



Riku Saari

Kaasukäyttöisten autojen vuotomittaukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

21.12.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Riku Saari
Otsikko:	Kaasukäyttöisten autojen vuotomittaukset
Sivumäärä:	21 sivua
Aika:	21.12.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Laboratorioinsinööri Teemu Laine Tekninen päällikkö Janne Mäkilä, A-Katsastus Oy

Tässä insinööriyössä tarkastellaan kaasuautoja koskevia lakeja ja määräyksiä sekä kuvataan katsastuksessa vaadittavat mittaukset. Insinööriyö tehtiin yhteistyössä A-Katsastus Oy:n kanssa.

Kaasukäyttöiset ajoneuvot ovat edullinen ja ympäristöystävällisempi vaihtoehto tavanomaisille bensiini- ja dieselmoottorisille autoille. Ne tuovat myös uusia haasteita ja vaatimuksia turvallisuuden ja mittausten osalta. Traficom julkaisi uudet katsastuksen arvosteluperusteet 1.11.2022. Niihin tuli paljon uusia kaasukäyttöisiä autoja koskevia arvostelukohteita. Työssä tehtiin myös käytännönmittauksia, joissa suoritettiin määräaikaikatsastuksessa vaadittavat lakisääteiset mittaukset ja vuotomittaus.

Pakokaasupäästöjä mitattaessa huomattiin ero kaasun ja tavanomaisen polttomootorin välillä CO₂-arvoissa. Vuotomittauksia suoritetuista ajoneuvoista ei havaittu kaasuvuotoja. Häiriötuloksia näistä kuitenkin saatiin mitattua. A-Katsastukselta saadun ohjearvon perusteella häiriömittausten mitta-arvot ovat huomattavasti pienemmät kuin oikean kaasuvuodon mitta-arvot.

Avainsanat: vuotomittaus, kaasujoneuvo

Abstract

Author: Riku Saari
Title: Leak Measurement of Gas Vehicles
Number of Pages: 21 pages
Date: 21 December 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Supervisors: Teemu Laine, Laboratory Engineer
Janne Mäkilä, Technical Unit Manager, A-Katsastus Oy

In this engineering thesis, the laws and regulations regarding gas-powered vehicles were examined, and the required measurements for inspections were conducted. The thesis was done in collaboration with A-Katsastus Oy.

Gas-powered vehicles offer a cost-effective and environmentally friendly alternative to conventional gasoline and diesel vehicles. However, they also present new challenges and requirements in terms of safety and measurements. Traficom released new inspection criteria on November 1, 2022, introducing numerous new evaluation criteria specifically for gas-powered vehicles. This engineering thesis also includes practical measurements, where mandatory legal measurements for periodic inspections and leakage measurements were performed.

When measuring exhaust emissions, a difference in CO₂ values between gas and conventional combustion engines was observed. No gas leaks were detected in the vehicles subjected to leakage measurements, although disturbance results were recorded. According to the guidance provided by A-Katsastus, the values obtained from disturbance measurements are significantly lower than those for actual gas leaks.

Keywords: Leak measure, gas vehicle

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	A-Katsastus Oy	1
3	Kaasut	2
3.1	Paineistetut kaasut	2
3.2	Nesteytetyt kaasut	3
3.3	LPG	3
4	Määräykset	4
4.1	Traficommin määräykset	4
4.2	Muutoskatsastus	6
5	Rakenne	8
5.1	Täyttöventtiili	8
5.2	Kaasusäiliöt	10
5.3	Sulkuventtiili	10
5.4	Paineensäädin	11
5.5	Suuttimet	12
5.6	Moottorinohjaus	12
6	Lakisääteiset mittaukset	13
6.1	Mittalaite	13
6.2	Katsastuksessa suoritettavat tarkistukset	14
6.3	Käytännönmittaukset	17
6.4	Raja-arvot	17
7	Onnettomuudet	18
8	Yhteenveto	18
	Lähteet	20

Lyhenteet

- CNG: Compressed natural gas. Paineistettu maakaasu, jota käytetään ajoneuvojen polttoaineena.
- CBG: Compressed bio gas. Paineistettu biokaasu, joka on 100-prosenttisesti uusiutuvaa ja käy samoihin ajoneuvoihin kuin CNG.
- LNG: Liquid natural gas. Nesteytetty maakaasu. Lämpötila laskettu -162 asteiseksi pienentäen kaasun tilavuutta. Raskaan liikenteen polttoaine.
- LBG: Liquid bio gas. Nesteytetty biokaasu. Nesteytetyn maakaasun ympäristöystävällisempi vaihtoehto.
- LPG: Liquefied Petroleum gas. Nestekaasu. Käyttö ajoneuvojen polttoaineena on estetty verotuksella.
- ECU: Electronic control unit. Tässä tapauksessa kaasujärjestelmän ohjainlaite.
- Tukes: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.
- Traficom: Liikenne- ja viestintävirasto.
- PWM: Pulse Width Modulation. Pulssinleveysmodulaatio, jolla laitteen tehoa voidaan säätää nollan ja maksimitehon välillä.
- MIL-valo: Moottorinhäiriövalo

