja tietyn laatuista vettä käyttämällä estetään liuoksen saastuminen valmistuksen aikana. Jos AdBlue-liuoksen valmistuksessa käytettävä vesi ei ole määräysten mukaista, voi seurauksena olla katalysaattorin sekä ajoneuvon moottorin vaurioituminen. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää käyttää niitä AdBlue-tuotteiden valmistajia, jotka todistetusti käyttävät DIN 70070 ja ISO 22241 -standardien vaatimia valmistusmenetelmiä. (Yara 2017b.)

Teknisesti tuotettua ureaa käytetään yleisesti monissa arkipäivän tuotteissa, kuten shampoissa, kosmetiikassa ja liimoissa sekä lannoitteissa. AdBlue-liuoksessa käytettävä urea on erilaatuista kuin esimerkiksi lannoitteissa käytetty urea. (Yara 2017a.)

4.2 AdBluen valinta

Valittaessa käytettävää AdBlue-liuosta on käytettävä vain sellaisia tuotteita, joiden nimessä esiintyy sana AdBlue ja jotka on valmistettu ISO 22241 – standardin mukaisesti. AdBlue-liuosta käyttävät SCR-järjestelmät ovat erittäin herkkiä kemiallisille epäpuhtauksille, jotka voivat saastuttaa urealiuoksen. Pienetkin epäpuhtaudet SCR-järjestelmässä voivat heikentää SCR-katalysaattorin tehoa huomattavasti. Käyttämällä laadukkaita tuotteita vältetään yleensä suurilta kustannuksilta, jotka koostuvat katalysaattorin uusimi-

sesta ajoneuvoon. Jos ajoneuvossa on käytetty huonolaatuista AdBlue-liuosta tai muunneltua nestettä, useimmat moottorivalmistajat eivät hyväksy takuukorjausvaatimuksia. (Yara 2017c.)

4.3 AdBluen kulutus

Hyötyajoneuvojen keskimääräinen AdBlue-kulutus vaihtelee ajoneuvon tyyppin (kuorma-auto, pitkän matkan linja-auto, paikallisbussi, pakettiauto, jäteauto) ja käyttöasteen mukaan. Ajo-olosuhteet vaikuttavat ajoneuvon moottorin kuormitukseen ja täten myös tarvittavaan AdBlue-määrään. Yleisesti voidaan olettaa, että AdBluen kulutus on noin 4-6 % dieselpolttoaineen kulutuksesta. (Yara 2017d.) Saatavilla on myös AdBlue-kulutuslaskureita markkinoilla olevilta AdBluen myyjiltä.

AdBlue-säiliön tyhjentyessä alle 10 % säiliön tilavuudesta, Ivecon HI-eSCR-järjestelmä ilmoittaa kuljettajalle mittaristossa hitaasti vilkkuvalla merkkivalolla AdBlue-taso olevan alhainen. AdBlue-tason laskettua säiliössä alle 5 %, merkkivalon vilkkuminen muuttuu nopeaksi ja tällöin HI-eSCR-järjestelmä pienentää moottorin vääntömomenttia 25 %. Säiliön ollessa tyhjä AdBlue-nesteestä merkkivalo palaa koko ajan ja ajoneuvon maksiminopeus on rajoitettu arvoon 20 km/h. Alhaisen AdBlue-tason merkkivalon syttyessä voidaan ajoneuvolla kulkea noin 200 km ennen, kuin vääntömomentin alennus tapahtuu. (Iveco 2016.)

4.4 AdBluen varastointi

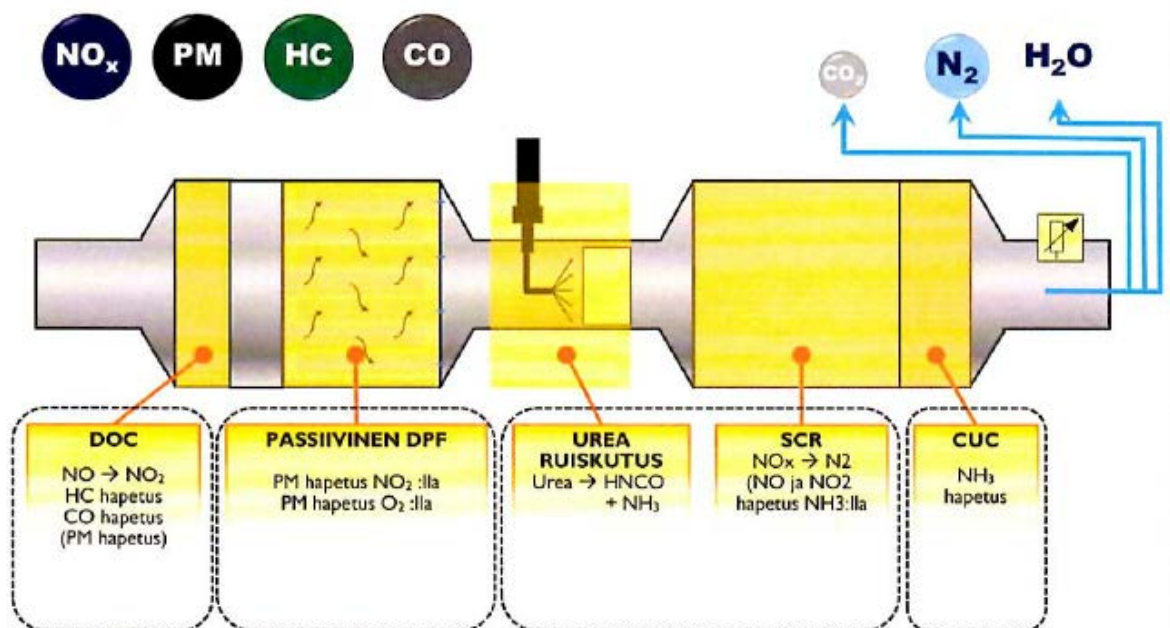
AdBlue-liuosta varastoidessa varastointilämpötilan tulee olla -10 °C :n ja $+30\text{ °C}$:n välillä. Liian alhainen varastointilämpötila aiheuttaa liuksen kiteytymisen ja pidempiaikainen varastointi yli $+30\text{ °C}$:n lämpötilassa aiheuttaa hydrolyysia. Hydrolyysillä tarkoitetaan kemiallista reaktiota, jossa yhdiste hajoaa vettä lisättäessä takaisin lähtöaineikseen. Hydrolyysin seurauksena muodostuu ammoniakkia, ja täten paine kasvaa varastointiastias-
assa, jolloin on vaarana varastointiastian rikkoutuminen. (Iveco Product Academy 2006.)

