



Tero Syrjälä

Turboahtimen vianmääritys ja ta- kuutarkastus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

8.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Tero Syrjälä
Otsikko:	Turboahtimen vianmääritys ja takuutarkastus
Sivumäärä:	27 sivua
Aika:	8.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Heikki Parviainen

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin yhdessä turboahtimien maahantuojan Turbotekniikka Oy:n kanssa yleisimpiä ahdinvarioita sekä niiden syitä ja seurauksia. Tutkimuksessa tarkasteltiin yleisimpiä automalleja. Lisäksi työssä perehdyttiin ahtimen rakenteeseen ja toimintaan.

Tarkoituksena on löytää keinoja ehkäistä vaurioita etukäteen ja kehittää huoltoprosessia niin, että vikojen syntyä voitaisiin ennaltaehkäistä. Työssä tarkasteltiin yrityksen turboahtimien takuutarkastuksessa olleiden autojen huoltohistoriaa, jota verrattiin ahtimen vaurioihin. Sekä huolto-ohjelmasta että huoltoprosessista löydettiin useita epäkohtia, jotka ovat voineet aiheuttaa vaurioitumisen.

Turbotekniikka Oy on kerännyt tietoja ja kuvia ahtimien fyysisistä vaurioista. Kuvien ja tietojen perusteella pystyttiin päättämään vaurion aiheuttaja. Yleisiä vaurioita ovat esimerkiksi heikko voitelu, epäpuhtaudet, pakosarjan rikkoutuminen, EGR-vettiilin ongelmat ja hiukkassuodattimen tukkeutuminen.

Näitä ongelmia selvitettiin useista eri automalleista. Korjausratkaisuja löydettiin esimerkiksi huolto-ohjelmaan, huollon tarkastuksiin ja vianmäärityksiin.

Avainsanat: Vianmääritys, pakokaasuahdin

Abstract

Author: Tero Syrjälä
Title: Turbocharger troubleshooting and warranty check
Number of Pages: 27 pages
Date: 8 may 2023
Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Supervisors: Heikki Parvianen, Senior Lecturer

In this thesis, some typical causes for damaged automobile turbochargers were investigated. Turbotekniikka provided data and pictures to look into possible reasons the broken bits, and also deeper information of each car where these problems appeared. In this study, common car models were chosen as examples. The purpose is to find reasons for failures and ways to prevent those from happening.

Turbotekniikka is an importer for common turbocharger brands, so for warranty related reasons, any problems have to be noticed. The problems in turbochargers can be compared to service intervals of the car, as any negligence can result in permanent damages. Also, any problems in manufacturers service instructions could be corrected. After examining the pictures and service data, the flaws were found. There were problems to follow service interval and instructions. For example, problems in oil feed, contaminations in oil and air, failures of exhaust manifold, problems of EGR-valve and clogged DPF were found.

These problems were found on several most common car models. The problems can be prevented by improving customers knowledge of their car's condition, updating the service instructions and emphasizing the importance of service intervals. Also, more careful handling of both oil and air intake is important.

Keywords: Troubleshooting, turbocharger

Sisällys

Lyhenteet ja selitteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoitteet	2
2	Turboahdin	2
2.1	Turboahtimen rakenne	3
2.1.1	Kompressori- ja turbiinipyörä	4
2.1.2	Ahtopaineen säätö	5
2.2	Turboahtimen toiminta	6
2.3	Hiukkassuodattimen ja katalysaattorin toiminta	7
2.4	Päästöt ja päästönormit	7
3	Huolto	8
3.1	Huollon tarkastuslomake	9
3.2	Ongelmat korjaamoilla	10
4	Tutkimuksen ajoneuvot	11
4.1	Seat Altea XL	12
4.2	Audi Q7 4L	12
4.3	Volkswagen Tiguan I 4-Motion	13
4.4	Volkswagen Transporter T5	13
4.5	Volkswagen Golf VII	14
5	Tutkitut vianmääritykset	14

5.1	Moottoriöljyn seassa olevat epäpuhtaudet	14
5.1.1	Öljynsuodatin	15
5.1.2	Tiivisteliimat	15
5.1.3	Vesi	16
5.2	Vuotava pakokaasun takaisinkierätyventtiili (EGR)	16
5.3	Pakosarjan rikkoontuminen	16
5.4	Turbon ylikuumentuminen, jonka seurauksena akselin katkeaminen	17
5.5	Hiukkassuodattimen tukkoisuus ja kuluneet suuttimet	17
5.6	Vieraat aineet ja esineet ilman seassa	19
5.7	Ahtimen ylikierrokset	20
5.8	Ahtimen tulviminen	21
6	Tutkittujen autojen viat malleittain	22
6.1	Seat Altea XL 1.9 TDI BXE	22
6.2	Audi Q7 (4L) 3.0 TDI CCMA	23
6.3	Volkswagen Transporter T5	23
6.4	Volkswagen Golf (VII) 1.6 TDI CLHA	23
6.5	Volkswagen Tiguan (I) 4-motion 2.0 TDI CFFB	24
7	Vikojen ehkäisy	24
7.1	Huolto-ohjelman noudattaminen	24
7.2	Esitarkastus ja huollon tarkistuslista	25
7.3	Moottorin yleistarkastus ja vianmääritys	25
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Lyhenteet ja käsitteet

BOV	Blow OFF Valve. Imusarjan paineentasausventtiili.
BPV	Boost Bypass Valve. Ahtopaineen säätöventtiili.
DPF	Diesel Particulate Filter. Hiukkassuodatin.
ECU	Engine Control Unit. Moottorinohjausyksikkö.
EGR	Exhaust Gas Recirculation. Pakokaasun takaisinkierätysjärjestelmä.
TDI	Turbo Diesel Injection. Suorasuihkutuksella varustettu turboahdettu dieselmoottori .
VNT	Variable nozzle turbine. Muuttuvageometrinen turbiini.
Boost Reference vacuum line	Alipainelinja ohjainventtiilille
Boost Bypass valve	Ahtopaineen ohitusventtiili
Compressor housing	Kompressorikotelo
Exhaust manifold flange	Pakosarjan laippa
Exhaust downpipe flage	Pakoputken lähtö
Turbine housing	Turbiinikotelo
Turbo intake	Turbon imulinja
Turbo outlet	Turbon kompressoripesän ulostulo
Wastegate Actuator	Hukkaportin kello
Wastegate actuator control solenoid	Hukkaportin ohjainsolenoidi
Wastegate actuator Rod adjustment	Hukkaportin säätötanko
Wastegate Control vacuum line	Hukkaportin alipaineohjauslinja

1 Johdanto

Syyt henkilö- ja pakettiautojen turboahdinten hajoamiselle selvitetään usein ta-
kuutarkastuksessa. Syiden löytäminen on tärkeää, jotta voidaan antaa ohjeet
jatkotoimenpiteille niin, että uusi ahdin ei vikaannu samalla tavalla.

1.1 Tausta

Tutkimustyössä selvitetään Turbotekniikka Oy:n selvitysten perusteella tiettyjä
ongelmia, jotka aiheuttavat ahdinvauriot. Yleensä tutkintaan tulee ahdin, joka on
poikkeuksellisen nopeasti hajonnut, tai sama vaurio toistuu uudessa ahtimessa.
Ahdinvaurioiden perusteella voidaan antaa korjaamoille huolto- ja korjaussuosi-
tuksia.