1 Johdanto

Kaasuautoilu on yleistynyt. Kaasu on varteenotettava ja ympäristöystävällinen vaihtoehto fossiilisille polttoaineille. Vuoteen 2017 mennessä Suomessa oli noin 2000 kaasukäyttöistä autoa ja nykyään niitä on noin 17 000 (Roinila 2019b). Tämän seurauksena näiden ajoneuvojen turvallisuutta ja päästöjä tarvitsee alkaa tarkastella hieman tarkemmin. Katsastukset ovat oiva tilaisuus tutkia säännöllisin väliajoin ajoneuvojen kuntoa ja ympäristöhaittoja. Tähän on myös kiinnittänyt huomiota katsastuksia valvova viranomainen Traficom. Se on antanut uusia ohjeita ja määräyksiä koskien kaasuajoneuvojen vikojen arvosteluja katsastus tapahtumassa.

Tässä työssä käydään läpi Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien antamia ohjeita ja määräyksiä 1.11.2022 julkaistuista uusista määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteista, samoin kuin ohjeita ja vaadittavia asiakirjoja jälkiasennettujen kaasujärjestelmien muutoskatsastuksiin (Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet 2022; Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2021).

Lopuksi kerrotaan pääpiirteittäin kaasuajoneuvon polttoainejärjestelmästä ja tehdään katsastuksessa vaadittavia vuotomittauksia sekä kerrotaan mittalaitteesta, joilla ne suoritetaan.

2 A-Katsastus Oy

A-Katsastus on Suomen johtava ajoneuvojen katsastus-, kuntotarkastus- ja rekisteröintipalveluja tarjoava yritys. Yrityksen tavoitteina on liikenneturvallisuuden parantaminen ja ympäristömme suojeleminen haitallisilta päästöiltä. (Tietoa A-Katsastus-konsernista.)

A-katsastuksella on pitkä historia, joka ulottuu aina 1.10.1922 asti, jolloin katsastuksesta tuli Suomessa pakollista. Vuonna 1968 Katsastustoiminta liitettiin Autorekisterikeskukseen ja siitä 25 vuotta myöhemmin siitä tuli valtion liikelaitos. Toiminta avattiin kilpailulle 1994 ja Suomen Autokatsastus Oy muodostettiin vuonna 1996. Lopullisen nimen A-Katsastus sai vuonna 2003. Toimintaa on myös ollut ulkomailla, kuten Ruotsissa, Virossa, Venäjällä, Tanskassa, Belgiassa, Puolassa ja Latviassa. (A-Katsastuksen historiaa.)

A-Katsastuksella oli vuonna 2022 noin 170 asemaa ja 960 työntekijää ympäri Suomea. Samana vuonna määräaikaiskatsastuksia oli 680 000 ja liikevaihto konsernilla oli 68 miljoonaa euroa. A-Katsastus Oy myös osti K1 Katsastuksen vuoden 2022 joulukuussa, ja siitä muodostui A-Katsastus Oy:n tytäryhtiö. (Tietoa A-Katsastus-konsernista.)

A-Katsastus konserniin kuuluu myös Ajovarma, joka tarjoaa kuljettajantutkinnon vastaanottamista sekä tieliikenteen lupapalveluita. (Tietoa A-Katsastus-konsernista.)

3 Kaasut

Polttoainekäyttöön tarkoitettuja kaasuja on useita erilaisia. Niitä on eri olomuodoissa eri käyttötarkoituksiin. Tässä luvussa kerrotaan yleisimmistä ajoneuvoissa käytetyistä kaasuista.

3.1 Paineistetut kaasut

CNG eli paineistettu maakaasu on yleisin henkilöautoissa käytetty polttoainekaasu. Paineistettu maakaasu koostuu metaanista ja sitä voidaan käyttää perinteisissä bensiinikäyttöisissä polttomoottoreissa. Liikenteessä käytettäessä maakaasu on noin 200 baarin paineessa. CNG on turvallinen, koska metaani on ilmaa kevyempää ja sen itsesyttymislämpötila on noin kolme kertaa suurempi kuin dieselpolttoaineen ja noin kaksi kertaa korkeampi kuin bensiinin. Sitä

voidaan myös käyttää paikallisliikenteen kuten bussi- ja jäteliikenteen polttoaineena. (Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta.)

CBG on paineistettu biokaasu, joka toimii samoissa ajoneuvoissa kuin CNG. Biokaasu on ympäristöystävällisempi vaihtoehto kuin CNG, koska se on 100-prosenttisesti uusiutuva polttoaine. Sitä valmistetaan muun muassa biojätteistä, teollisuuden hävikistä ja jätevesien lietteistä. (Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta.)

