



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Mikael Holopainen

## Huollon vaikutus päästöihin ja kulutukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

5.1.2020

Tekijä Otsikko	Mikael Holopainen Huollon vaikutus päästöihin ja kulutukseen
Sivumäärä Aika	25 sivua 5.1.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Heikki Parviainen
<p>Tämän insinööryön tavoitteena oli selvittää ajoneuvon asianmukaisen huollon vaikutukset päästöihin sekä kulutukseen.</p> <p>Testin kohteeksi valikoitui Volkswagen Golf -henkilöauto vuosimallia 2007. Auto oli varustettu 1,6-litraisella imusarjaruiskutteisella bensiinimoottorilla. Auto oli ennen testiä normaalissa ajokelpoisessa kunnossa ja katsastettu. Ajoneuvon mittarilukema oli hankintahetkellä, 29.9.2019, 187 321 km.</p> <p>Kyseisen auto valittiin puutteellisen huoltohistorian perusteella sekä koska se vastaa iältään hyvin keskimääräistä suomalaista henkilöautoa. Huoltoja oli suoritettu käytännössä vain pakon vaatiessa; huoltokirjassa ei ollut merkintöjä laisinkaan. Autoa ei ollut käytetty merkkihuollossa eikä määräaikaishuoltoja ja varsinkaan tarkistuksia ollut, tehty huolto-ohjelman mukaisesti.</p> <p>Työ aloitettiin mittaamalla vertailuarvot auton ollessa samassa kunnossa kuin hankintahetkellä. Kun vertailuarvot oli saatu, suoritettiin tarkastus, jossa selvitettiin puutteet huolloissa. Mittaukset uusittiin, kun auton huollot oli saatu huolto-ohjelman mukaiselle tasolle.</p> <p>Huollon jälkeen yhdistetty kulutus laski 7,8 %, ajonaikaiset hiilidioksidipäästöt puolestaan lähes 8 %. Suomalaisen autoilijan keskimääräisellä vuotuisella ajokilometrimäärällä tämä tarkoittaa vuodessa lähes 120 l säästettyä polttoainetta ja noin 260 kg pienempiä hiilidioksidipäästöjä.</p> <p>Voidaan siis todeta, että auton huoltamisesta on konkreettista hyötyä myös sen ilmastoystävällisyyden parantamisessa.</p>	
Avainsanat	Huolto, päästöt, kulutus, ajoneuvo

Author Title	Mikael Holopainen Influence of Maintenance on Emissions and Fuel Consumption
Number of Pages Date	25 pages 5 January 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Heikki Parviainen, Senior Lecturer
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to find out what influence proper maintenance has on the emissions and fuel consumption of a passenger car.</p> <p>The tests were performed on a 2007 Volkswagen Golf passenger car, equipped with a 1.6-liter manifold injected petrol engine. The car had a valid MOT inspection and was in normal drivable condition. The mileage was 187 321 km on the 29<sup>th</sup> of October 2019, when the car was purchased for the test.</p> <p>This particular car was chosen because of the neglected service history, and because the age of this car is close to the average age of passenger cars in Finland. The car had only had maintenance done out of necessity. The car had not been serviced at a certified Volkswagen dealer, and the maintenance inspections had not been carried out according to the maintenance program.</p> <p>Testing started by setting the benchmark values for the emissions and consumption, by measuring them with the car in the same condition as on the day of the purchase. When these values had been recorded, a thorough maintenance and inspection was performed. After the maintenance the same tests were carried out again.</p> <p>After the maintenance there was a drop of 7.8 % in the average consumption, and the emissions were hereby lowered by nearly 8 %. With the average yearly mileage of a Finnish driver, this would mean almost 120 l of saved fuel and approximately 260 kg less carbon dioxide released into the atmosphere every year.</p> <p>It can be concluded that proper maintenance of a passenger car does have a concrete impact on how environmentally friendly it is.</p>	
Keywords	Maintenance, emissions, consumption, vehicle

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Testauskohde	1
2.1	Yleistiedot	1
2.2	Auton historia	2
3	Kunnon tarkastus	3
3.1	Havaitut puutteet tekniikassa ja alustassa	3
3.2	Havaitut puutteet korissa	7
4	Huollot	8
5	Kulutus ja päästömittaukset	9
5.1	Mittalaitteiden asennus	10
5.2	Kulutuksen mittaus	14
5.3	Päästöjen mittaus	15
6	Tulokset	16
6.1	Kulutusmittaukset	16
6.2	Päästömittaukset	17
7	Yhteenveto	20
	Lähteet	21

## Lyhenteet

- OBD, (on-board diagnostics) ajoneuvon sisäänrakennettu diagnostiikka, josta nähdään ohjainlaitteiden tiedot sekä vikailmoitukset.
- HC, hiilivety.
- CO, hiilimonoksidi.
- CO<sub>2</sub>, hiilidioksidi.
- O<sub>2</sub>, happi.
- NO, typpioksidi.
- CO korj, hiilimonoksidi korjattu arvo.