Työssä tutkitaan suosittujen Volkswagen-konsernin autojen ahdinvaurioita. Die-
selmoottoreissa on yleisemmin käytössä pakokaasuahdin, minkä takia tutkimuk-
sen kohteet ovat dieselkäyttöisiä. Uusissakin moottoreissa saattaa usein olla
paranneltavia kohtia, koska valmistaja ei pysty luomaan kaikkia olosuhteita tes-
teissä vaan vikoja korjataan takuuseen ja autojen takaisinkutsulla. Korjauksia
tutkivat ja korjaavat maahantuojan ohjeistuksella automerkin valtuutetut mekaa-
nikot, jotka ovat päteviä ongelmakohtien ratkaisemisessa ja maahantuojan oh-
jeiden toteuttamisessa.

Turbotekniikka Oy tarkastaa ahtimet ennen takuupäätöksiä. Ahdinvaurio määri-
tellään tarkasti ja selvitetään aiheuttaja. Viat ahtimesta selviävät nopeasti, ja tie-
detään, minkälaisesta viasta on kyse ja onko vika takuunalainen vai ei. Vaikka
ahtimessa näkyvä vika on selvä, aiheuttajia voi olla monia. Yleensä ahdinvau-
rion syytä pitäisi ensisijaisesti tutkia ulkoisista tekijöistä.

Takuunalaisen vaurion saanut ahdin lähetetään tehtaalle, josta saadaan lopulli-
nen tieto toimenpiteistä. Monesti asiakas luulee vian olevan itse ahtimessa eikä
tutkituta moottoria enempää vaan asentaa uuden ahtimen. Tällöin tuloksena on

usein uusi ahdinvaurio. Tämän takia tämä insinööriyön tarkoitus tarkentaa huolto- ja korjausohjeita ahdinvaurioiden tapauksissa. Turbotekniikka Oy jakaa ohjeita asiakkailleen.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on yhdessä turboahtimien maahantuojan Turbotekniikka Oy:n kanssa selvittää yleisimpiä ahdinvaurioita sekä niiden syitä ja seurauksia. Tarkoituksena on tuoda kuluttajien, opiskelijoiden ja myös mekaanikkojen tietoisuuteen ahdinten ongelmat, jotta niitä voidaan ennaltaehkäistä.

Selvityksessä tuodaan esiin myös huoltojen ja niissä tehtävien tarkastuksien tärkeys, jotta moottori toimisi valmistajan toiveiden mukaisesti. Huolto-ohjelma on laadittu niin, että tulevat huoltotoimenpiteet ja viat pystytään ennakoimaan.

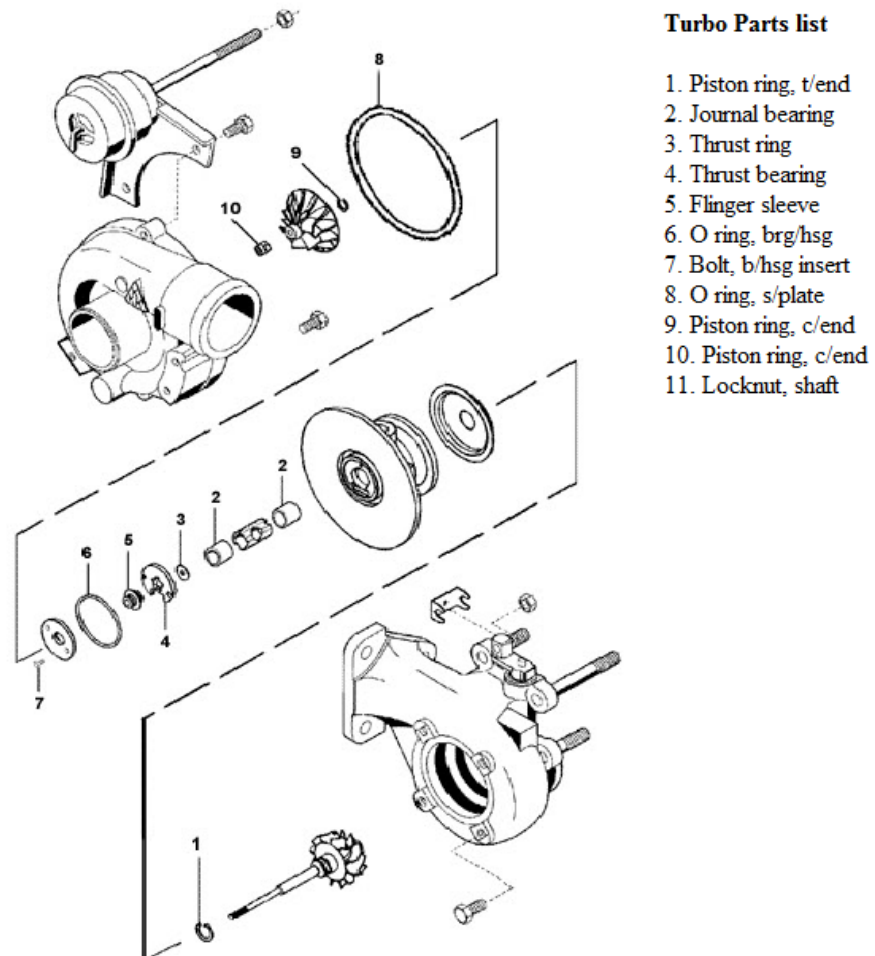
Seuraavassa luvussa tutustutaan pakokaasuahtimen toiminnan perusteisiin, rakenteeseen ja toimintaperiaatteeseen, minkä jälkeen luvussa 4 esitellään tutkimuksessa käsiteltävät autot ja niiden moottorityypit. Tarkasteltavien autojen moottorit ovat erilaisia, mutta viat ovat usein samankaltaisia.

2 Turboahdin

Turboahdin eli pakokaasuahdin on laite, joka lisää ilman määrää palotapahtumassa. Moottorin sylintereissä tapahtuvista palotapahtumasta syntyvä pakokaasu pyörittää ahtimen turbiinipyörää. Turbiiniakseli välittää voimaan kompressoripyörälle. Turbiinikotelosta pakokaasu ohjautuu pakoputkeen. Kompressoripyörän tuottama ylipaine ohjataan moottoriin. Tästä syntyvästä muodostuvaa painetta kutsutaan ahtopaineeksi. Ahtopainetta ohjataan venttiilillä, joka toimii joko ylipaineella, alipaineella tai sähköisesti. Säätoventtiiliä säätää yleensä moottorin ohjainyksikkö PCM (Power Commander) tai ECU (Engine Control Unit), joka on ohjelmoitu moottorille sopivaksi (Electronic engine control unit).

2.1 Turboahtimen rakenne

Perusturboahtimen rakenteen muutokset ovat usein havaittavissa akselin laakeroinnissa, siipipyörissä ja erilaisissa säätimissä, jotka ovat paineohjattuja tai sähköisesti tai molemmilla säädettäviä. Säätimet rajoittavat ahtimen kierrosnopeutta eli ahtopainetta. Kuvassa 1 näkyy liukulaakeriahtimen osat ja kuinka ne kiinnittyvät toisiinsa.