3.2 Nesteytetyt kaasut

LNG on nesteytetty maakaasu, jota käytetään raskaan liikenteen polttoaineena. Maakaasusta on saatu nestemäistä tiputtamalla sen lämpötila -162-asteiseksi. Näin tehtynä kaasuntilavuutta on saatu pienennettyä raskaalle liikenteelle sopivaksi pidemmille matkoille. Ajoneuvomallista riippuen yhdellä tankkauksella pitäisi päästä jopa 1600 kilometriä. Nesteytetyn maakaasun tankkauksessa täytyy noudattaa erityisiä turvallisuusohjeita johtuen kaasun erittäin alhaisesta lämpötilasta. Gasumilla on tankkausvideoita ainakin Volvoon, Scaniaan ja Ivecoon. (Kuljetusten kulut ja päästöt kevenevät kaasulla.)

LBG on nesteytetty biokaasu, joka toimii samoissa ajoneuvoissa kuin LNG. Nimensä mukaisesti se on 100-prosenttisesti uusiutuvaa. (Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta.)

3.3 LPG

LPG on nestekaasu, jota on propaanin ja butaanin seos. Suomessa nestekaasua ei laissa tunneta polttoaineena, joten sen käyttäminen on Suomessa käytännössä mahdotonta. Suomessa ei myöskään ole tankkausasemia kyseiselle polttoaineelle. Koska nestekaasu on lievemmin verotettua kuin bensiini tai dieselpolttoaine, tulisi näin toimivalle henkilöautolle polttoainemaksuja 330 euroa päivässä (Laki polttoainemaksusta 2003: 9 §).

4 Määräykset

4.1 Traficomin määräykset

Kaasuajoneuvojen lisääntyessä täytyy myös Traficomin reagoida tilanteeseen. Sen on annettava määräyksiä, sääntöjä ja ohjeita edistääkseen liikenneturvallisuutta ja liikenteestä johtuvia ympäristöhaittoja. Tässä auttaa päivitettyt määräykset. Katsastustilanteessa havaittuja vikoja arvostellaan Traficomin antaman määräyksen TRAFICOM/423528/03.04.03.00/2020 Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet mukaisesti. Määräys tuli voimaan 1.11.2022, ja siihen on kirjattu uusia arvosteluperusteita ja tarkistuskohteita erityisesti kaasuajoneuvoille. (Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet 2022.)

Kuten alla olevasta taulukosta huomaa, ovat kaasujärjestelmään liittyvät viat aina vakavia tai ajokieltoon johtavia vikoja.

Taulukko 1. Arvosteluperusteet kaasuajoneuvoja koskeva osio (Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet 2022).

				Puutteellinen kiinnitys Komponentit puuttuvat, ovat vahingoittuneet, syöpyneet tai eivät vaatimusten mukaisia Putkien suojaus puutteellinen	Hylätty	
G6 Elektroninen ohjausyksikkö			Silmämääräinen tarkastus	Varoituslaite toimii virheellisesti Varoituslaite osoittaa järjestelmän toimintahäiriön	Ajokielto	
G7 Kaasuvuoto			Tarkastus ajoneuvo kuilun tai nostimen päällä, myös moottorin sisällä, tarvittaessa matkustaja- ja tavaratilat. Vuototunnistimen käyttö moottorin käydessä kaasulla ja sammutettuna.	Vuodosta johtuva kaasun läsnäolo	Ajokielto	
G8 Merkintä			Silmämääräinen tarkastus	Merkinnät ja tyyppikilpi tai komponenttien merkinnät eivät ole vaatimusten mukaisia	Hylätty	

4.2 Muutoskatsastus

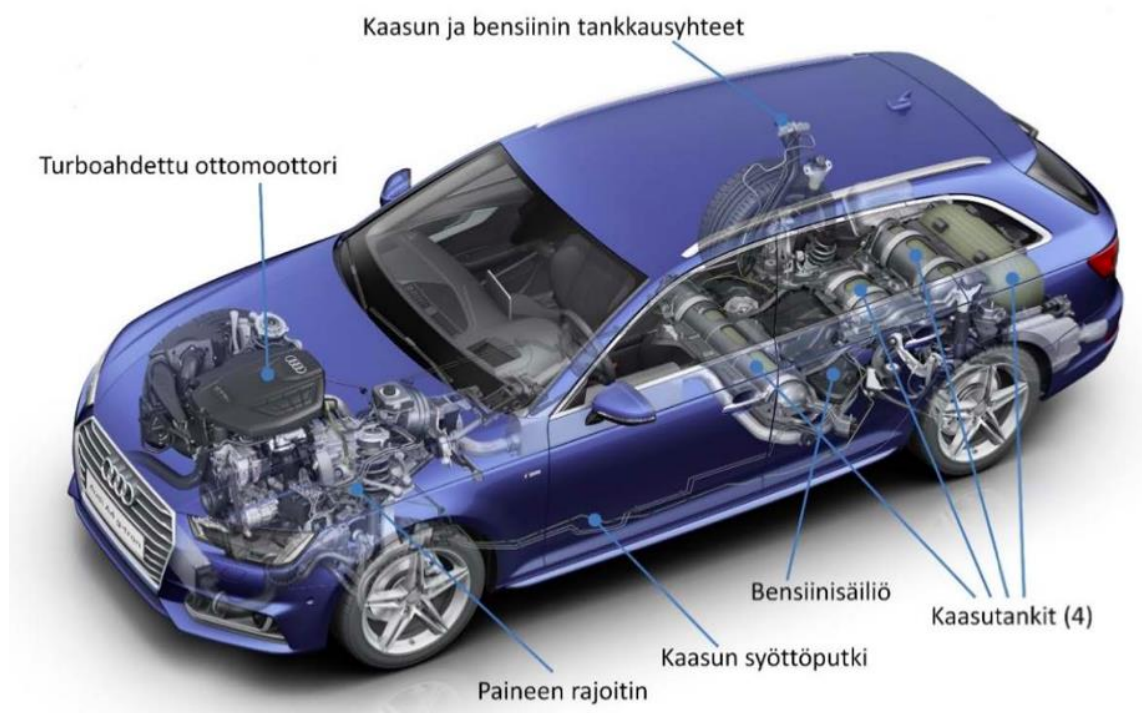
Kaasujärjestelmiä saa myös jälkiasennettuna. Jälkiasennetut järjestelmät tulee muutoskatsastaa, jotta ajoneuvot ovat tieliikennelain mukaisia. Näihin löytyy myös määräys Traficomilta, Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen. TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019. Sen kohdassa 6.2 Käyttövoimaksi kaasu kerrotaan, millä edellytyksillä jälkiasenteisen kaasujärjestelmän voi muutoskatsastuksessa hyväksyä. Edellytyksenä on, että auton pakokaasupäästötaaso ei saa huonontua. Se katsotaan täyttyneeksi, jos asennettava sarja on ajoneuvon tarkoitettu ja täyttää E-säännön 115 vaatimukset. Maakaasujärjestelmää asentaessa sarjan tulee myös käyttää osia, jotka vastaavat E-sääntö 110:tä. Neste-kaasujärjestelmän asennettavien osien tulee täyttää E-sääntö 67:n vaatimukset. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2021.)