## 1 Johdanto

Ympäristöystävällisyys on tänä päivänä suosittu teema. Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää, kuinka suuri vaikutus henkilöauton asianmukaisella huollolla on sen kulu-  
tukseen sekä päästöihin. Suoritustavaksi valikoitui testaaminen käytännössä.

Tätä varten vaadittiin auto, jonka huoltoja oli laiminlyöty. Testejä varten hankittiin käytetty Volkswagen Golf -henkilöauto. Kyseinen auto valikoitui, koska se vastasi hyvin keski-  
määräistä suomalaista henkilöautoa iältään ja sen huoltohistoriassa oli selviä puutteita. Autolle suoritettiin päästö- sekä kulutusmittaukset ennen huoltoja sekä uudestaan huol-  
tojen jälkeen. Mittauksien virheitä pyrittiin minimoimaan suorittamalla ne mahdollisim-  
man samanlaisissa olosuhteissa.

Liikenteen päästöjä pyritään nykyään aktiivisesti pienentämään. Tosiasia on kuitenkin,  
että kaikilla suomalaisilla autoilijoilla ei ole varaa uudempaan vähäpäästöiseen autoon.  
Kaivataankin siis helpompia ja halvempia tapoja liikenteen päästöjen pienentämiseen.  
Teknisen kaupan ja palveluiden yhdistyksen [1, s. 3] tekemän tutkimuksen mukaan jopa  
yksi kolmesta autoilijasta laiminlyö huolto-ohjelman noudattamisen. Tämä osoittaa, että  
parantamisen varaa löytyy reilusti. Tässä selvitystyössä haluttiin konkreettisesti osoittaa,  
kuinka autoilusta voidaan yksinkertaisella tavalla tehdä hieman ympäristöystävällisem-  
pää.

## 2 Testauskohde

### 2.1 Yleistiedot

Testit suoritettiin vuosimallin 2007 Volkswagen Golf -henkilöautolle. Suomalaisen henki-  
löauton keski-ikä oli vuonna 2018 12,1 vuotta [2, s. 1] Kyseinen auto vastaakin siis iäl-  
tään hyvin keskimääräistä suomalaista henkilöautoa.

Auto oli varustettu 1,6-litraisella nelisynterisellä bensiinimoottorilla. Moottorikoodiltaan BSE; kyseessä oli siis vanhempaa teknologiaa edustava 8 venttiilinen imusarjuiskutainen versio. Golfin viidettä sukupolvea on myös valmistettu 1,6-litraisella suoraruiskutteisella FSI-bensiinimoottoreilla varustettuna. Kuvassa 1 mittauksiin käytetty VW Golf -henkilöauto.



Kuva 1. Volkswagen Golf V, vm. 2007

## 2.2 Auton historia

Auto oli ensirekisteröity 23.5.2007 Virossa, josta se oli tuotu Suomeen vuonna 2009 noin 50 000 km ajettuna. Auto oli ollut Suomessa vuodesta 2009 saakka samalla omistajalla. Autoa oli myyjän mukaan huollettu tarpeen vaatiessa, yleensä katsastuksien yhteydessä. Auton hansikaslokerossa oli huoltokirja, mutta sitä ei ollut täytetty. Autoa ei ollut käytetty merkkihuollossa, joten mitään sähköistä huoltohistoriaa ei myöskään ollut saatavilla.

Huolto-ohjelman (Long Life) mukaan kyseisen auton huoltoväli on 30 tkm. Tässä 30 tkm:n huollossa vaihdetaan moottoriöljy, öljynsuodatin sekä raitisilmansuodatin. 60

tkm:n välein vaihdetaan lisäksi tulpat sekä moottorin ilmansuodatin ja puolestaan 90 tkm:n välein myös jakohihna sekä vesipumppu.

Auto hankittiin 29.9.2019 testejä varten 187 321 km ajettuna. Auto oli katsastettu ja oli ollut normaalisti käytössä. Myynnin syyksi ilmoitettiin uudemman auton hankinta.

### 3 Kunnan tarkastus

Autolle tehtiin perusteellinen tarkastus hankinnan jälkeen, millä pyrittiin kartoittamaan, mitkä kohteet vaativat huoltoa. Hankintahetkellä autossa ei ollut havaittavissa muita varsinaisia vikoja kuin katkennut oikea etujousi sekä jarrupalojen kuluneisuuden varoitusvalo mittaristossa. Vikakoodien luku ei myöskään näyttänyt mitään vikoja.

#### 3.1 Havaitut puutteet tekniikassa ja alustassa

Ajoneuvon huoltohistoriaa ei ollut dokumentoitu, joten jokainen osa-alue piti tarkistaa puutteiden varalta. Samalla tarkistettiin myös osia, jotka eivät vaikuta päästöihin ja kulu- tukseen, mutta kuuluvat huolto-ohjelmaan.