AdBlue-liuos täytyy olla suojattuna suoralta auringonvalolta, jolloin ehkäistään mahdollisten levien kasvu varastointiastiaan. Säilytysastia täytyy pitää huolellisesti suljettuna, jotta AdBlue-liuos ei pääse likaantumaan ja edelleen tankattuna ajoneuvoon saastutta-

maan kyseisen ajoneuvon SCR-järjestelmää. Erityisesti on huolehdittava siitä, ettei Ad-Blue-liuos pääse kosketuksiin voimakkaasti ruostuvien aineiden, happojen, emäksien, nitraattien, nitriittien ja natrium-/kalsiumhypokloriittien kanssa. (Iveco Product Academy 2006.)

5 IVECO STRALIS EURO VI SCR-JÄRJESTELMÄ

Pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmä SCR (Selective Catalytic Reduction) on pakokaasupäästöjen rajoittamiseksi kehitetty järjestelmä (Kuva 2). SCR-järjestelmän avulla pystytään alentamaan dieselmootoreiden pakokaasupäästöjä, jotta pakokaasupäästöluokat saavutetaan. Ensimmäinen osa SCR-järjestelmästä sisältää DOC (Diesel Oxidation Catalyst) hapetuskatalysaattorin, DPF (Diesel Particulate Filter) hiukkassuodattimen, joka käsittelee palamattomat hiilivedyt (HC), hiilimonoksidit (CO) ja hiukkaset, SCR (Selective Catalytic Reduction) pelkistyskatalysaattorin ja CUC (Clean Up Catalyst) puhdistuskatalysaattorin. Toinen osa sisältää DeNox 2.2 moduulin, joka on AdBlueta annosteleva ruiskutuslaitteisto. DeNox 2.2 moduulilla käsitellään typpioksidit (NO_x). (Iveco 2016.)



Kuva 2. SCR-järjestelmän toimintaperiaate (Iveco 2016).

5.1 Dieselhapetuskatalysaattori (DOC)

Pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmässä pakokaasut joutuvat ensimmäiseksi DOC-hapetuskatalysaattoriin, jossa hiilivedyt (HC) ja hiilimonoksidit (CO) muuttuvat hapettumalla hiilidioksidiksi (CO₂) ja vedeksi (H₂O). Typpioksidi (NO) hapetetaan typpidioksidiksi (NO₂), koska se on tärkeässä roolissa hiukkassuodattimen puhdistuksessa. Näiden lisäksi hapetuskatalysaattori hapettaa polttoaineesta ja moottoriöljystä peräisin olevia hiukkasia. Suuri hiilimonoksidin ja kaasumaisten hiilivetyjen hapetustehokkuus saadaan käyttämällä hapetuskatalysaattorissa platinaa ja palladiumia. (Iveco 2016.) Hapetuskatalysaattori sijoitetaan mahdollisimman lähelle moottoria, jotta toimintalämpötila saavutettaisiin nopeasti. (Bosch 2003, 596.)

5.2 Hiukkassuodatin (DPF)

Seuraavaksi pakokaasut ohjataan hiukkassuodattimen läpi, jossa pakokaasun hiilipitoiset hiukkaset erotellaan pakokaasusta. Hiilipitoisilla hiukkasilla tarkoitetaan nokea, joka sisältää jäämiä moottoriöljystä sekä polttoaineesta. Hiukkassuodattimessa hiukkaset poltetaan korkeassa lämpötilassa noesta tuhkaksi. Hiukkassuodattimen tehokkuuden ylläpitämiseksi suodatin on määräjain regeneroitava eli puhdistettava tuhkasta. Tukkeutumisasetta hiukkassuodattimessa valvotaan paine-eroanturilla, joka mittaa tulevan ja lähtevän pakokaasun paine-eron hiukkassuodattimelta. (Iveco 2016.)

Hiukkassuodattimen puhdistuksessa hyödynnetään pakokaasuläppää, joka kuristaa pakokaasujen poisvirtausta moottorin turbon turbiinilta. Tällöin pakokaasut saapuvat korkeammassa lämpötilassa suodattimeen ja hiukkaset palavat, jolloin suodatin puhdistuu. Hiukkassuodattimen passiivinen regenerointi käynnistyy hapetuskatalysaattorin tuottaman typpidioksidin (NO₂) ansiosta, kun hiukkassuodatin on saavuttanut noin 300 °C lämpötilan. Aktiivinen regenerointi suoritetaan määräaikaishuollon yhteydessä, jos hiukkassuodattimen tukkeutumisaste on noussut liian korkeaksi. (Iveco 2016.)