Muutoksastuksessa katsastaja mittaa, että pakokaasupäästöt ovat ajoneuvon käyttöönottoajankohdan vaatimuksien mukaiset. 1.1.2001 jälkeen käyttöön otetuissa ajoneuvoissa myöskään MIL-valo ei saa palaa eikä OBD-järjestelmässä saa olla vikakoodeja. Maakaasusarjan valmistajalta tulee myös esittää todistus, että osat vastaavat E-sääntöä 110. Nestekaasussa todistuksesta tulee ilmetä E-sääntö 67-vastaavuus. Molemmista sarjoista tulee myös esittää todistus, josta ilmenee, että sarja vastaa myös E-sääntö 115:n vaatimuksia. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2021.)

Ajoneuvolle tehdään myös silmämääräinen tarkistus, että osat ovat niitä mistä todistukset on annettu ja että ne ovat turvallisesti asennettu. Todistus tarvitaan myös siitä, että asennus on vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005) mukainen. Tällaisen todistuksen voi saada Tukesin hyväksymältä asennus-, huolto- tai tarkastusliikkeeltä. Muutoksastuksessa järjestelmässä ei myöskään saa olla mitään taulukon 1 mukaisia vikoja tai puutteita. Polttoainetiedoksi ajoneuvoliikenteen tietojärjestelmään muutetaan joko Bensiini/CNG tai LPG, kaasun tyypin mukaan. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2021.)

5 Rakenne

Kaasuajoneuvoissa kaasujärjestelmä on rinnakkain perinteisen polttoainejärjestelmän kanssa. Komponentit ja niiden sijainnit (kuva 1) ovat samoja, mutta niissä on kuitenkin pieniä eroja. Tässä luvussa kuvataan kaasujärjestelmän osat pääpiirteittäin. Esitellyt rakenteet ovat VAG-konsernin ajoneuvoista, joita suurin osa liikkeellä olevista kaasuajoneuvoista on.



Kuva 1. Kaasuajoneuvon komponenttien sijainnit (Roinila 2019a).

5.1 Täyttöventtiili

Täyttöventtiili (kuva 2) on sijoitettu polttoaine aukon viereen kannen alle. Liitin on pikaliitintyylinen, ja se on suojattu kumisella tulpalla. Liittimeen on myös liitetty takaiskuventtiili.



Kuva 2. Kaasun täyttöventtiili polttoainekannen alla.

Kaasuaseman liittimessä on kahva, jolla se lukitaan täyttöventtiiliin. Kaasu tulee paineella, kunnes kaasusäiliöt ovat täynnä. Liitin irrotetaan kääntämällä siinä oleva kahva auki asentoon ja vetämällä liittimen kauluksesta liitin irti. (Näin tankkaat kaasuauton | Gasum 2021)

5.2 Kaasusäiliöt

Kaasusäiliöt toimivat polttonestesäiliön tapaan energiavarastona. Tankatessa kaasu varastoituu näihin säiliöihin. Kaasu tankataan aseman järjestelmästä noin 200 bar:n paineeseen. Säiliöitä on useimmiten enemmän kuin yksi, ja VAG-konsernin autoissa niihin mahtuu kaasua noin 20 kilogrammaa. Ajoneuvon alla olevat säiliöt on suojattu muovisella kotelolla. Säiliöihin on myös merkitty eräpäivä, jolloin niitä ei saa enää käyttää ja ne tulisi vaihtaa uusiin. Niiden elinikä on 20 vuotta.