Öljyn sekaan oli selkeästi kondensoitunut vettä; öljykorkissa oli havaittavissa kellertävää vaahromaista aineista. Todennäköisin syy on, että autolla oli ajettu usein vain lyhyttä matkaa. Tällöin moottori ei ehdi lämmetä tarpeeksi, jotta kosteus haihtuisi. Öljyt oli vaihdettu alkuvuodesta, mutta tarkkaa edellisen vaihdon mittarilukemaa ei ollut tiedossa. Kuitenkin myyjän mukaan vähemmän kuin Long Life huolto-ohjelman 30tkm:n vaihtoväli.

Ilmansuodatin sekä raitisilmansuodatin (ks. kuvat 2, 3 ja 4) olivat selvästi vaihdon tarpeessa. Kumpaankin oli kertynyt runsaasti likaa ja roskaa. Lisäksi ilmansuodatinkotelolle johtava imuputki oli pois paikoiltaan. Imuputki oli siis pois paikoiltaan ennen ilmanmas- samittaria ja suodatinta, joten tällä ei ole käytännössä vaikutusta auton toimintaan.





Kuva 2. Vasemmalla uusi raitisilmansuodatin, oikealla vanha.



Kuva 3. Vanha ilmansuodatin, ns. kylmän ilmaston malli, jonka pinnassa on vaahtomuovimainen kerros. Kerroksen tarkoitus on vähentää kosteuden pääsemistä suodattimen läpi.



Kuva 4. Uusi ilmansuodatin asennettuna paikalleen, huom. tarvikeosa, jossa ei ole vaahtomuovista kerrosta.

Jakohihnan sekä vesipumpun vaihtoväliksi suositellaan huoltokirjassa 5 v / 90 tkm. Jakohihna oli moottoritilassa olevan tarran perusteella vaihdettu 90 tkm:n kohdalla vuonna 2013, eli molemmat rajat oli ylitetty. Jakohihna oli kuitenkin silmämääräisesti käyttökelpoinen, siinä ei ollut havaittavissa halkeamia tai muuta näkyvää kulumaa.

Jäähdytinneste oli liikaista. Sen edellisen vaihdon ajankohdasta ei ollut tietoa, ja onkin todennäköistä, ettei nestettä ollut vaihdettu edellisen jakohihnan ja vesipumpun vaihdon jälkeen. Jarruneste puolestaan oli väriltään normaalia, eikä vesipitoisuuden mittauksen mukaan ollut vielä vaihtotarvetta.

Sytytystulppien kärjet olivat selkeästi karstoittuneet, mikä viittaa vahvasti siihen, ettei niiden toiminta enää ole ollut normaalilla tasolla.

Oikeasta etujousesta oli katkennut yläpäästä noin puolen kierroksen mittainen pala (ks. kuva 5), jousi oli tämän seurauksena päässyt kiertymään pois paikaltaan samalla vau-

rioittaen ylätuen laakeria. Vaurio oli kohdistunut laakerin ulkokuoreen, mutta laakerin varsinaiseen toimintaan vaurio ei ollut vielä vaikuttanut. Ajan myötä laakerin sisälle kuitenkin pääsisi epäpuhtauksia, eli sen käyttöikä ei tulisi olemaan pitkä.



Kuva 5. Oikeasta etujousesta katkennut pala.

Valoissa tai muissa sähkölaiteissa ei havaittu vikoja paitsi ulkolämpötilan anturissa. Ajo-tietokone ilmoitti ulkolämpötilaksi noin 35 astetta todellisen ulkolämpötilan ollessa noin 5 astetta. Anturi sijaitsee auton keulassa etupuskurin takana. Tämä anturi ei vaikuta moottorin toimintaan.

Merkittävin puute paljastui jarruista: takajarrupalojen kitkapinta oli kulunut käytännössä kokonaan pois sisemmistä jarrupaloista (kuva 6). Edessä jarrupaloissa oli paremmin pintaa (kuva 7), mutta autoon oli asennettu vääränmalliset jarrupalat, joista puuttui varoitusjohto. Tästä johtuen mittaristossa paloi jarrupalojen kuluneisuuden varoitusvalo. Jarrupalojen liukupinnat olivat ruostuneet, liikutapit olivat jumissa, mutta yllättäen jarrusatulan männät liikkuivat kuitenkin hyvin. Oikean etujarrusatulan alemman liikutapin kierteet olivat vaurioituneet, liikutappi ei ollut varsinaisesti ollenkaan kiinni. Kyseisessä mallissa ei ole erillistä jarrusatulan kannaketta, vaan kannake on kiinteä osa etunavan rakennetta. Korjaus vaatii siis kierteiden korjauksen tai navan vaihdon.



Kuva 6. Vanhat takajarrupalat irrotettuna.



Kuva 7. Etujarrusatula ennen huoltoa.

### 3.2 Havaitut puutteet korissa

Korin puutteet eivät juuri vaikuta tämän työn mittauksiin, joten ne käsitellään lyhyesti.