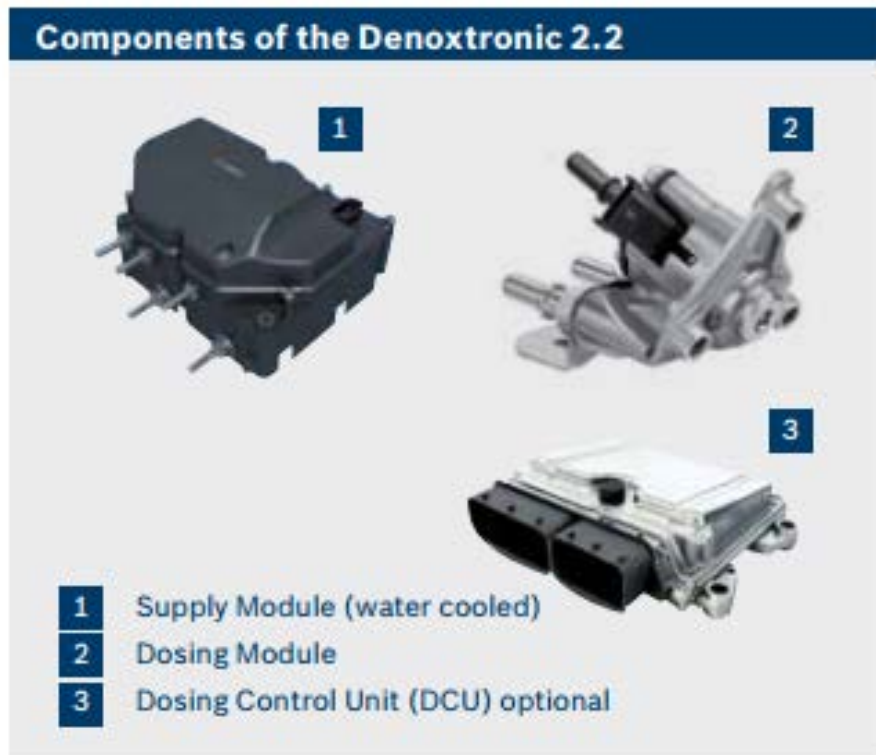
5.3 Pelkistyskatalysaattori SCR ja puhdistuskatalysaattori CUC

Seuraavaksi pakokaasut päätyvät pelkistyskatalysaattoriin, jossa tapahtuu pakokaasuissa olevien typenoksidien (NO_x) selektiivinen katalyyttinen pelkistäminen. NO_x :n selektiivinen katalyyttinen pelkistys tuotetaan ruiskuttamalla pelkistävää ainetta pakokaasuvirtaukseen ennen katalysaattoria. Selektiivinen tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että pelkistimen hapettuminen tapahtuu etupäässä typenoksidien sisältämän hapen kanssa. Pelkistävänä aineena käytetään AdBlue-ureavesiliuosta. Pakokaasujen kuuman lämpötilan vuoksi AdBlue-liuos haihtuu välittömästi ja hydrolysoituu ammoniakiksi (2NH_3) ja hiilidioksidiksi (CO_2). Samalla haihtuminen jäähdyttää pakokaasuja lähelle ihanteellista lämpötilaa ennen niiden saapumista pelkistyskatalysaattoriin. Hydrolyysillä tarkoitetaan kemiallista reaktiota, jossa yhdiste hajoaa vettä lisättäessä takaisin lähtöaineikseen. (Iveco 2016.)

Ammoniakkia saadaan AdBlue-liuoksesta hydrolyysillä yli $200\text{ }^\circ\text{C}$ lämpötilassa. Ammoniakkia sisältävät pakokaasut kulkeutuvat seuraavaksi SCR-katalysaattoriin. SCR-katalysaattorissa pakokaasuissa olevat typen oksidit, ammoniakki ja happi reagoivat keskenään ja muuttuvat typeksi (N_2) ja vesihöyryksi (H_2O). Pelkistysreaktion tuloksena voi kuitenkin olla ammoniakin (NH_3) ylimäärää, mikä aiheuttaa ammoniakkipäästöjä. Puhdistuskatalysaattori (CUC) on hapetuskatalysaattorinauha, joka on integroitu SCR-katalysaattorin poistopuolelle ja se rajoittaa ammoniakkipäästöjä ja neutraloi ylimääräisen ammoniakin (NH_3). (Iveco 2016.)

5.4 Denoxtronic 2.2

Denoxtronic 2.2 on Bosch:n suunnittelema AdBlue-liuoksen ruiskutusta ohjaava pakokaasujen jälkikäsittelyyn liittyvä osa. Denoxtronic 2.2 koostuu pumppumoduulista, anostelumoduulista ja ruiskutuksenohjausyksiköstä (Kuva 3). Denoxtronic 2.2 moduulilla yhdessä SCR-katalysaattorin kanssa pystytään vähentämään pakokaasun typpioksidimäärää. (Bosch 2017.)



Kuva 3. Denoxtronic 2.2 komponentit (Bosch 2014).

5.4.1 Pumppumoduuli

Pumppumoduulin tehtävänä SCR-järjestelmässä on imeä AdBlue-liuosta säiliöstä ja siirtää sen annostelumuoduliin. AdBlue-liuoksen paineistuksen pumppumoduulissa suorittaa kalvopumppu. Kalvopumppu paineistaa AdBlue-liuoksen noin 9 bar paineeseen. Pumppumoduulissa on paineanturi ja lämpötila-anturi, joilla mitataan AdBlue-liuoksen painetta ja lämpötilaa järjestelmässä. Pumpun ja annostelumuodulin vaurioiden välttämiseksi pumppumoduuli sisältää sisäisen suodattimen, joka puhdistaa AdBlue-liuoksessa olevia epäpuhtauksia. Järjestelmän suodatin on uusittava aina määräaikaishuollon yhteydessä. Pumppumoduuli on yhteydessä moottorin jäähdytysjärjestelmään, joka estää kylmissä olosuhteissa AdBlue-liuoksen jäätyksen. (Iveco 2016.)

5.4.2 AdBlue-annostelumoduuli

AdBlue-annostelumoduuli sijaitsee pakoputkessa ennen pelkistyskatalysaattoria. Moottorin ohjausyksikkö ohjaa annostelumoduulia ja AdBlue-liuoksen ruiskutusmäärää. AdBlue-liuoksen ruiskutusaine on 9 bar. Pienin mahdollinen ruiskutusmäärä annostelumoduulilla on 36 g/h ja suurin 7200 g/h. Annostelumoduuli on yhdistetty ajoneuvon jäähdytysjärjestelmään, koska se altistuu jatkuvasti korkeille lämpötiloille. Annostelumoduuli lämmitetään tai jäähdytetään riippuen vallitsevasta olosuhteesta. (Iveco 2016.)