Uudemmissa ajoneuvoissa kaasu on pääpolttoaine ja bensiini toissijainen. Bensiinitankki näissä malleissa on vain alta 10 litraa.



Kuva 3. Kaasusäiliöt auton alta kuvattuna muovikotelossa.

5.3 Sulkuventtiili

Sulkuventtiilit on sijoitettu jokaiseen kaasusäiliöön erikseen. Venttiilit ovat suljettuna, kun putkissa ei ole kaasuvirtausta. Tämä estää kaasun vapaan virtaamisen putkissa, kun ajoneuvo on sammutettuna. Sulkuventtiilillä on myös muita ominaisuuksia, kuten virtauksen rajoitus, manuaalinen sulku ja korkeille lämpötiloille lämpöventtiili. Koska jokaisessa säiliössä on oma sulkuventtiili, ajoneuvolla voi ajaa vaikka yksi venttiileistä hajoaisi, kunhan kaasun virtaus on riittävä.

(VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion 2013: 16–17.)

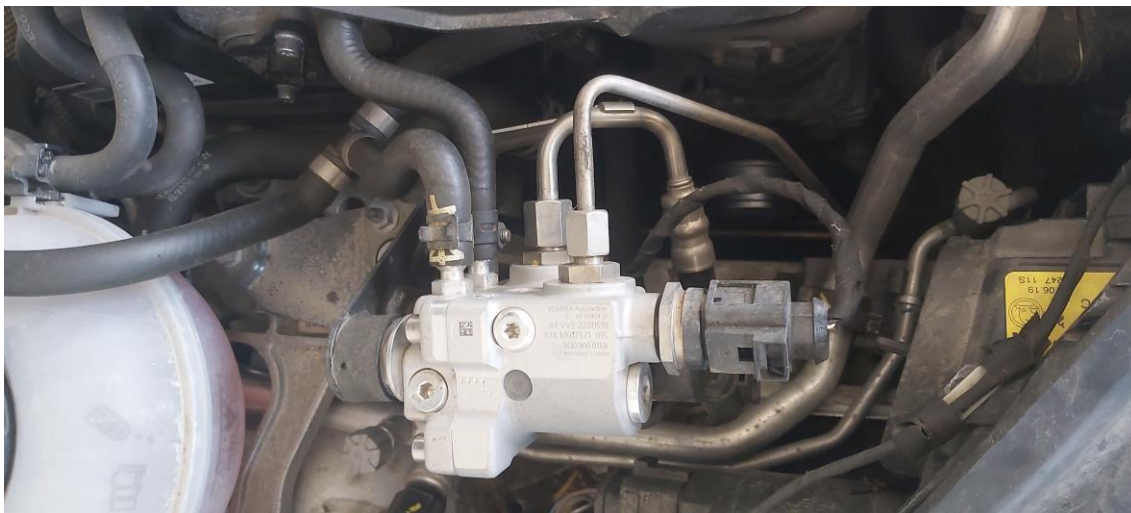
Virtauksen rajoitin sulkee venttiilin, mikäli virtausta on liikaa. Tämä voi johtua rikkoutuneesta komponentista, liitoksesta tai putkesta. Rajoittimessa tarkkailaan paineen ero sen molemmin puolin ja kun paine-ero kasvaa noin 6.5 baaria, venttiili sulkeutuu. (VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion 2013: 18.)

Manuaalinen sulkku on nimensä mukaisesti manuaalisesti työkalulla suljettava venttiili. Erikoistyökalulla voidaan ja täytyy sulkea venttiili kaasujärjestelmän huoltojen ja korjausten ajaksi turvallisuussyistä. (VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion: 19.)

Lämpöventtiili on myös sulkuventtiilin komponentti. Säiliöissä paine alkaa nousta, mikäli kaasu lämpiää liikaa. Lämpöventtiilin tarkoitus on näissä tilanteissa estää säiliön räjähtäminen tai repeytyminen. Venttiilissä on sulava tulppa, joka normaaleissa lämpötiloissa sulkee sen. Kun lämpötila nousee yli 110 asteeseen, tulppa sulaa, jolloin venttiili aukeaa. Venttiilin auetessa kaasu pääsee vuotamaan hallittuja reittejä pitkin ilmaan. (VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion 2013: 19.)

5.4 Paineensäädin

Paineensäädin (kuva 4) alentaa säiliöistä tulevan kaasun 200 baarista käyttöön sopivaksi 5–9 baariksi. Ensin kaasu tulee laitteeseen säiliöstä ja menee laitteessa olevan suodattimen läpi. Tämän jälkeen kaasu kulkeutuu venttiiliin ja kun kaasun paine saavuttaa 20 baaria, jousi sulkee kaasun tulon. Paineen alentuessa kaasun lämpötila putoaa, joten sitä lämmitetään jäähdytysnestekierrolla. Tästä kaasu ohjautuu säätöventtiilille, jota ohjataan PWM-signaalilla moottorinohjaimen toimesta. Tästä kaasu suuntautuu jakotukille ja siitä suuttimille. (Electronic Pressure Regulator by Ventrex 2019.)