Autosta puuttui kaikki pohjamuovit keulasta, ja tällä on toki vaikutusta auton ilmanvaukukseen sekä moottorin lämpötilaan. Kyseessä on kuitenkin hyvin pieni vaikutus kulu-

tusta ja päästöjä ajatellen. Kokonaisvaltaisen ilmastoystävällisyyden kannalta on kuitenkin hyvä huomioida, että pohjamuovin puuttuessa konetilan mahdolliset vuodot pääsevät suoraan maahan. Kyseisessä autossa ei ollut havaittavissa vuotoja.

Autossa oli alkavia ruostevaurioita helmoissa sekä etuovien etuosan alakulmissa. Kyseessä on tälle korimallille tyypilliset ruostekohdat.

#### 4 Huollot

Kun huoltoa vaativat kohteet oli kartoitettu, pystyttiin hankkimaan kaikki tarvittavat varaosat. Lueteltujen osien lisäksi uusittiin moottoriöljy sekä jäähdytysneste. Jarrunestettä ei vaihdettu eikä myöskään asennettu konetilaan uutta pohjamuovia. Pohjamuovia ei asennettu, koska uutta osaa ei ollut saatavilla aikatauluun sopivan ajan sisällä kohtuulliseen hintaan. Jarruneste puolestaan ei ollut vaihdon tarpeessa.

Vaihdon tarpeessa olevat varaosat olivat seuraavat:

- jakohihnasarja (sisältää kiristimen sekä ohjainrullan)
- vesipumppu
- moniurahihna
- moniurahihnan kiristin
- öljynsuodatin
- öljyn tyhjennystulppa (kiinteä tiiviste)
- ilmansuodatin (moottori)
- raitisilmansuodatin

- polttoaineensuodatin
- sytytystulpat (4 kpl)
- etujousi
- etuylätuen laakeri
- jarrupalat (eteen sekä taakse)
- liukutapit (eteen vasen ja oikea)
- ulkolämpötilan anturi.

Osien uusimisen yhteydessä puhdistettiin jarrusatuloista jarrupalojen liukupinnat sekä ilmattiin jarrut. Samalla korjattiin liukutapin kierre oikean etujarrusatulan kannakkeesta. Korjaukseen käytettiin kierteenkorjaussarjaa. Aluksi kannakkeeseen tehtiin uusi isompi kierre sarjaan kuuluvalla kierretapilla. Tähän kierteeseen asennettiin irtokierre, johon alkuperäistä vastaava liukutappi sopii suoraan.

Korissa havaittuja puutteita ei korjattu mittausten välissä.

## 5 Kulutus ja päästömittaukset

Kulutusmittaus suoritettiin asentamalla autoon kulutusmittari. Autolla ajettiin samat reitit ennen huoltoja ja niiden jälkeen. Näiltä matkoilta mitattiin keskikulutusta. Eri ajotilanteiden kulutuksen lisäksi mitattiin myös kulutus määrätyillä tasanopeuksilla.

Päästöt mitattiin myös luonnollisesti ennen huoltoja ja niiden jälkeen. Päästömittaukset pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman samoissa olosuhteissa ja lisäksi suoritettiin neljä erilaista mittausta. Tämä tehtiin olosuhteista johtuvien virheiden välttämiseksi sekä niiden tunnistamisen helpottamiseksi.

## 5.1 Mittalaitteiden asennus

Peiseler GmbH:n valmistama kulutusmittari sekä nopeusanturi asennettiin testiajoneuvon Metropolian autolaboratoriossa Myyrmäessä. Päästöjen mittausta varten ei tarvitse varsinaisesti asentaa mittalaitteistoa: mittauksen aikana asetetaan vain anturi pakoputken ulostuloon. Varsinaiset asennusta vaativat mittalaitteet liittyvät tässä tapauksessa ainoastaan kulutuksen mittaamiseen.

Ensimmäisenä asennettiin nopeusanturi; vasemman takapyörän pyöränpultteihin asennettiin erillinen keskiö, jossa itse pyörintänopeusanturi on kiinni (kuva 8). Koska kyseinen laite yhdistetään johdolla keskusyksikköön, joka sijoitetaan ajoneuvon sisälle, on tärkeää varmistaa, että johdolla on riittävästi liikkumavaraa renkaan jouston suhteen. Pyörään kiinnitetty anturi yhdistyy tangon avulla telineeseen, joka kiinnitetään autoon imukupeilla. Asennusohjeessa oli mainittu, että imukuppikiinnitys on hyvä varmistaa vielä lisäämällä teippiä. Myös auton sisälle vietävä johto kiinnitettiin teipillä autoon, jotta johto hankautuisi mahdollisimman vähän maalipintaa vasten. Johto reititettiin katon vesikourua pitkin ja vasemman etuoven tiivisteiden välistä sisätilaan.



Kuva 8. Nopeusanturi asennettuna.

Keskusyksikkö-tulostin sekä näyttö asennettiin auton kojelaudalle (kuva 9). Keskusyksikölle otetaan virta tupakansytyttimen pistokkeesta. Asennuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että laitteiden aiheuttama haitta kuljettajan näkökentän kannalta pysyisi mahdollisimman pienenä.