5.4.3 Ruiskutuksenohjausyksikkö (DCU)

Ruiskutuksenohjausyksikkö on ohjausyksikkö, joka ohjaa ja valvoo pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmän toimintaa. Denoxtronic 2.2-järjestelmässä ruiskutuksenohjausyksikkö on integroitu ajoneuvon moottorinohjausyksikköön. Vanhemmissa pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmissä ruiskutuksenohjausyksikkö on erillinen ohjausyksikkö. Vanhemmissa järjestelmissä ohjausyksikkö on sijoitettu pumppumoduulin yhteyteen. Ruiskutuksenohjausyksikkö laskee ajoneuvon moottorin käydessä ruiskutettavan AdBlue-määrän reaaliaikaisesti. Ruiskutettavan AdBlue-liuoksen määrän ohjausyksikkö laskee monien järjestelmässä olevien anturitietojen perusteella. (Iveco 2016.)

NH₃-anturi seuraa ammoniakkin määrä pakokaasuissa puhdistuskatalysaattorin jälkeen. NO_x-antureita on kaksi, joista toinen mittaa typpioksidin määrää ennen katalysaattoreita ja toinen typpioksidien määrää katalysaattoreiden jälkeen. Pakokaasujen lämpötila-anturit mittaavat pakokaasujen lämpötilaa ennen katalysaattoreita ja niiden jälkeen. Kosteusanturi lähettää ohjausyksikölle tietoa imuilman suhteellisesta kosteudesta. Ohjausyksikkö tarvitsee kaikki kyseiset tiedot, jotta ruiskutettavan AdBluen määrä olisi optimaalinen. (Iveco 2016.)

5.5 AdBlue-säiliö

AdBlue-liuos varastoidaan erilliseen säiliöön, joka sijaitsee tyypillisesti ajoneuvon polttoainetankin ja eturenkaan välissä. Säiliö on siis täysin erillään ajoneuvon polttoainesäiliöstä. Säiliön sisällä kiertää metalliputkesta valmistettu lämmityskierukka, jonka sisällä

kierrätetään ajoneuvon jäädytysnestettä lämmittämässä AdBlue-liuosta jäätymisen estämiseksi. Säiliössä oleva lämpötilatunnistin mittaa AdBluen lämpötilaa -44°C ja $+85^{\circ}\text{C}$ välillä. Kun säiliössä olevan AdBluen määrä laskee alle 10 %:iin säiliön kokonaistilavuudesta, syttyy ohjaamon mittaristoon varoitusvalo varoittamaan kuljettajaa vähäisestä AdBlue-tasosta. AdBluen määrää säiliössä mitataan koholla. (Iveco 2016.)

Säiliötä ei saisi koskaan tankata liian täyteen, koska silloin järjestelmän huuhtelu saattaa estyä. Pumppumoduuli suorittaa järjestelmän huuhtelun aina kun ajoneuvon moottori on sammutettu. Jos säiliö on liian täynnä, ei pumppumoduuli saa korvausilmaa, eikä putkistossa oleva neste pääse palaamaan säiliöön. Huuhtelun estyessä järjestelmä siirtyy viikatilaan ja viat täytyy kuitata vianmäärityslaitteella. AdBlue-säiliön korkki on sininen, jotta se erottuisi helpommin ajoneuvon polttoainesäiliöstä. Säiliössä on suodatin tankkausputkessa, joka estää epäpuhtauksien pääsemisen järjestelmään. Täyttäessä säiliötä on noudatettava ehdotonta tarkkuutta siitä, ettei säiliöön pääse roskia tai muita epäpuhtauksia. Iveco tarjoaa Stralis hyötyajoneuvoihin monia eri tilavuuksisia AdBlue-säiliöitä 30 litraisesta 145 litraiseen säiliöön riippuen ajoneuvon käyttötarkoituksesta. (Iveco 2016.)

6 IVECO STRALIS 440S46 EURO VI: SCR-JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA DIAGNOSOINTI

Työn tarkoituksena oli testata uuden rekisteröimätön myynnissä olevan Iveco Stralis Euro VI -kuorma-auton SCR-järjestelmän toimivuutta. SCR-järjestelmän toimivuus testattiin tekemällä järjestelmälle UDST (Urea Dosing System Test) -testi sekä järjestelmän painetestit. Ennen järjestelmän testausta tehtiin vikamuistien luku ja tyhjennys moottorinohjausyksikölle. SCR-järjestelmän testaus suoritettiin Turun Autotyö Oy:n korjaamotiloissa. Testattava ajoneuvo siirrettiin korjaamotiloihin, jonka jälkeen ajoneuvo valmisteltiin testausta varten. Testauksen valmisteluihin kuuluivat ajoneuvon akkujen kytkeminen verkkovirtaan 24 voltin akkulaturilla, Ivecon vianmäärityslaitteen kytkeminen OBD-pistokkeeseen, ajoneuvon AdBlue-säiliössä olevan AdBlue-nesteen määrän tarkistus sekä vikamuistien luku ja tyhjennys.

SCR-järjestelmän testauksessa ajoneuvon moottoria ei joutokäytetä, jolloin ajoneuvon oma generaattori ei tuota sähköä. Ajoneuvon sähköjärjestelmän oikein toimivuuden kannalta jännitteen täytyy pysyä noin 24 voltissa testauksen aikana. Myös ajoneuvoon liitettävä vianmäärityslaitte ottaa käyttönsä auton omista akuista testipistokkeen kautta. Tämä voi laskea akkujen jännitettä ja täten vaikuttaa vianmäärityslaitteen tiedonsiirtoon. (Iveco 2016.)

Ajoneuvon AdBlue-säiliössä pitää olla testauksen aikana AdBlue-liuosta vähintään 10 % tankin tilavuudesta. Jos AdBlue-liuoksen määrä säiliössä on tätä alhaisempi, liuosta on lisättävä vähittäismäärään. AdBlue-liuoksen määrä tarkistetaan ajoneuvon mittaristosta tai vianmäärityslaitteella moottorinohjausyksikön luettavista parametreista. (Iveco 2016.)