Kuva 4. Paineensäädin moottoritilassa.

5.5 Suuttimet

Suuttimien tehtävä on syöttää polttoaine, tässä tapauksessa kaasu, moottorille. Kaasu siirtyy paineensäätimeltä jakotukille, josta se sitten siirtyy suuttimille. Suuttimet on sijoitettu imusarjaan. Suuttimien ei tarvitse sumuttaa kaasupolttoainetta sumuksi niin kuin nestemäisten polttonesteiden suuttimet tekevät. Suuttimet ovat perinteisiä magneettiventtiileitä, joihin tulee jakotukilta paine koko ajan ja moottorinohjaus ohjaa niiden avautumista. (Jäkäläniemi 2019: 13–14.)

5.6 Moottorinohjaus

Moottorinohjaus ohjaa sekä bensiini- että kaasujärjestelmän toimintaa. Sen tehtävä on ohjata, kumpaa järjestelmää missäkin olosuhteissa käytetään. Sillä ohjataan esimerkiksi kylmäkäynnistystä. Alle 10 pakkasasteessa järjestelmä käynnistyy bensiinillä. Kun moottorin lämpötila ylittää 10 astetta, vaihtuu polttoaineeksi kaasu. Myös erilaisissa vikatilanteissa jos toisessa järjestelmässä on vikaa, käynnistetään moottori ehjällä järjestelmällä. Moottorinohjauksella myös säädetään seossuhdetta ja suuttimien avautumista oikealla ajoituksella. (VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion 2013: 13–14.)

6 Lakisääteiset mittaukset

6.1 Mittalaite

Jokaisella kaasuaajoneuvoja katsastavalla asemalla täytyy olla vuodonilmaisimien. Traficomien määräys TRAFICOM/94445/03.04.03.00/2019 Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet, kohdan 5.1 mukaan jos katsastetaan LPG/CNG/LNG-ajoneuvoja vuodonilmaisimien pitää löytyä. Kohdasta 6 löytyy myös, että mittalaite täytyy kalibroida 12 kuukauden välein. (Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet 2019.)

A-katsastus konserni on valinnut laitteeksi Kaasuvuodonilmaisimen SE100GF-T (kuva 5). Laitteella pystyy mittaamaan tyypillisimmät polttoaineina käytetyt kaasut, kuten CH₄ (metaani) ja LPG (isobutaani ja isopropani). Mittayksikköinä näille toimivat ppm eli parts per million (miljoonasosa) ja prosenttipitoisuutta ilmassa. Mittaushaarukka on metaanilla 0–10000ppm ja butaani-propanolilla 0–1800ppm. Laitteen näytössä näkyy lämmitys aika ja mittauksen tulos reaalitajassa numeroilla sekä graafisesti. Sensorin varsi on 270 mm pitkä, mikä auttaa sensorilla mittaamista ahtaista paikoista, kuten suuttimilta moottoritilassa. (Mittarin tekniset tiedot.)

Laite on helppo ja nopeakäyttöinen. Kun laitteen käynnistää, alkaa esilämmitysvaihe, joka kestää noin 40 sekuntia. Tämän jälkeen laite antaa äänimerkin ja on valmis mittaamaan vuotoja. Mittauksen aikana laite antaa äänimerkin tasaisin väliajoin. Mikäli kaasun läsnäoloa havaitaan, alkaa laitteen ääni kiihtymään ja mittaustulos ilmestyy laitteen näytölle.



Kuva 5. Kaasuvuodonilmaisin SE100GF-T.

6.2 Katsastuksessa suoritettavat tarkistukset

Katsastustilanteessa täytyy todeta, että kaasujärjestelmä on turvallinen, eikä vuoda. Vuodot testataan yllä mainitulla mittalaitteella. Koska katsastus pitää suorittaa osia purkamatta, mittarilla käydään läpi kaikki näkyvillä ja helposti saatavilla olevat kaasujärjestelmän komponentit. Mittaus on suorituksena nopea eikä pitkitä katsastusprosessia kuin muutamalla minuutilla.

Niin kuin taulukossa 1 todetaan, autoa on pystyttävä käyttämään kaasulla katsastuksessa. Tämä pystytään toteamaan mittaristossa palavalla merkkivalolla käytettävästä polttoaineesta sekä pakokaasumittarilla ajoneuvon pakoputkesta. Kaasulla käydessä pakokaasuarvot ovat melko samanlaiset kuin pelkällä bensiinillä käydessä. Hiilidioksidi eli CO₂-arvo on kaasulla käytettäessä normaalisti

vähän yli 11 prosenttia (kuva 6), kun pelkässä bensiinillä käytettäessä arvo on normaalisti 14–15 prosenttia.



Kuva 6. Pakokaasu arvot ajoneuvon käydessä kaasulla.