Kuva 9. Näyttö sekä keskusyksikkö asennettuna.

Kulutusmittari asennettiin auton konetilaan (kuva 10). Laite tulee asentaa mahdollisimman pystysuoraan; suurin sallittu kallistuskulma on 20 astetta. Laitteen pinta suojattiin teipillä naarmuuntumiselta. Itse kiinnitykseen käytettiin nippusiteitä sekä autossa sopivassa kohdassa olevaa polttoainehöyryn takaisinkierätyksen säiliön telinettä. Säiliö siirrettiin sivummalle, koska sen asennolla ei ole merkitystä, joten se oli helpompi saada mahtumaan konetilan takaosaan. Jos kulutusmittarin olisi asentanut muualle, sille olisi pitänyt rakentaa teline. Useissa muissa kohdissa ongelmaksi olisi myös muodostunut kulutusmittarin korkeus eli konepeltiä ei olisi saanut kiinni. Polttoainekiskosta päästettiin paine pois polttoainepaineen mittaukseen tarkoitetun venttiilin kautta. Venttiili sijaitsi polttoainekiskon päässä vasemmalla puolella (kuva 11). Tämä jälkeen polttoainekiskolle johdettava polttoaineletku irrotettiin polttoainekiskosta ja asennettiin kulutusmittarin tulopuolelle. Kulutusmittarin lähtöpuolelle asennettiin puolestaan sopivan mittainen letku, joka yhdistettiin polttoainekiskoon. Kulutusmittari vaatii toimiakseen 12 V:n jännitteen, joka otettiin suoraan auton akusta (kuva 12). Kulutusmittarin signaalijohto reititettiin konepellin sanan vierestä tiivisteiden alta ja siitä edelleen oikean etuoven tiivisteiden välistä ohjaamoon keskusyksikön luokse. Kulutusmittarin asennus kyseiseen autoon oli vaivatonta,



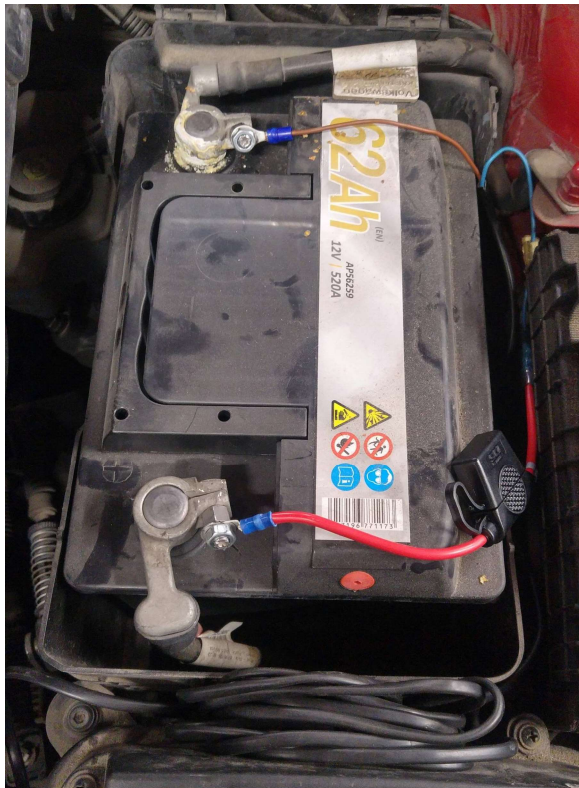
koska polttoainekiskolta ei ole paluukiertoa tankkiin. Tällöin kulutusmittari yksinkertaisesti asennetaan polttoainelinjan väliin. Mittari mittaa siis sen läpi virtaavan polttoaineen määrän, joka on tämän auton tapauksessa suoraan verrannollinen kulutukseen, koska kaikki polttoainekiskolle tuleva polttoaine menee suoraan suuttimille. Jos kiskolta lähtisi paluukierto, niin myös takaisinvirtaavan polttoaineen määrä pitäisi huomioida, mikä tekisi asennuksesta monimutkaisemman.



Kuva 10. Kulutusmittari asennettuna konehuoneeseen.



Kuva 11. Polttoainekiskon paineenmittausventtiili.

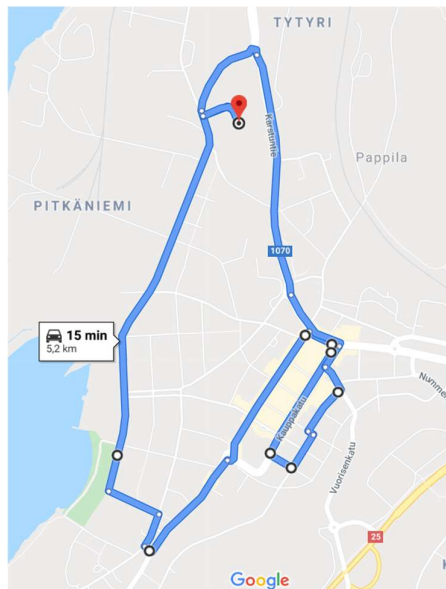


Kuva 12. Kulutusmittarin virta- sekä maadoitusjohtimet. Virtajohdon (punainen) yhteyteen asennettiin sulake (musta rasia akun reunan kohdalla) varmuuden vuoksi.