Vianmäärityslaitte kytketään ajoneuvon OBD-pistokkeeseen, joka sijaitsee kyseisessä testiajoneuvossa apukuljettajan jalkatilassa. Tiedonsiirto vianmäärityslaitteen ja tietokoneen välillä testauksen aikana suoritettiin bluetooth-yhteydellä. Jos työssä olisi suoritettu muuta kuin testausta, kuten ohjelmointia, olisi vianmäärityslaitteen tiedonsiirto toteutettu USB-johdolla, ettei tiedonsiirrossa tapahtuisi virheitä. (Iveco 2016.)

6.1 UDST-testi

UDST-testi aloitettiin tunnistamalla ajoneuvo vianmäärityslaitteella ja tallentamalla ajoneuvon tiedot korjaamon tietokantaan (Kuva 4). Rekisteröinnin jälkeen, kun ajoneuvo saa rekisterinumeron, voidaan myöhemmin täyttää rekisteritunnus ajoneuvotietoihin, jotta ajoneuvon saapuessa korjaamolle ajoneuvon tunnistaminen olisi nopeampaa ja helpompaa.

The screenshot displays the 'VEHICLE DATA' form within the E.A.S.Y. diagnostic software. The form is titled 'VEHICLE DATA' and is part of the 'Electronic Control Units' interface for 'IVECO>Stralis>Euro VI>New Stralis'. The form contains the following fields and values:

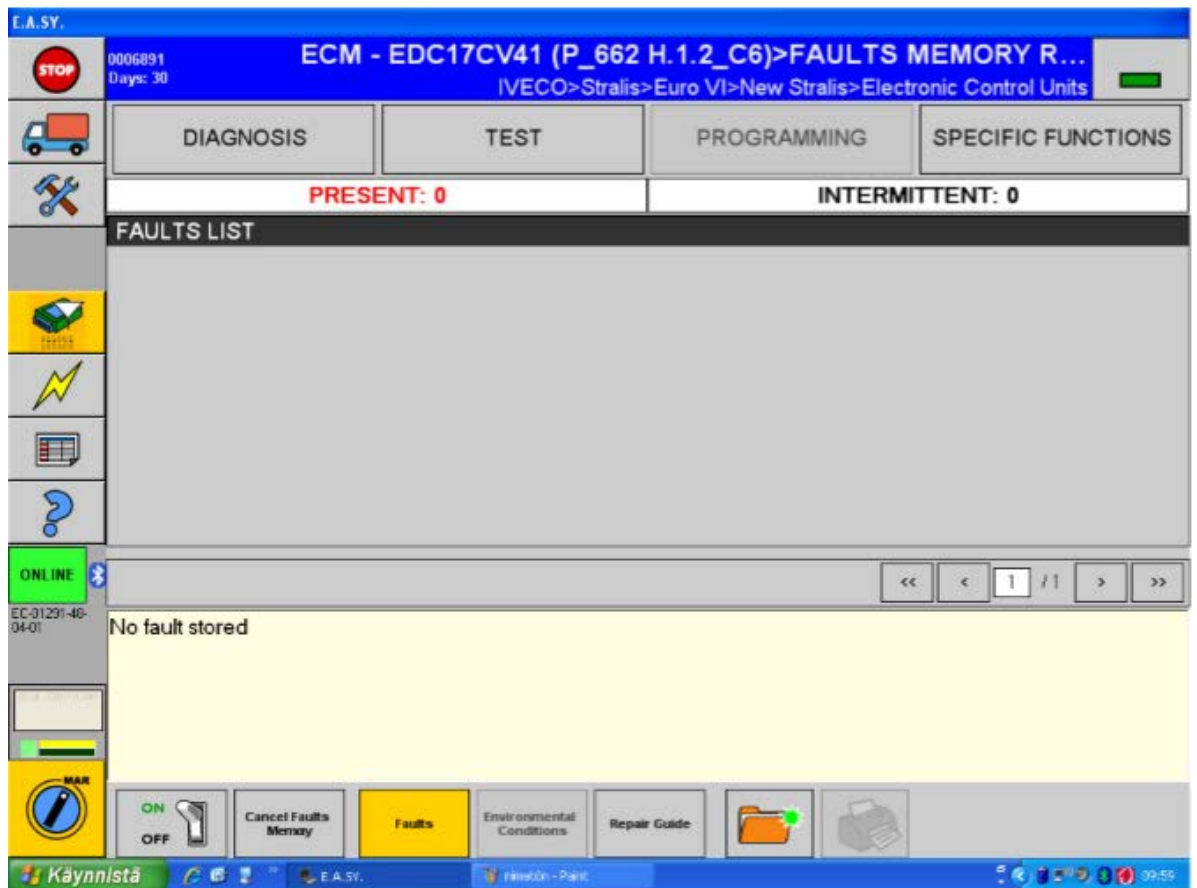
VIN:	WJMM62AT00C355749
CUSTOMER:	
NUMBER PLATE:	
PIC:	
MODEL:	
ENGINE TYPE:	
ENGINE SERIAL NO:	
KM:	699
DATE:	04/04/2017 09:53:32

At the bottom of the form, there are two buttons: 'SAVE AND EXIT' and 'AUTOMATIC DATA INPUT'. A checkbox labeled 'ON-LINE VEHICLE INFO' is also present. The interface includes a sidebar with various icons and a status bar at the bottom showing 'Käynnistä' and 'E.A.S.Y.'.

Kuva 4. Ajoneuvon tiedot.