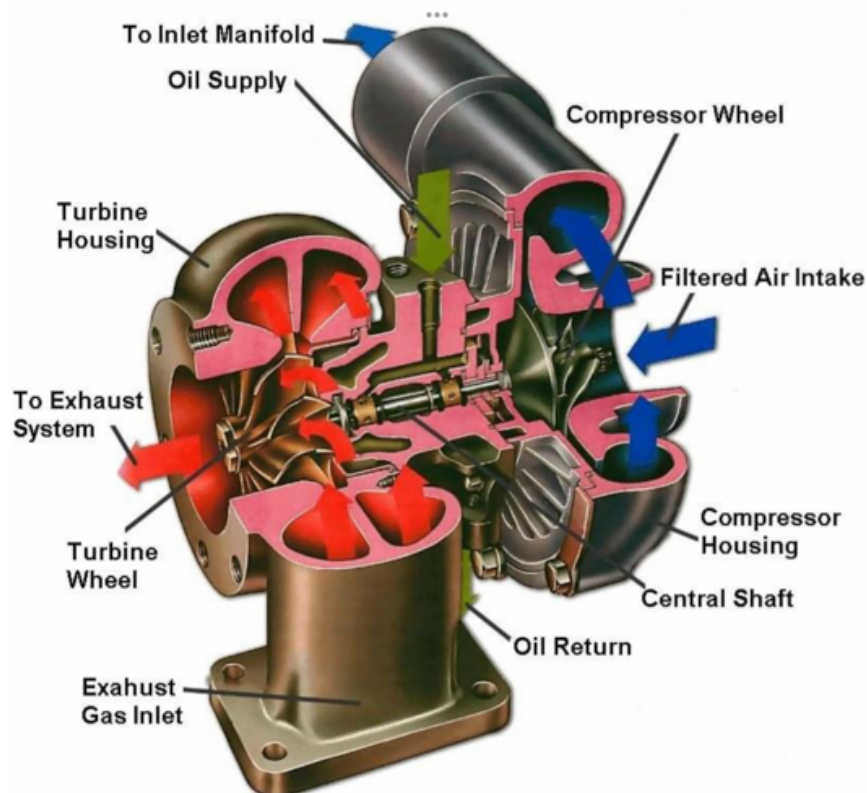


Kuva 1. Turboahtimen osaluettelo (Turbocharger service repair kit)

2.1.1 Kompressori- ja turbiinipyörä

Pakokaasu pyörittää turbiinipyörää, joka akselin välityksellä pyörittää kompressoripyörää, joka ahtaa ilmaa moottoriin.

Kuvassa 2 näkyy, kuinka ilma liikkuu ahtimessa, (sininen nuoli) ilma on suodattimen läpi tulevaa puhdasta ilmaa, joka kulkeutuu kompressoripyörän voimalla välijäähdyttimen kautta imusarjaan ja sieltä sylintereihin. Palotapahtuman jälkeen ilma muuttuu kuumaksi (punainen nuoli) pakokaasu seokseksi, joka ohjautuu virtauksen avulla ahtimen pakopäähän antaen kompressoripyörälle pyörittävää voimaa. Pakokaasu poistuu pakoaukosta pakoputkeen.



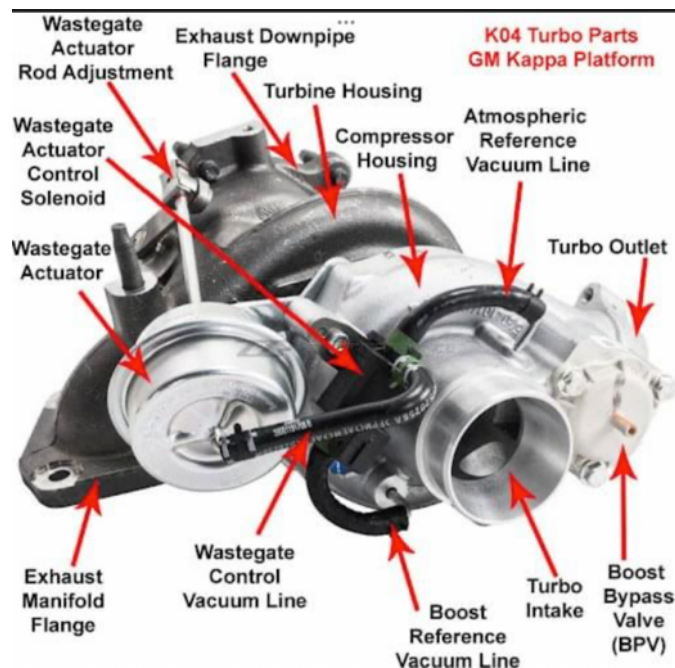
Kuva 2. Turboahtimen poikkileikkaus (Turbo Charger Failures, Preventative care and tip)

2.1.2 Ahtopaineen säätö

Turboahtimen erillisiä osia ovat muun muassa hukkaportti ja imupuolen by-pass- eli ohitusventtiili. Nämä ahtopaineen säätöventtiilit toimivat monilla eri tavoilla ahtimen ja auton mallista riippuen.

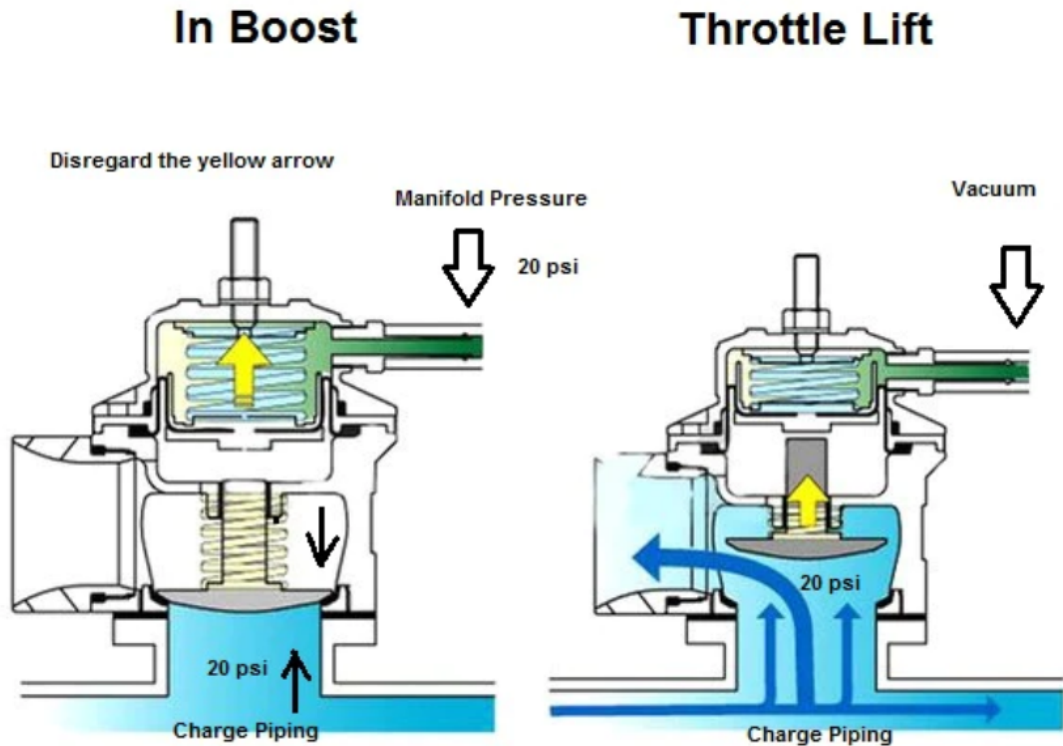
Turbon säätimiä on monenlaisia. Esimerkiksi muuttuvageometrisen ahtimen (VNT tai VGT) turbiinikotelon sisällä olevien siipien kulmaa voidaan säätää, jolloin sen tuottoa voidaan kontrolloida. VNT- ja VGT-ahtimia on alipaine-, servo- ja öljynpaineella ohjattuja. Näitä ohjaimia kontrolloidaan ECU:n kautta, joko suoraan tai erillisellä solenoidilla.