Laitteiden asennuksen jälkeen piti vielä kalibroida nopeusmittari. Kalibrointi suoritettiin 1 km:n pituisella mittasuoralla. Tarkoituksena on siis ohjelmoida laitteelle, kuinka monta kertaa rengas pyörii tämän 1 km:n pituisen matkan aikana. Kalibrointi aloitettiin siis mittasuoran alussa ja lopetettiin mittasuoran lopussa. Auton oman nopeusmittariin nähden nopeusanturi antoi kalibroinnin jälkeen auton nopeudeksi noin 3–5 km/h vähemmän. Ottaen huomioon, että autoissa on tarkoituksella virhettä nopeusmittarissa juuri ylöspäin, niin kalibrointia voitiin pitää onnistuneena. Kun laitteisto oli asennettu ja kalibroitu, pystyttiin siirtymään itse mittauksiin.

## 5.2 Kulutuksen mittaus

Kulutusmittausta varten ajettiin määrätty reitti kahteen molempiin suuntiin. Keskikulutus mitattiin moottoritieellä, maantiellä sekä kaupungissa. Edellä mainittujen lisäksi mitattiin myös kulutus tasanopeuksilla 60, 80, 100 sekä 120 km/h. Kun jokaisesta tilanteesta oli tehty kaksi mittausta, niiden tuloksista laskettiin keskiarvo. Mittaukset suoritettiin Etelä-Suomessa Lohjalla, ulkolämpötilan ollessa 5 astetta. Sää oli tyyni ja pilvinen. Sade olisi voinut vaikuttaa kulutuslukemaan, koska märällä tiellä rengas joutuu ”puskemaan” vesimassaa pois tieltään, mikä luonnollisesti lisää vastusta. Kaupunkiajo aloitettiin sekä lopetettiin Sporttikeskus Tennarin pääsisäänkäynnin edustalta; ajettu reitti näkyy kuvassa 13.



Kuva 13. Kaupunkikulutuksen ajoreitti [3].

Testi suoritettiin siis Lohjan keskustassa. Ensimmäisen mittauksen päätyttyä reitti ajettiin uudestaan päinvastaiseen suuntaan. Maantiekulutus mitattiin Hangon–Hyvinkään tiellä. Mittaus alkoi Virkkalasta ja Päätyi Lempolan liikekeskuksen edustalla olevaan liikenneympyrään, josta palattiin takaisin aloituspisteeseen. Moottoritiekulutuksen selvittämiseen ajettiin Lempolan rampista Turun suuntaan Sammatin liittymään saakka ja takaisin. On huomioitava, että Lempola–Saukkola-välillä on osittain nopeusrajoitus 100 km/h, eli kulutus tulisi olemaan pienempi kuin tasanopeusmittaus 120 km/h. Tasanopeusmittaukset tehtiin moottoritiellä nopeuksien 100/120 km/h osalta ja Hangon–Hyvinkään tiellä nopeuksien 60/80 km/h osalta. Mittauksissa tärkeintä olisi pystyä ajamaan reitit myös huoltojen jälkeen mahdollisimman samanlaisella tavalla. Ajon aikana mittauslaitteiston käyttäjä kirjasi lehtiöön tarkasti ylös testin suoritustavan kannalta oleellisia tietoja. Moottoritiekulutuksen mittauksessa esimerkiksi, missä kohdassa kiihdytyskaistaa kiihdytys aloitettiin, mitä vaihdetta käytettiin sekä mihin pisteeseen mennessä suurin sallittu nopeus tulisi saavuttaa. Tulokset käsitellään luvussa 6.1.

### 5.3 Päästöjen mittaus

Päästöt mitattiin Metropolian Myyrmäen-kampuksen autolaboratoriossa. Päästöjen osalta tehtiin neljä erilaista mittausta ennen ja jälkeen huoltojen. Ensimmäisenä tehtiin jatkuva pakokaasumittaus tyhjäkäynnillä suoraan ajon jälkeen eli auto ajettiin lämpimäksi ja suoraan mittaukseen. Heti tyhjäkäynnillä tehdyn mittauksen jälkeen suoritettiin jatkuva pakokaasumittaus korotetulla kierrosluvulla. Näiden kahden mittauksen jälkeen oli vuorossa OBD- ja pakokaasumittaus, joka kyseiselle autolle tehtäisiin katsastuksessa. Viimeisenä mittauksena tehtiin jatkuva pakokaasumittaus tyhjäkäynnillä, mutta ennen mittausta katalysaattoria lämmitettiin pitämällä moottorin käyntinopeutena noin 4000 rpm minuutin ajan. Jälleen kerran tärkeintä on suorittaa mittaukset mahdollisimman samanlaisella tavalla, jotta saavutetaan vertailukelpoiset tulokset. Katalysaattorin lämpötilan vaikutus päästöihin on hyvin merkittävä, ja siksi autolla ajettiin sama reitti molemmilla mittauserroilla ennen mittausta. Tulokset käsitellään luvussa 6.2.