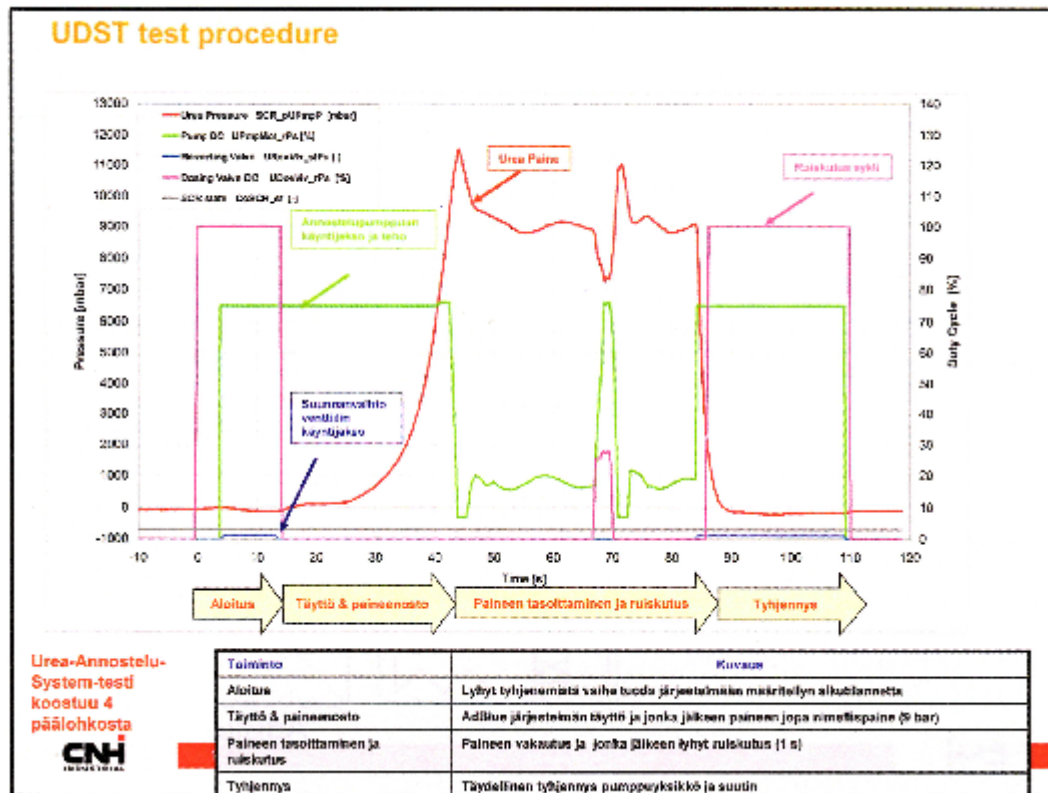
Kun ajoneuvon tiedot oli tallennettu tietokantaan, luettiin vianmäärityslaitteella moottorinohjausyksikön vikamuistit. Moottorinohjausyksikössä ei ollut merkintöjä vioista tai aktiivisia vikoja (Kuva 5). Korjausohjeen mukaisesti, jos moottorinohjausyksiköllä olisi ollut

vikamuistissa aktiivisia ja tilapäisesti päällä olleita vikoja, olisi ajoneuvo korjattava ja vikamuisti tyhjennettävä ennen testien aloittamista (Iveco 2016).



Kuva 5. Moottorinohjausyksikön vikamuisti.

Vikamuistien lukemisen jälkeen suoritettiin korjaamokäsikirjan ohjeiden mukaisesti UDST-testi, jonka tulokset on esitetty graafisesti tulosten arviointi-osiossa. UDST-testi koostuu neljästä eri osasta, joita ovat aloitus, SCR-järjestelmän täyttö ja paineen nosto, paineen tasoittaminen ja ruiskutus sekä järjestelmän tyhjennys (Kuva 6).



Kuva 6. UDST-testin toimintamalli (Iveco 2016).

Aloituis -osassa moottorinohjausyksikkö tarkistaa ruiskutusohjausyksikön vikamuistit ja tarvittaessa tyhjentää ne. Testin seuraavassa osassa suoritetaan järjestelmän täyttö ja paineen nosto. Järjestelmän täytöllä tarkoitetaan sitä, että järjestelmä täytetään AdBlue-liuoksella. Täytön jälkeen järjestelmän paine nostetaan testissä noin 9 bar:iin.

Kun paine on nostettu testissä vaadittavaan arvoon alkaa paineen tasoittaminen. Paineen tasoitus -vaiheessa seurataan, ettei järjestelmässä oleva paine laske, kun pumppu moduuli sammutetaan. Paineen tasoituksen jälkeen suoritetaan AdBlue-liuoksen ruiskutus. Ruiskutuksen suorittaa ruiskutuslaitteisto. Testin viimeisessä osassa suoritetaan järjestelmän tyhjennys. Järjestelmän tyhjennyksellä tarkoitetaan sitä, että kaikki järjestelmässä oleva AdBlue-liuos siirretään takaisin AdBlue-säiliöön. Tyhjennys on erittäin tärkeää, koska AdBlue-liuos jäätyy – 11 °C lämpötilassa, joten jos putkistoihin jää ainetta, voivat ne vaurioitua alhaisissa lämpötiloissa. (Iveco 2016.)

6.2 Painetesti

UDST-testin jälkeen suoritettiin järjestelmän painetesti. Painetestissä SCR-järjestelmässä oleva AdBlue-liuos paineistetaan pumppumoduulilla nopeasti 9 bar:iin paineeseen ja tämän jälkeen paineen tuotanto lopetetaan. Painetesti kestää noin 240 sekuntia. Testillä tutkitaan, onko järjestelmässä sisäisiä vuotoja. Sisäisillä vuodoilla tarkoitetaan pumppumoduulin läpi tapahtuvia painevuotoja. Pumppumoduulin sisäisen painevuodon ilmetessä on koko pumppumoduuli uusittava. (Iveco 2016.)