Kuvassa 3 näkyy ahtimen perusrakenne osineen. Isoimmat muutokset eri ahtimissa ovat imupäässä ja pakopäässä, ahtopaineen säätimissä ja hukkaportin rakenteessa. Hukkaportteja on ulkoisia ja sisäisiä. Kuvassa on sisäisesti kiinteä hukkaportti, joka sijaitsee valettuna ahtimen pakopäässä ja jota ohjataan ylipaineella. Paineventtiiliä ohjataan sähköisesti ja sitä säätää moottorinohjainyksikkö.



Kuva 3. Turboahtimen rakenne ja ulkoiset osat (Symptoms of a Faulty or Damaged Turbocharger)

By-pass-paineventtiilin tehtävä (kuva 4) on päästää saavutettu ahtopaine pois ahtoputkistosta, jotta ahtimen painelaakerointi ei kuormittuisi kaasua nostaessa vaihteen vaihdon aikana. Ahtimen akselin pyörintänopeus pyritään pitämään mahdollisimman stabiilina, jotta ahtopaineekin pysyy stabiilina.



Kuva 4. Bypass-venttiilin halkileikkaus ja toiminta (Bypass Diverter Valve)

2.2 Turboahtimen toiminta

Turboahtimella tuotetaan paineistettua ilmaa moottoriin, jolloin myös polttoainetta voidaan lisätä enemmän palotapahtumaan. Vapaasti hengittävässä moottorissa moottori pystyy imemään vain tietyn määrän ilma-polttoaineseosta eikä pakotahdin liike-energiaa pystytä hyödyntämään. Kompressoitun seoksen seurauksena saadaan moottorista lisää tehoa koko moottorin toiminta-alueelle sekä päästöjä pienemmäksi (Bosch Automotive Handbook: 554.).

2.3 Hiukkassuodattimen ja katalysaattorin toiminta

Hiukkassuodattimen eli DPF:n (Diesel Particulate Filter) tehtävä on vähentää moottorissa syntyvien nokihiukkasten syntyä. Hiukkassuodattimella päästään jopa yli 90 %:n suodatustehokkuuteen. Hiukkassuodattimessa on keraamisia kennoja niin kuin katalysaattorissa. Pakokaasu kulkee pakopaineella suodatuskennon läpi, jolloin partikkelipäästöt jäävät suodattimen sisään. Suodattuneet nokihiukkaset kerääntyvät suodattimeen ja aiheuttavat vastapainetta. Tämän takia suodatin pitää puhdistaa ajoittain regeneroimalla tai mekaanisesti puhdistamalla.

Suodattimeen kertynyt noki muutetaan korkean lämpötilan ja hapen tai typpioksidin vaikutuksesta hiilidioksidiksi, jolloin se pääsee poistumaan suodattimesta. Regenerointi jättää suodattimeen tuhkaa, jota ajoneuvo ei pysty itsestään poistamaan. Tämän takia jos suodatin tukkeutuu, se on puhdistettava tai vaihdettava uuteen.

Regenerointi suoritetaan automaattisesti ajon aikana tai pakotetusti huollossa. Hiukkassuodattimen automaattinen regenerointi onnistuu vain, mikäli sopivat ajosuhteet täyttyvät. Esimerkiksi Volkswagenin TDI-moottorissa regenerointi onnistuu, kun ajoneuvon nopeus on yli 60 km/h, moottorin kierrosnopeus 2000–2500 rpm ja sekä moottori että hiukkasloukku riittävän lämpimät. Regenerointi puhdistaa hiukkassuodattimen, kun partikkeleiden massa on 30–45 g. Jos partikkeleiden massa on yli 45 g on hiukkassuodatin vaihdettava. (Diesel Particle Filter Emergency Regeneration.)

2.4 Päästöt ja päästönormit

Kaikille autoille on määrätty päästönormit, joiden mukaan autoihin on asennettu päästöjä suodattavia järjestelmiä. Päästöstandardit on taulukoitu.

Taulukosta 1 nähdään päästöluokitus sekä päästöjen raja-arvot auton iän ja tyyppin mukaan.

Taulukko 1. Eurooppalaiset päästöstandardit (Cars and light trucks)

Stage	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					
Positive Ignition (Gasoline)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ e,g
Compression Ignition (Diesel)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
Euro 5b	2011.09 ^c	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
<p>* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N₁ vehicles</p> <p>† Values in brackets are conformity of production (COP) limits</p> <p>a. until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)</p> <p>b. 2011.01 for all models</p> <p>c. 2013.01 for all models</p> <p>d. and NMHC = 0.068 g/km</p> <p>e. applicable only to vehicles using DI engines</p> <p>f. 0.0045 g/km using the PMP measurement procedure</p> <p>g. 6.0×10¹² 1/km within first three years from Euro 6 effective dates</p>							

3 Huolto

Auton huoltoprosessi on samankaltainen isoilla ja pienillä merkkikorjaamoilla. Useissa korjaamoliikkeissä käytetään huollon tarkastuslomakkeita, jotka täytetään ennen huoltoa ennakkotarkastuksessa. Tarkastuksessa on tarkoitus havaita kaikki muut viat ja vauriot, jotta asiakas tietäisi, missä kunnossa hänen autonsa on. Ongelmana on, että täydellisiin tarkastuksiin menisi paljon enemmän

aikaa, koska osa vikojen löytämiseen vaatii osien purkamista, moottorin lämpenemistä, koeajoa ja erilaisia diagnostiikka- ja pakokaasutestejä sekä muita tarkastuksia. Ennakkotarkastuskohteita pitäisi päivittää automallien mukaan, jotta pienetkin virheet löydettäisiin ajoissa.

3.1 Huollon tarkastuslomake

Huollon tarkastuslomake (kuva 5) on tarkoitus täyttää ennen huoltotöiden aloittamista. Mekaanikko tai työnjohtaja käy auton läpi havaitakseen mahdollisimman paljon merkkejä siitä, minkälaista huoltoa auto tarvitsee. Autoissa on yleensä kahdenlaisia huoltoja, suppea ja laaja. Suppeassa huollossa on kyse yleensä perusöljyn- ja -suodattimen ja sisäilmasuodattimen vaihdosta ja auton yleisen kunnon tarkistuksesta. Laajassa huollossa tehdään yleensä lisäksi jokin vaativampi työ, jonka auton valmistaja on jo ennakkoon ilmoittanut kyseiselle automallille. Tarkastuksen suorituksen jälkeen lasketaan kustannusarvio. Yleensä asiakas kertoo autoa tuodessa huoltoon, mitä vikoja on jo havainnut. Lisävioista ja kustannusarviosta ilmoitetaan asiakkaalle korjausluvan saamiseksi.