Mittaristosta pystyy toteamaan, että auto käy kaasulla. Vasemmalla alhaalla on kaasunmäärämittari, ja siinä oleva vihreä CNG-valo palaa, kun kaasu on polttoaineena.



Kuva 7. Kaasuajoneuvon mittaristo

Moottoritulasta mittarilla käydään mittaamassa paineensäädin ja mahdollisuuksien mukaan suuttimet. Komponentteja mitattaessa täytyy olla tarkkana niiden sijainnista ja siitä, mitä niiden ympärillä on. Esimerkiksi VAG-konsernin tuotteissa paineensäädin on sijoitettu jäähdytysnesteen paisuntasäiliön

läheisyyteen ja lasinpesunestesäiliön viereen. Mitattaessa täytyy ottaa huomioon, etteivät niistä mahdollisesti aiheutuvat kaasut vaikuta mittauksen tulokseen ja aiheuta väärää tuomiota.

Ajoneuvon ollessa alhaalla mitataan myös tankkausluukun alla oleva täyttöventtiili. Tässäkin täytyy huomioida polttonesteen täyttöaukon tiiviys, ettei sieltä mahdollisesti tulevat höyryt vääristä kaasumittausta.

Kaasusäiliöiden vuodot saadaan mitattua ajoneuvo ylös nostettuna. Ajoneuvon alapuolelta saadaan myös mitattua syöttöputkien liitokset. Alapuolella mitattaessa tulee olla tarkkana, ettei mittari ota virheellistä arvoa ajoneuvon omista pakokaasupäästöistä. Ainakin VW- ja Seat-merkkisissä ajoneuvoissa pakoputken pää jää ajoneuvon alle juuri taka-akselin etupuolelle, joten jos moottori on käynnissä pakokaasuja voi jäädä auton alle häiriten mittausta kuten kuvassa 8.



Kuva 8. Pakoputken päästä mitattu arvo.

Suurimmassa osassa katsastuksen tarkistuskohteista arvioidaan silmämääräisesti. Niin myös kaasukomponenttien kunto ja liitännät tarkistetaan myös silmämääräisesti. Maakaasussa on myös erittäin tunnistettava haju, joten katsastajan hajuaistista on hyötyä vuotojen selvittämisessä. Maakaasuhan on normaalisti hajuton, mutta polttoaine käytössä siihen on lisätty hajuainetta vuotojen havaitsemiseksi.

6.3 Käytännönmittaukset

Opinnäytetyötä varten suoritettavat mittaukset tehtiin kaikki VAG-konsernin ajoneuvoista katsastuksen yhteydessä. Ajoneuvoista mitattiin vuodot luvun 6.2 esimerkin mukaisesti ja mittauksia suoritettiin 10 kappaletta. Missään ajoneuvossa ei todettu oikeita kaasuvuotoja vaan ainoastaan häiriöistä johtuvia mittaustuloksia.

Häiriötuloksia saatiin moottoritolasta raollaan olleesta paisuntasäiliön korkista ja lasinpesunestesäiliön korkista. Myös pakokaasuilla huomattiin olevan vaikutusta mittauksen luotettavuuteen auton alla mitattaessa.

6.4 Raja-arvot

Kaasuajoneuvovalmistajat eivät ole ilmoittaneet mitään merkki- tai mallikohtaisia raja-arvoja kaasuvuodoille. Tämän takia pienikin kaasuvuoto pitää tarkastella erittäin huolellisesti, sillä kaasuvuoto on merkittävä turvallisuusriski sekä ympäristöhaitta. Kaasuvuoto on arvosteluperusteiden mukaan ajokieltoon johtava vika ja arvioitava myös sen mukaisesti. Kuitenkin käytettävä mittalaite on hyvin herkkä muillekin ympäristön kaasuille, niinpä aivan pienimpiin mittaustuloksiin kannattaa suhtautua kriittisesti.

A-katsastus Oy:n ohjeistuksen mukaan alle 100 ppm:n tuloksesta kannattaa harkita, onko kyseessä oikea kaasuvuoto. Todetuissa vuototapauksissa mittaustulokset ovat olleet huomattavasti suurempia, yli 1000 ppm. (Mäkilä 2023.)

Kuten kuvasta 8 huomataan, suoraan putkestakin mitattuna arvo 429ppm oli huomattavasti alempi kuin oikean kaasuvuodon arvo.

7 Onnettomuudet

Onnettomuustietoinstituutti tutkii vuosittain noin 200–220 onnettomuutta. Nämä ovat pääasiassa kuolemaan johtaneita tie- ja maastoliikenneonnettomuuksia. Lautakunta tutkii myös vuosittain noin 100–150 muuta onnettomuutta, kuten raskaan kaluston ja vakavaan vammautumiseen johtaneita onnettomuuksia. (Nuutinen 2023.)

Koko ajoneuvokalustoon nähden kaasujoneuvojen määrä on hyvin pieni. Tästä syystä ainakaan tutkintaan johtaneissa onnettomuuksissa ei ole ollut osallisena kaasukäyttöistä ajoneuvoa. Ainoastaan yksi kaasuvuotoon liittyvä onnettomuus on tutkittu, mutta mitään laajempia tutkimuksia vuotoihin liittyen Onnettomuustietoinstituutilla ei ole. (Nuutinen 2023.)