## 6 Tulokset

Tässä luvussa tarkastellaan ajoneuvolle suoritetuista kulutus- ja päästömittauksista saadut tulokset. Mittauksissa on pyritty kiinnittämään erityistä huomiota niiden suoritustapaan olosuhteista johtuvien virheiden välttämiseksi. Tällöin saavutetut tulokset ovat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

### 6.1 Kulutusmittaukset

Kulutusmittauksista saatujen tuloksien perusteella huolloilla oli selkeä vaikutus kulutukseen. Alla olevasta taulukosta (taulukko 1) löytyvät mitatut kulutuslukemat.

Taulukko 1. Kulutusmittauksien tulokset.

Kulutus								
	Ennen huoltoa (l/100 km)			Huollon jälkeen (l/100 km)				
	Mittaus 1	Mittaus 2	Keskiarvo	Mittaus 1	Mittaus 2	Keskiarvo	Muutos (l)	Muutos (%)
Kaupunki	8,48	8,61	8,545	7,26	7,62	7,44	1,105	-12,93153891
Maantie	7,11	5,92	6,52	6,75	5,48	6,12	0,40	-6,14
Moottoritie	8,72	8,57	8,65	8,39	8,14	8,27	0,38	-4,40
Yhdistetty	8,10	7,70	7,90	7,47	7,08	7,27	0,63	-7,82
Tasanopeudet	Mittaus			Mittaus				
60 km/h	5,5			4,96			0,54	-9,82
80 km/h	6,38			5,82			0,56	-8,78
100 km/h	7,77			7,13			0,64	-8,24
120 km/h	9,19			8,59			0,60	-6,53
Yhdistetty 2	7,21			6,63			0,59	-8,34

Kaupunkikulutuksessa oli havaittavissa poikkeuksellisen suuri pudotus. Tämän takia huollon jälkeinen mittaus jopa uusittiin kerran varmuuden vuoksi, mutta tulos oli sama. Todennäköinen syy tälle poikkeamalle löytyy jarruista. Ruosteiset ja jumissa olevat jarrut vastustavat selkeästi liikkeellelähdössä, joten kaupunkiajossa, jossa pysähdyksiä tulee paljon, niillä on suurin vaikutus. Maantiekulutuksen mittauksissa on melko suuri ero mittauksissa eri suuntiin ajettaessa. Virkkalasta Lempolan suuntaan ajettaessa on melko paljon ylämäkiä, jotka luonnollisesti nostavat kulutusta. Päinvastaiseen suuntaan ajettaessa puolestaan alamäet laskevat kulutusta. Mittaukset suoritettiin 5 asteen lämpötilassa ja rengaspaineet mitattiin ennen suoritusta. Molemmilla mittauskerroilla ajoneuvossa oli kyydissä kaksi henkilöä ja tankki oli täytetty ennen mittausta, jotta kuorma olisi vastaava.

Eri ajotilanteiden, kaupunki, maantie ja moottoritie, osalta yhdistetty kulutus laski 7,82 %. Tasaanopeusmittauksissa vastaava luku oli 8,34 %. Ajotavasta johtuvia eroja ei pysty täysin estämään, mutta koska helpommin suoritettavan tasaanopeusmittauksen tulos on hyvin lähellä ajotilannemittausta, voidaan ajotilannemittausta pitää onnistuneena.

Liikenneviraston henkilöliikennetutkimuksen [4, s. 11] mukaan suomalainen autoilija ajaa keskimäärin 52 km vuorokaudessa. Tämä tarkoittaa 18 980 km vuodessa, jolloin 0,63 l / 100 km pienempi kulutus säästää vuodessa 119,57 l polttoainetta. Rahallista säästöä on mahdotonta sanoa tarkasti, koska polttoaineen hinta muuttuu jatkuvasti.

Karkea arvio pystytään kuitenkin laskemaan. Polttoaine.net -sivuston [5] mukaan 98E5-polttoaineen hinta oli Uudellamaalla Lohjalla 29.10.2019 keskimäärin 1,589 €/l. Jos tämä hinta olisi voimassa koko vuoden ajan, säästö polttoainekustannuksissa olisi 190 € vuodessa. Ajoneuvolle suoritettavat huollot maksavat toki enemmän kuin tämä säästö, mutta huoltojen varsinainen tarkoitus on kuitenkin pitää ajoneuvo ajokelpoisena. Pienempää kulutusta voidaan ajatella ennemminkin lisähyötynä.