		Tarkastettu	Vaihdettu (lisäty)	Huom!
Auton merkki ja malli:		Työmääräys nro:		
Rek.nro:		Päivämäärä:		
Km lukema:		Asentaja:		
Moottoriöljyn ja öljynsuodattimen vaihto (sis. moottoriöljyn ja -suodattimen)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Öljy- ja nesteuotojen tarkastus (moottori, vaihteisto ja vetopyörästo)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ohjausnivellen väljyyden tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pakoputkiston kunnon tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Iskunvaimentajien toiminnan tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jousituksen toiminnan tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jarrujen toiminnan tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Korin ja alustan silmä määräinen tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kiila- ja moniurahihnojen tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jarrunesteen vesipitoisuuden mittaus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Akun kiinnityksen tarkastus ja kuormituskoe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jäähdytysnesteen määrän tarkastus ja pakkaskestävyyden mittaus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Renkaiden kunnon tarkastus ja urasyvyyden mittaus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rengaspainoiden tarkastus, myös vararenkaan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vararenkaan kunnon tai täyttöpullan tarkastus (Täyttöpullo voimassa xxx.xx.xxxx)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pesulaitteiden toiminnan tarkastus (ajovalo, tuuli- ja takalasi)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pyyhkiäjien toiminnan ja sulkien kunnon tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Valojen toiminnan ja suuntauksen tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Äänimerkin toiminnan tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Varoituskolmion ja ensiapulaukun tarkastus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Itsediagnoosi/vikamuisti luku		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisätyt: (Eriellinen lupa asiakkaalta) Antaja:				
<input type="checkbox"/> Ilmastointihuolto		<input type="checkbox"/> Ilmastointijärj. desinfiointi		
<input type="checkbox"/> Jakohihnan tarkastus ja säätö		<input type="checkbox"/> Moottorin ilmansuodattimen tarkastus		

Kuva 5. Huollon tarkastuslomake

3.2 Ongelmat korjaamoilla

Huollon tarkastuslomakkeiden täyttö jää usein vajaaksi, sillä työmäärä saattaa olla suuri varattuun aikaan nähden. Huollon tarkastuksien tekeminen ei välttämättä kuulu minkään position työnkuvaan, jolloin tarkastuksien tekeminen riittäväällä tarkkuudella hankaloituu. Myös ennakkotarkastusten priorisointi ei ole aina riittäväällä tasolla, vaikka tarkastukset ovat myös myyntiä edistävää toimintaa. Ennakkotarkastuksia tarjotaan monesti veloituksetta, jolloin toimenpide itsessään ei ole tuottava. Näiden seikkojen vuoksi voidaan todeta, että huoltoprosesseissa on kehitettävää, vaikka valmistajan huolto-ohjetta noudatettaisiinkin.

4 Tutkimuksen ajoneuvot

Tutkimuksessa tarkastellaan viittä eri automallia, joissa kaikissa on erilaiset moottorit. Työn tarkoituksena on havaita eroavaisuuksia ja puutteita huoltotoimenpiteissä, vaikka moottorirakenne on lähes sama. Isoimmat eroavuudet tulevat moottorin lisälaitteista ja turboista.

Tutkimuksen kohteena olivat autot, jotka olivat olleet Turbotekniikka Oy:n tekemässä turboahtimien takuutarkastuksessa. Nämä autot valittiin opinnäytetyöhön, koska kyseisistä autoista oli eniten dataa ja ne ovat hyviä esimerkkitapauksia.

Autot ovat VAG-konsernin turbodieseleitä, joista on ahdin hajonnut. Turbotekniikka tekee ahtimeen tarkastuksen purkamalla sen osiin, jolloin syy rikkoutumiseen selviää. Tämän jälkeen tiedetään, onko vika takuunalainen ja minkä takia ahdin on hajonnut. Useissa tapauksissa syitä on monia. Kyseisissä ajoneuvoissa samoja vikoja löytyy moottorimallista riippumatta. Syitä ovat esimerkiksi

- voiteluaineen seassa kulkevat epäpuhtaudet, pikeentyminen ja öljyn vähyys
- rikkoontunut EGR (Exhaust Gas Recirculation) -venttiili
- pakosarjan murentuminen
- pakokaasuvuoto
- ahtimen imuilman mukana kulkeutuneet partikkelit
- hiukkassuodattimen tukkeentuminen.

4.1 Seat Altea XL

Altea on VAG-konserniin kuuluvan Seatin valmistama tila-automalli. Tutkimuksen auto on varustettu yhdellä suosituimmista dieselmootoreista, 1.9 TDI (Turbo charged Direct Injection), moottorikoodilla BXE, jonka päästöluokka on Euro 4. Moottorin ahtimena toimii Borgwarner BV39-22 tai Garrett GTI1749V (kuva 6).



Kuva 6. Garrett GTi1749V

4.2 Audi Q7 4L

Q7 on myös VAG-konserniin kuuluvan Audin valmistama katumamaasturi. Auto on valmistettu 3,0-litraisella V6-dieselmootorilla. Sen moottorikoodi on CCMA ja päästöluokka Euro 5b. Tässä moottorissa ahtimena käytetään Garrett GTB2260VK -mallia (kuva 7).



Kuva 7. Garrett GTB2260VK

4.3 Volkswagen Tiguan I 4-Motion

Tiguan on Volkswagenin valmistama katumaasturi. Esimerkki auton moottorina on nelisynterinen 2,0-litrainen TDI moottorikoodilla CFFB, ja se kuuluu päästönormiluokkaan Euro 6. Ahtimena on Borgwarner BV40-1874KC (kuva 8). Auto on nelivetoinen ensimmäisen sukupolven Tiguan.



Kuva 8. Borgwarner BV40-1874KC

4.4 Volkswagen Transporter T5

T5 on viidennen sukupolven Transporter-pakettiauto. Autossa on 2,0-litrainen TDI CAAC -moottori vuodelta 2009. Moottorin päästöluokka 4. Ahtimena toimii Garrett valmistama GTB1446V2 (kuva 9).



Kuva 9 Garrett GTB1446V2

4.5 Volkswagen Golf VII

Tämä seitsemännen sukupolven Golf on varustettu 1.6 TDI CLHA -moottorilla. Päästöluokka Euro 6. Ahtimena on Garrett GTD1244MVZ -ahtimella (kuva 10).



Kuva 10 Garrett GTD1244MVZ

5 Tutkitut vianmääritykset

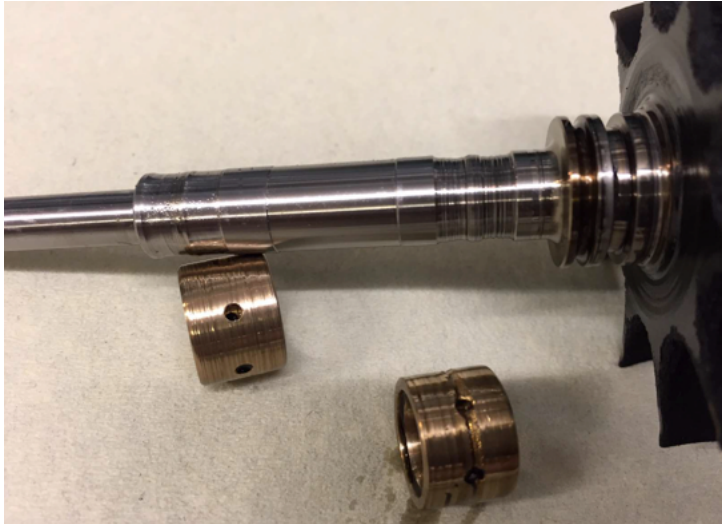
Turbotekniikka OY on dokumentoinut erilaisia ahdinvaurioita sekä selvittänyt niiden aiheuttajia. Ahtimen osien fyysinen kunto osoittaa usein vaurion syyn suoraan, jolloin vika on nähtävissä, kun ahdin puretaan. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan Turbotekniikka OY:n ottamia valokuvia vaurioista.

5.1 Moottoriöljyn seassa olevat epäpuhtaudet

Ahtimien vianmäärityksissä on havaittu, että öljyn epäpuhtauksiin on monta syytä. Noki ja karstoittuminen ovat varmasti yleisimpiä öljyn likaajia. Long life -huollot ja niissä käytettävät öljyt ovat silloin hyviä vaihtoehtoja, koska moottori ei syö öljyä ja pysyy puhtaana. Öljyä kuluttava moottori on huono siinäkin suhteessa, että jos moottoria käytetään liian vähäisellä öljymäärällä, niin epäpuhtauksien määrä kasvaa ja riskinä on moottorivaurio. Jos öljyä joudutaan

lisäämään huoltovälin aikana, on riski, että lisätään väärää öljyä long life -öljyn sekaan. Väärä öljyseos lisää riskiä moottorivaurion syntymiselle.