8 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli kuvata kaasujärjestelmää ja vuotojen raja-arvoja sekä lopuksi tehdä katsastuksessa vaadittavat tarkastukset.

Rakenteiden kuvauksessa hyödynnettiin Jere Jäkäläniemen (2019) insinööri-työtä, jossa rakennettiin bensiinikäyttöisestä ajoneuvosta kaasukäyttöinen. Paineensäätimen toiminnasta löytyi video säätimen valmistajalta, joka selvensi kaasun paineen alentamista.

Raja-arvojen osalta työ jäi vaillinaiseksi, koska valmistajien edustajilta ei saatu mitään tietoja. Katsastuksissa on kuitenkin tullut vastaan tapauksia, joissa on

ilmennyt selviä kaasuvuotoja. Näiden pohjalta on saatu mittaustuloksia, joiden perusteella on luotu ohjeistus tietynlaiseen raja-arvoon 100 ppm.

Käytännön vuotomittauksia tuli suoritettua useita. Näistä yhdessäkään ei ilmennyt kaasuvuotoja, mutta häiriötekijöiden tuloksia saatiin testattua monissa eri tilanteissa. Häiriötuloksia saatiin moottoritolasta raollaan olleesta paisuntasäiliön korkista ja lasinpesunestesäiliön korkista. Myös pakokaasuilla huomattiin olevan vaikutusta mittauksen luotettavuuteen auton alla mitattaessa.

Kaasuvuotomittaus on nopea suorittaa määräaikaikatsastuksen aikana, mutta sitäkin tärkeämpi ajoneuvon turvallisuuden kuin myös ympäristöpäästöjen vuoksi. Vaikka kaasuautoilu onkin selkeästi yleistynyt, kaasuautoja ei siltikään tule katsastukseen usein. Tästä syystä on tärkeää, että kaasuvuodot pystytään toteamaan ja sen mukaisesti myös viat tulevat korjattua.

Lähteet

A-Katsastuksen historiaa. Verkkoaineisto. A-katsastus Oy. <<https://www.a-katsastus.fi/tietoa-meista/a-katsastuksen-historiaa/>>. Luettu 4.9.2023.

Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet. 2022. Traficom. TRAFICOM/423528/03.04.03.00/2020.

Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen. 2021. Traficom. TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019.

Electronic Pressure Regulator by Ventrex. 2019. Verkkoaineisto. Ventrex Automotive. <<https://www.youtube.com/watch?v=FEZwID3Oi18>>. Katsottu 16.10.2023.

Jäkäläniemi, Jere. 2019. Bensiinikäyttöisen henkilöauton muuttaminen biokaasukäyttöiseksi. Opinnäytetyö. Oulun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet. 2019. Traficom. TRAFICOM/94445/03.04.03.00/2019.

Kuljetusten kulut ja päästöt kevenevät kaasulla. Verkkoaineisto. Gasum, <<https://www.gasum.com/Yrityksille/puhdas-liikenne/kuljeta-kaasulla/>>. Luettu 23.9.2023.

Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta. Verkkoaineisto. Gasum. <<https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasuauto/kysymyksia-kaasuautoilusta/>>. Luettu 23.9.2023.

Laki polttoainemaksusta 2003/1280. 9§ 1. momentti 1. kohta.

Mittarin tekniset tiedot. Verkkoaineisto. Suomen työkalu. <<https://www.suomen-tyokalu.fi/app/uploads/2022/08/gas-leak-detector-ing.pdf>>. Luettu 28.8.2023.

Mäkilä, Janne. 2023. Tekninen päällikkö. Sähköposti viesti 24.2.2023. A-Katsastus Oy.

Nuutinen, Juha. 2023. Tutkinnan koordinaattori. Sähköposti viesti 22.11.2023. Onnettomuustietoinstituutti (OTI).

Näin tankkaat kaasuauton | Gasum. 2021. Verkkoaineisto. Gasum. <<https://www.youtube.com/watch?v=sR2l8KlpfaQ>>. Katsottu 23.9.2023.

Roinila, Jukka. 2019a. Kaasuautotiedon perusteet. Verkkoartikkeli. Kaasuautoilijat ry. <<https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/22/kaasuautotietoa/>>. Luettu 22.8.2023.

Roinila, Jukka. 2019b. Tilastotietoja kaasuautojen markkinoista Suomessa ja Euroopassa. Verkkoartikkeli. Kaasuautoilijat ry. <<https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/24/kaasuautomarkkinoiden-kehitys/>>. Luettu 22.8.2023.

Tietoa A-Katsastus-konsernista. Verkkoaineisto. A-katsastus Oy. <<https://www.a-katsastus.fi/tietoa-meista/tietoa-a-katsastus-konsernista/>>. Luettu 4.9.2023.

VAG SSP 528 – The Natural Gas Drive in the Golf / Golf Estate TGI BlueMotion. 2013. Opintomateriaali. Volkswagen AG. Luettu 20.11.2023.