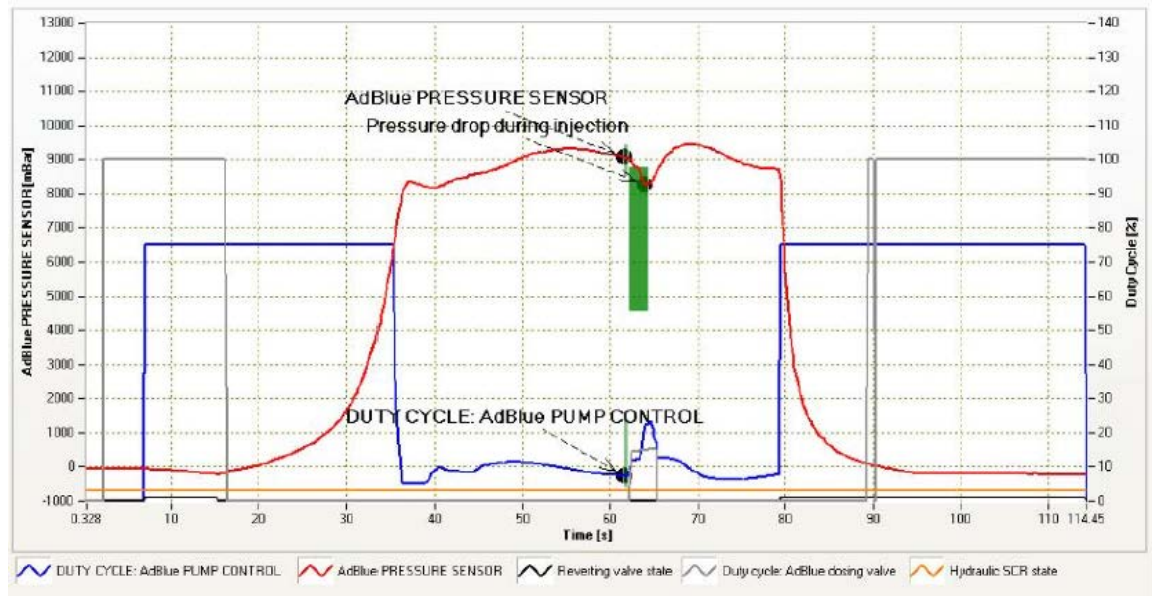
7 TULOKSET JA ARVIOINTI

UDST- ja painetestissä vianmäärityslaite piirsi molemmista testeistä kuvaajat. Testien jälkeen vianmäärityslaite antoi raportin testien onnistuvuudesta. Vianmäärityslaite antaa mahdollisista epäonnistuneista testeistä vikatiedot ja niihin liittyvät korjauskohteet ja -ohjeet. Korjaamokäsikirjassa on myös esitetty mallikuvaajat onnistuneista testeistä. Lisäksi korjaamokäsikirjassa on esitetty erilaisia vikatapauksia kuvaajina, sekä luetteloitu mahdollisia vianaiheuttajia.

Testiajoneuvona toimineen Iveco Stralis 440S46 Euro VI:n SCR-järjestelmä toimi UDST-testin ja painetestin perusteella täydellisesti ja virheettömästi. Suoritettujen testien graafiset kuvaajat olivat vianmäärityslaitteen mukaan hyväksytyjä, eikä vianmäärityslaite antanut testien jälkeen korjausehdotuksia järjestelmään. Lisäksi järjestelmän vikamuistiin ei testien jälkeen ollut tallentunut vikoja.

7.1 UDST-testi

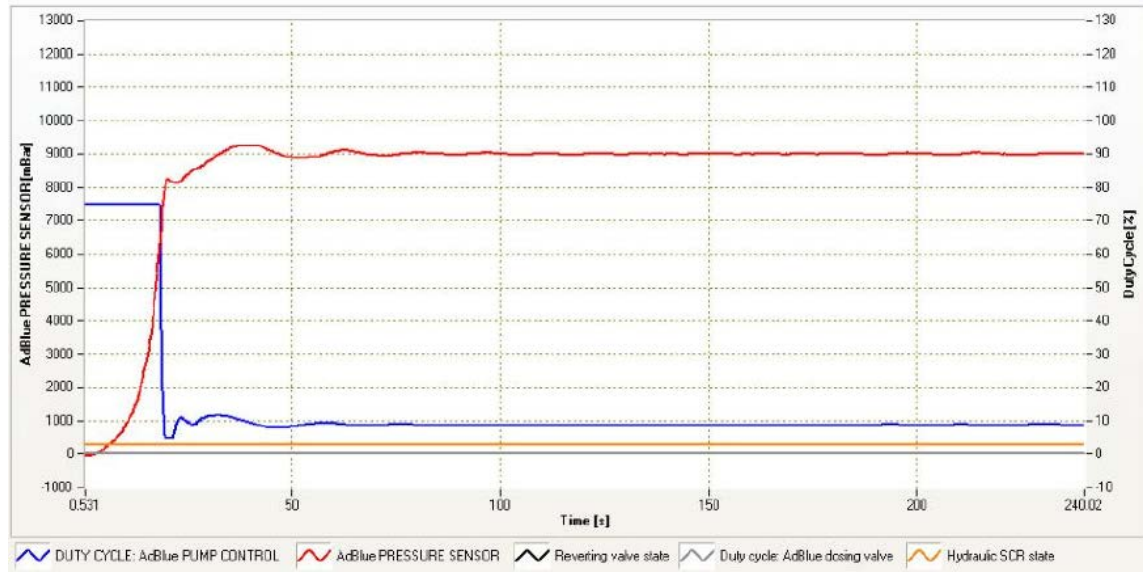
UDST-testin graafisesta kuvaajasta pystytään nopeasti huomaamaan, että testiajoneuvon SCR-järjestelmässä oleva AdBlue-liuoksen paine on pysynyt ennen ruiskutusta ja ruiskutuksen jälkeen kehysarvoissa (Kuva 7). Testin kuvaajasta huomataan myös, että AdBlue-pumppumoduulin kuormittavuusaste ruiskutuksen aikana on pysynyt vianmäärityslaitteen antamien raja-arvojen sisällä. UDST-testin jälkeen vianmäärityslaite antoi testistä hyväksytyyn tuloksen ja korjausta vaativia kohteita ei testissä löytynyt. Täten voitiin todeta, että testiajoneuvon pakokaasupäästöt ovat Euro VI -luokituksen mukaiset.