Kuvassa 11 nähdään seuraus voiteluaineen seassa kulkeutuneiden epäpuhtauksien kuluttamista laakereista ja akselin liukupinnoista. Pienetkin hiukkaset kuluttavat ahtimen osia nopeasti.



Kuva 11. Vaurioitunut akseli (Turbotekniikka)

5.1.1 Öljynsuodatin

Toimiva öljynsuodatin on välttämätön, jotta epäpuhtaudet jäisivät suodattimeen öljyn kiertäessä moottorissa. Huoltoväliä ei ymmärretä täysin, sillä jos huoltokirjassa mainitaan huoltoväliksi 20 tkm / 1 vuosi, tämä tarkoittaa, että huolto on varattava sen mukaan, kumpi täyttyy ensin, eikä niin, että näistä voi valita itselleen mieluisan vaihtoehdon.

5.1.2 Tiivisteliimat

Turboahtimen huollossa on myös havaittu, että korjaamoilla on käytetty tiivisteliimoja tai ei ole oltu huolellisia korjausten yhteydessä. Tällaiset epäpuhtaudet yleensä tukkivat pienet öljykanavat tai öljynsuodattimet.

5.1.3 Vesi

Kondenssivesi on myös jossain tilanteissa aiheuttanut öljyn muuttumisen vaa-leanruskeaksi tahnaksi öljyn sekaan. Kondenssivedellä tarkoitetaan vettä, joka tiivistyy ilmasta lämpötilan laskiessa alle kastepisteen. Kondenssivesi on ongelmallisempi talvella, kun lämpötilavaihtelut ovat suuria. Talvella välijäähdyttiin voi kertyä ilmankosteudesta tiivistyvää vettä. Jos vesi kulkeutuu palotilaan niin seurauksena voi olla käyntihäiriö tai pahimmassa tapauksessa kone-rikko.

5.2 Vuotava pakokaasun takaisinkierätyventtiili (EGR)

Osa pakokaasusta ohjataan EGR-venttiilin kautta takasin sylintereihin, minkä ansiosta pakokaasun typenoksidipäästöt pienenevät. EGR-venttiilin tehtävä on kierrättää pakokaasua 5–35 % moottorista riippuen tavoitteena haitallisten päästöjen vähentäminen ja polttoainekammion viilentäminen. Huonona puolena venttiilillä on moottorin imupuolen likaantuminen, joka vaikuttaa myös itse venttiilinkin toimintaan. Jumiutuneen EGR-venttiilin aiheuttamia ongelmia ovat käyntihäiriöt, pakokaasun puhdistumattomuus sekä turboahtimen ylikierrokset ja niiden aiheuttama suorituskyvyn lasku.

5.3 Pakosarjan rikkoontuminen

Moni merkki on jättänyt kalliit valurautaiset pakosarjat ja siirtynyt ruostumattomaan teräkseen (RST). Lämmönjohtumisen takia nämä pakosarjat joudutaan valmistamaan kaksiosaisen: niissä on suojakuori, jonka sisällä pakokaasuja ohjaava putki. Lämpöerojen takia sisempi putki repeää ajan saatossa, ja nämä palaset irtoavat ja kulkeutuvat turboon, minkä seurauksena on turbon pakosiiven hajoaminen.

5.4 Turbon ylikuumentuminen, jonka seurauksena akselin katkeaminen

Voiteluaine eli öljy toimii ahtimen liukulaakerilla jäähdyttäen sekä liukupintana akselin välissä. Mikäli voiteluaine puuttuu kokonaan tai sitä on liian vähäinen määrä, pääsevät metallit osumaan toisiinsa ja ne leikkaantuvat ja ylikuumentuvat, mikä johtaa akselin katkeamiseen (kuva 12).



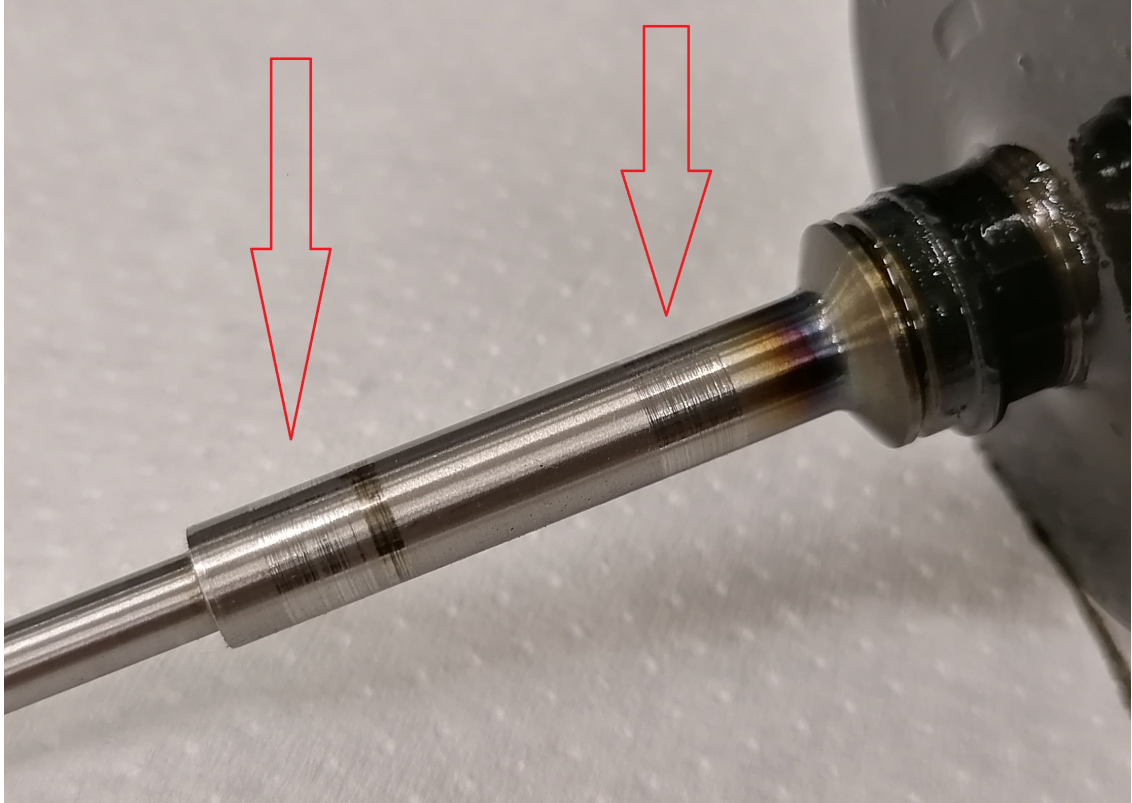
Kuva 12. Katkennut akseli (Turbotekniikka)

5.5 Hiukkassuodattimen tukkoisuus ja kuluneet suuttimet

Pakokaasun esteetön virtaus mahdollistaa ahtimen ja moottorin oikean toiminnan. Tukkeentunut hiukkassuodatin heikentää pakokaasun virtausta moottorista.

Tapahtumaketjussa männän ja sylinterin ohivirtauksen seurauksena on öljyn karstoittuminen ja pikeentyminen. Kampikammioon syntyneen paineen seurauksena turboahtimen öljynpaluun estyy ja ahdin alkaa tulvimaan öljyä pakoputkeen sekä välijäähdytimeen ja siitä moottoriin.

Kuvassa 13 näkyvät pikeentyneen öljyn vaurioittamat laakeripinnat. Tämä vaurioittaa ahdinta nopeasti.



Kuva 13. Pikeentyneen öljyn vaurioittama akseli (Turbotekniikka)

Pakokaasuvuoto laakeripesän välistä VNT-kammen juuresta (kuva 14) viittaa myös tukokseen pakoputkistossa. Pakokaasu pyrkii tulemaan ulos järjestelmästä pienimmistäkin raoista, jos normaali reitti on estynyt. Joskus jopa pakosarjan tiivisteet palavat tai kuluvat pois tämän seurauksena.



Kuva 14. Pakokaasuvuoto VNT-kammen välistä (Turbotekniikka)

5.6 Vieraat aineet ja esineet ilman seassa

Ilmansuodattimen virheellinen asennus, jonka seurauksena kivi tai vastaava vieras esine pääsee imujärjestelmään, voi aiheuttaa ahtimen vaurion. Asennusvaiheessa pudonnut mutteri, ruuvi, tiiviste tai jopa letkuklemmari voi aiheuttaa ahtimen vaurioitumisen. Huohotusjärjestelmän jäätyminen on pohjoisissa olosuhteissa myös yksi tekijä aiheuttamaan imusiiven vaurion. Jää irtoaa huohotuskanavasta, kun moottorin lämpötila sulattaa sen irti.

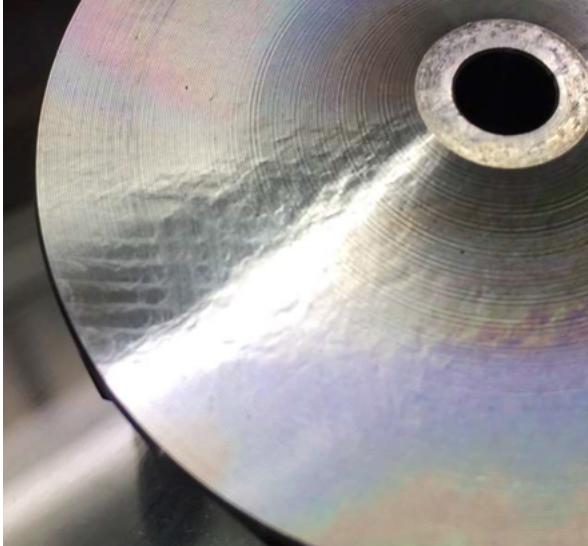
Kuvassa 15 näkyy vierasesineen aiheuttamat vauriot imukaulalla sekä imusivissä.



Kuva 15. Vauriot kompressoripyörässä (Turbotekniikka)

5.7 Ahtimen ylikierrokset

Kompressoripyörän ja akselin aukon venyminen (kuva 16) on seuraus viallista suuttimesta, painetunnistimesta tai ahtopaineen vuodosta tai moottorin ohjainlaitteen virheellisestä ohjelmoinnista. Tällöin imusiiven kehänopeus kasvaa liian suureksi, alkaa venymään ja lopuksi hajoaa. Liiallinen polttoaineen syöttö tekee saman ilmiön, kun hiukkassuodatin on tukkoinen, ja lisäksi se aiheuttaa ahtimelle ylikierroksia, joita ahtimen kompressorisiipi ei kestä.



Kuva 16. Venynyt kompressoripyörän tausta (Turbotekniikka)

TurboahTIMEN kompressoripyörän tausta, jossa havaittavissa muodonmuutos. Tämä on venymän aiheuttama seuraus, jolloin syntyy akselin epätasapaino. Tämä ilmenee ajossa voimakkaana ääntämisenä, vihellyksenä.

5.8 Ahtimen tulviminen

Jos öljy ei jäähdytä laakerointia vaan palaa voitelupinnalle, seurauksena on laakerivaurio. Kulunut moottori, jossa öljynpaluulinjassa oleva paine estää öljyn poistumisen turbosta, tai liiallinen öljymäärä on mahdollinen syy hajoamiselle.

Kuvassa 17 on havaittavissa, kuinka turboahTIMEN jäähdytys on pettänyt. Voiteluaineen virtaus ahtimen läpi ei ole riittävää, jolloin lämpö siirtymää ei tapahdu oikeaan paikkaan vaan lämpö siirtyy laakeriin. Kaikki voitelukohteet ylikuumenuvat, ja seurauksena ahtimen hajoaminen. Öljyn yksi tehtävä on viedä lämpö pois turboahTIMEN laakerilta. Toinen tehtävä on pitää metallit erillään toisistaan. Jos nämä tehtävät eivät täyty, metallipinnat pääsevät kosketuksiin toistensa kanssa ja kuluvat nopeasti.



Kuva 17. Ylikuumentunut painelaakeri ja ahtimen akseli (Turbotekniikka)

6 Tutkittujen autojen viat malleittain

Tutkimuksen autojen huoltohistoria on tarkistettu Turbotekniikka OY:n toimesta, kun ahdin on tullut vaihtoon. Huoltohistoriasta on etsitty epäkohtia, jotka ovat voineet aiheuttaa ahtimen vikaantumisen. Lisäksi asiakkailta on tiedusteltu yleisesti tietoja auton kunnosta sekä huolto-ohjelman ulkopuolisista korjauksista.

6.1 Seat Altea XL 1.9 TDI BXE

Seat Altea XL 1.9 TDI BXE -mallissa on havaittu pitkien öljynvaihtovälien ja öljyn epäpuhtauksien takia ahtimen sisäisiä vaurioita. Öljyn vähyyden takia on havaittu laakerin ylikuumentumista ja lopulta akselin katkeaminen. Huono

ilmansuodatus aiheuttaa mekaanisia vaurioita imupäähän. Auton huoltohistoriasta selvitettiin, että auton huolto-ohjelmaa ei ole noudatettu.

6.2 Audi Q7 (4L) 3.0 TDI CCMA

Niin kuin Alteassa, myös Audi Q7 (4L) 3.0 TDI CCMA:n moottorissa havaittiin pitkien öljyn vaihtovälien ja öljyn epäpuhtauksien seurauksena ahtimen sisäisiä vaurioita. Lisäksi mallin pakosarjan materiaali on vaihtunut valuradasta ruostumattomaan teräkseen, joka ei kestä yhtä hyvin lämpöä. Tämän seurauksena on havaittu turbiinisiiven vaurioita. Hiukkassuodattimen tukkoisuus ja kuluneet suuttimet heikentävät tehoa ja nostavat lämpötilaa, jolloin ahdin hajoaa painelaakeriin kohdistuvan suuren kuorman takia. Liiallinen polttoaineen syöttö aiheuttaa ahtimen akselin ylikierroksia.

6.3 Volkswagen Transporter T5

Volkswagen Transporter T5 -pakettiautomallissa on havaittu eniten EGR-venttiilin ongelmia. Jumiutunut vuotava venttiili aiheuttaa käyntihäiriöitä, pakokaasu ei puhdistu, turboahtimen toimintaan tulee ongelmia ja ajossa kiihtyminen hidastuu ja yleinen suorituskyky laskee. Tällaisessa tilanteessa moottorin ohjainyksikkö menee vikatilaan ja auto on toimitettava merkkihuoltoon.