Kuva 7. UDST-testin tulos.

7.2 Painetesti

Testiajoneuvon järjestelmässä ei ollut havaittavissa sisäisiä vuotoja ja kuten kuvaajasta nähdään, paine pysyi vaatimusten mukaisesti noin 9 bar: n tasolla koko testin ajan (Kuva 8). Korjaamalla on ollut tapauksia, joissa ajoneuvon vikamuistiin on tallentunut vika, joka on ilmoittanut paineen alenemisesta SCR-järjestelmässä. Ajoneuvoa tutkittaessa korjaamalla ei olla havaittu ulkoisia vuotoja, mutta painetestin avulla on voitu todeta esimerkiksi AdBlue-pumppumoduulin sisäisiä vuotoja. Pumppumoduulin sisäisen vuodon ilmetessä on koko pumppumoduuli uusittava. Viiallisen komponentin uusinnan jälkeen suoritetaan painetestit uudelleen, jotta saadaan varmuus järjestelmän toimivuudesta.



Kuva 8. Painetestin tulos.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Turun Autotyö Oy. Turun Autotyö Oy on Turun alueen virallinen Iveco-merkkikorjaamo. Työn tarkoituksena oli tutustua Iveco Stralixen SCR-järjestelmään ja sen toimintaan ja varmistaa testiajoneuvon SCR-järjestelmän toimivuus. Lisäksi tavoitteena oli perehtyä tarkemmin Iveco-vianmäärityslaitteiston toimintaan ja erityisesti SCR-järjestelmää koskevaan osioon. Työssä tutustuttiin myös dieselmoottoreiden päästöluokituksiin.

Testiajoneuvona tässä työssä oli Iveco Stralis 440S46 Euro VI kuorma-auto. Työ suoritettiin Turun Autotyö Oy korjaamotiloissa. Testiajoneuvo oli uusi ja rekisteröimätön. Tavoitteena oli varmistaa SCR-järjestelmän toimivuus ennen ajoneuvon rekisteröintiä. SCR-järjestelmän toimivuus todettiin tekemällä ajoneuville UDST-testi ja järjestelmän painetesti. Testien tulokset olivat virheettömiä ja täten voitiin todeta testiajoneuvon SCR-järjestelmä täydellisesti toimivaksi ja että ajoneuvon pakokaasupäästöt ovat Euro VI -luokan mukaiset.

Jokainen uusi raskaaseen ajoneuvoluokkaan kuuluva Iveco-ajoneuvo varustetaan nykyään SCR-järjestelmällä. Tätä työtä tehdessä tutustuttiin tavoitteen mukaisesti SCR-järjestelmään. SCR-järjestelmään kuuluvien komponenttien rakenne ja ominaisuudet on tärkeää tuntea hyvin, jotta ongelmien ja vikojen ratkaisu onnistuisi tehokkaasti. Opinnäytetyön kirjoittaja oppi tätä työtä tehdessä myös käyttämään vianmäärityslaitteistoa tehokkaalla tavalla. Iveco-vianmäärityslaitteisto on tärkeimpiä työkaluja nykyajan ajoneuvoja korjattaessa, sillä ajoneuvot sisältävät paljon monimutkaista ja hienostunutta elektroniikkaa.

Nykyaikana vianmäärityslaitteet ovat lähes välttämättömiä ajoneuvojen elektroniikkaan liittyvien vikojen korjauksissa. Raskaat ajoneuvot ovat lähes poikkeuksetta omistajiensa työvälineitä. Siksi on tärkeää, että korjaamo saisi aina mahdollisimman nopeasti viat paikallistettua ja edelleen korjattua. Nopea ja tehokas vianhaku pystytään toteuttamaan vianmäärityslaitteistolla. Näin pystytään lyhentämään ajoneuvon seisonta-aikaa, ja näin ollen omistajalleen aiheutuvia kuluja.

LÄHTEET

Bosch 2003. Autoteknillinen taskukirja. 6.painos. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Bosch 2017. Pakokaasun jälkikäsitteily: puhtaampaa ja parempaa käyntiä. Viitattu 4.5.2017. https://fi.bosch-automotive.com/fi/parts_and_accessories_5/special_2/commercial_vehicle_3/engine_3/exhaust_gas_treatment_denoxtronic_4/exhaust_gas_treatment_motor_truck_special_parts.

DieselNet 2016. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines. Viitattu 10.4.2017. <https://dieselnet.com/standards/eu/hd.php>.

Findadblue 2017. Tietoja AdBluesta. Viitattu 6.3.2017. <http://fi.findadblue.com/adblue/>.

Iveco. 2016. New Stralis Hi-road Hi-street. Iveco S.P.A.

Iveco Product Academy 2006. Iveco korjaamokäsikirja: AdBlue. Edition 01. ss.16

Trafi 2017. EURO-päästöluokat. Viitattu 10.4.2017. <https://www.trafi.fi/filebank/a/1484313209/5d2fd75705521db128758db11575bb91/23780-EURO-paastot.pdf>.

Turun Autotyö Oy 2017. Yritysesittely. Viitattu 4.4.2017. <http://turunautotyö.fi/Tietoa.php>.

Yara 2017a. Mikä on AdBlue?. Viitattu 7.3.2017. <http://www.yara.fi/nox-paastojen-vahentaminen/adblue-ajoneuvoille/mika-on-adblue/>

Yara 2017b. Mikä on AdBlue?. Viitattu 7.3.2017. <http://www.yara.fi/nox-paastojen-vahentaminen/adblue-ajoneuvoille/mika-on-adblue/>

Yara 2017c. Mitä on AdBlue?. Viitattu 7.3.2017. <http://www.yara.fi/nox-paastojen-vahentaminen/adblue-ajoneuvoille/mika-on-adblue/>

Yara 2017d. Adblue kuorma-autoille ja linja-autoille. Viitattu 7.3.2017. <http://www.yara.fi/nox-paastojen-vahentaminen/adblue-ajoneuvoille/adblue-hyotyajoneuvoille/>