6.4 Volkswagen Golf (VII) 1.6 TDI CLHA

Volkswagen Golf (VII) 1.6 TDI CLHA:n tarkastuksissa on havaittu myös jumiutuneita ja vuotavia EGR-venttiileitä, jotka aiheuttavat käyntihäiriöitä moottoriin. Pakokaasu ei puhdistu eikä turbo toimi kunnolla. Kiihtyminen hidastuu ja yleinen suorituskyky laskee.

6.5 Volkswagen Tiguan (I) 4-motion 2.0 TDI CFFB

Volkswagen Tiguan (I) 4-motion 2.0 TDI CFFB -mallissa on havaittu öljyn vähyyden takia turbon akselin laakereiden ylikuumentumista jonka seurauksena katkenneita akseleita. Usein tällaisen vähyyden syy löytyy pitkistä huoltoväleistä ja koska moottorin öljytasoa ei seurata. Hiukkasuodattimen tukkoisuudesta kuluneista suuttimista on koitunut ongelmia. Turboahntimien tarkastuksessa on havaittu kovan ilma aiheuttamia vaurioita.

7 Vikojen ehkäisy

7.1 Huolto-ohjelman noudattaminen

Esitarkistukseen varattava aika korjaamoilla on usein aivan liian lyhyt, tai sitä ei tehdä. Tarkastus jää tehtäväksi huoltotyön ohella. Perusteellisesta esitarkastuksesta on iso hyöty asiakkaalle ja korjaamolle. Varaosien tilauksen ja työajan suunnittelun pitäisi tehdä mekaanikko. Ennakointi olisi erittäin tärkeää asiakkaan ja korjaamon kannalta.

Auton valmistajat ilmoittavat huoltovälin määräajaksi yleensä 1 vuosi / 20 tkm. Tästä on syntynyt usealle autonomistajalle väärinkäsitys. On ymmärretty, että voi valita huollon joko vuoden välein tai 20 tkm:n välein ajasta riippumatta.

Merkintä 1 vuotta / 20 tkm tarkoittaa, että se kumpi ensin täytyy, on auton huoltoväli. Tämä tieto pitäisi merkitä selkeästi auton huoltovihkoon, tai sähköiseen huoltojärjestelmään.

7.2 Esitarkastus ja huollon tarkistuslista

Huollon tarkistuslistat korjaamoille kannattaa päivittää auton valmistajan kanssa. Huollon tarkistuslistaan lisätään kilometrimäärään kytkeytyviä yleisimpien vikojen tarkastuksia, esimerkiksi EGR-venttiilin testaus, silmämääräiset tarkastukset vuodoista, ahtimen vuotokohtien ja hiukkasloukun tilan tarkastus sekä katalysaattorin toiminnan tarkastus pakokaasupäästöjen mittauksella. Lisäksi vikakoodit tarkastetaan jokaisessa esitarkastuksessa.

Tarkastuksiin tulisi lisätä esimerkiksi vikakoodien ja -muistin luku, hiukkasloukun tilan tarkastus ja EGR-venttiilin toiminnan tarkastus. Näin saataisiin ennakkoon tietoa tulevista vioista. Silmämääräisten tarkastusten lista pitäisi myös määrittää, koska monesta moottorin osasta näkisi alkavat viat, kuten repeämät, laakerivauriot, johtojen hapettumisen ja nestevuodot. Nokeentuminen esimerkiksi ahtimen akselissa kertoisi vian olevan tukkeutuneessa pakoputkessa.

7.3 Moottorin yleistarkastus ja vianmääritys

Moottorissa on monia tärkeitä kohteita, esimerkiksi tiivisteitä ja o-renkaita, joiden käyttöikä ei osata ottaa huomioon. Nämä osaltaan aiheuttavat turboahtimen oireilua, vaikka siinä vika ei suoranaisesti olisikaan. Autoista ei lueta vikakoodeja huollossa, ellei siihen ole tarvetta. Vikakoodi voi kuitenkin olla syntynyt, vaikka mittarissa ei vikavallo palaisikaan.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin Turbotekniikka OY:lle takuuvaihtoon tulleiden ahtimien vaurioita. Vaurioita verrattiin autojen huoltohistoriaan ja yleiseen kuntoon, jolloin löydettiin epäkohtia, jotka ovat voineet rikkoa turboahtimen. Näiden seikkojen avulla työssä esitettiin ratkaisuja vastaavien vikojen ennaltaehkäisemiseksi.

Samoja moottorityyppejä käytetään eri automalleissa. Tämän takia ei voida kohdistaa vikoja vain tiettyyn merkkiin tai malliin. Tutkimuksessa mukana olleet kohteet on valittu siitä syystä, että niiden ahdinvauriot ovat yleisiä ja tietoa on helposti saatavilla.

Turboahtimien vauriot ovat yleisiä dieselkäyttöisissä autoissa, sillä nämä moottorit ovat lähes poikkeuksetta varustettu turboahtimella. Ahtimen vauriot voivat johtua esimerkiksi moottoriöljyn epäpuhtauksista, vikaantuneesta EGR-venttiilistä tai pakosarjasta, pakokaasuvuodosta, tukkeentuneesta hiukkassuodattimesta tai vierasesineistä imuilman seassa. Useimmiten vika johtuu jostain ulkoisesta tekijästä.

On havaittu, että moni asiakas luulee, että viat korjaantuvat vaihtamalla uuden ahtimen. Tämäkin kertoo siitä, että kunnollisia tarkastuksia ei tehdä niin kuin kuuluisi. Esimerkiksi saatetaan vaihtaa kaksi kertaa uusi turbo ja sitten vasta tutkitaan kunnolla syy ahtimen hajoamiseen. Kaikki tässä työssä esille tulleet aiheuttajat olisivat olleet havaittavissa jo ennen ensimmäisen turbon vaihtoa.

Lähteet

Bosch Automotive Handbook. 2002. E-kirja. Robert Bosch GmbH.

Bypass Diverter Valve. Verkkoaineisto. Dizzytuning blog. <<https://dizzytuning.com/blogs/technical-documents/blow-off-bypass-diverter-valve-discussion>>. Luettu 23.4.2023.

Cars and light trucks. Verkkoaineisto. Dieselnet. <<https://dieselnet.com/standards/eu/ld.php>>. Luettu 16.4.2023.

Diesel Particle Filter Emergency Regeneration. Verkkoaineisto. Ross-Tech. <http://wiki.ross-tech.com/wiki/index.php/Diesel_Particle_Filter_Emergency_Regeneration#1.6l.2F2.0l_R4_CR-TDI_.28CAN.29>. Luettu 15.4.2023.

Electronic engine control unit. Verkkoaineisto. Bosch. <<https://www.bosch-mobility.com/en/solutions/control-units/engine-control-unit/>>. Luettu 14.5.2023.

Fixus huollon tarkistuslista. Verkkoaineisto. Ysitien auto. <<https://ysitienauto.fi/page/10/?sijainti&merkki&polttoaine&vaihteisto&vetotapa=Takaveto&vuosimalli&min-hinta&max-hinta&jarjestys=merkki&filter=true>>. Luettu 23.4.2023.

Symptoms of a Faulty or Damaged Turbocharger. Verkkoaineisto. Maxpeedingrods. <<https://blog.maxpeedingrods.com/symptoms-of-a-faulty-or-damaged-turbocharger/>>. Luettu 23.4.2023.

Turbocharger Failures, Preventative care and tip. Verkkoaineisto. Cloverautos. <https://www.cloverautos.co.uk/servicing/turbo_chargers.aspx>. Luettu 23.4.2023.

Turbocharger service repair kit. Verkkoaineisto. London Turbos. <<https://www.londonturbos.co.uk/kpbv.html>>. Luettu 23.4.2023.