Jos tarkastellaan kulutuksen laskua ympäristöystävällisyyden näkökulmasta, tarvitaan aluksi tieto bensiinilitran polttamisesta syntyvistä päästöistä. Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n, mukaan yhdestä litrasta bensiiniä, joka sisältää 4,8 % etanolia tai vastaavaa biokomponenttia, syntyy palotapahtumassa 2184 g hiilidioksidia [6].

Liitteen 1 taulukossa mainitun bensiinin arvot ovat vuodelta 2016. Näitä arvoja käyttämällä sekä testiajoneuvolla saavutetulla kulutuksen pienenemisellä, vuodessa ilmakehään vapautuisi laskennallisesti 261,14 kg vähemmän hiilidioksidia, kuin huoltamattomalla ajoneuvolla. Tämä vastaa noin 2,4 prosenttia keskiverto suomalaisen päästöistä, vuoden 2016 tasoon verrattuna, joka oli noin 11000 kg/CO<sub>2</sub> per henkilö [7].

## 6.2 Päästömittaukset

Tässä luvussa käsitellään varsinaisten päästömittauksien tuloksia. Edellisen luvun lopusta löytyy alentuneen polttoaineen kulutukseen perustuva arvio päästöhyödyistä, hiilidioksidin osalta.

Taulukosta 2 löytyvät katsastuksen raja-arvot ja taulukosta 3 tulokset OBD- sekä päästömittauksesta. Taulukon 3 mittaus vastaa testiajoneuvolle katsastuksessa suoritettavaa mittausta. Testiajoneuvoa koskevat raja-arvot löytyvät taulukon 2 kohdasta V.

Ennen päästömittauksien aloittamista autolla ajettiin liikenteessä noin 20 min, jotta saavutettiin normaali käyntilämpötila. Sama reitti ajettiin molemmilla mittauskerroilla ennen ja jälkeen huollon.

Taulukko 2. Pakokaasumittauksen raja-arvot [8, s. 8].

ajoneuvon käyttöönottoaika tai moottorityyppi			joutokäynnillä		vähintään 2000 rpm pyörintänopeudella		
		OBD:n toiminta	CO [%]	HC [ppm]	CO [%]	HC [ppm]	lambda
I	ennen 1.1.1978	-	-	-	-	-	-
II	ennen 1.10.1986	-	4,5	1 000	-	-	-
III	1.10.1986 tai sen jälkeen sekä ajoneuvoluokat T, L6e ja L7e	-	3,5	600	-	-	-
IV	varustettu kolmitoimisella katalysaattoriäitteistöllä	-	0,5	100	0,3	100	1±0,03
V	M <sub>1</sub> -luokan ajoneuvojen, joiden kokonaismassa on enintään 2500 kg ja N <sub>1</sub> -luokan ajoneuvojen, joiden vertailumassa on enintään 1305 kg ja käyttöönotto 1.1.2001 tai sen jälkeen (kuitenkin nestekaasulla ja maakaasulla toimivat ajoneuvot, joiden käyttöönotto 1.1.2004 tai sen jälkeen) ja käyttöönotosta on katsastushetkellä kulunut yli 10 vuotta.  M <sub>1</sub> -luokan ajoneuvojen, joiden kokonaismassa on yli 2500 kg ja muiden kuin kohdassa tarkoitettujen N <sub>1</sub> -luokan ajoneuvojen, joiden vertailumassa on enintään 1305 kg ja käyttöönotto 1.1.2002 tai sen jälkeen (kuitenkin nestekaasulla ja maakaasulla toimivat ajoneuvot, joiden käyttöönotto 1.1.2007 tai sen jälkeen) ja käyttöönotosta on katsastushetkellä kulunut yli 10 vuotta.	tarkastus	-	-	0,2	100	1±0,03
VI	Enintään 10 vuotta käyttöönottopäivästä (M <sub>1</sub> ja N <sub>1</sub> -luokat)	tarkastus	-	-	-	-	-

Taulukko 3. Päästömittaus korotetulla kierrosluvulla sekä OBD-mittaus.

<b>Päästöt</b>				
<b>Yli 2000 rpm</b>				
<b>Päästötesti</b>	<b>Ennen</b>	<b>Jälkeen</b>	<b>Muutos</b>	<b>Yksiköt</b>
Lambda	0,998	0,999	0,001	—
CO	0,04	0,02	-0,02	% til.
HC	20	8	-12	ppm
CO <sub>2</sub>	14,63	14,08	-0,55	% til.
O <sub>2</sub>	0	0	0	% til.
CO korj.	0,04	0,02	-0,02	% til.
Vikoja (OBD)	0	0	—	—
Tulos	Hyväksytty	Hyväksytty	—	—

Kuten edellä on mainittu, päästö- ja OBD-mittaus suoritettiin moottorin ollessa normaalissa käyntilämpötilassaan. Tuloksien vertailukelpoisuuden vuoksi on välttämätöntä, että moottorin ja katalysaattorin lämpötila on molemmilla mittauskerroilla mahdollisimman vastaava.

OBD-mittauksessa ei todettu vikoja ennen huoltoja eikä niiden jälkeen ja molemmat mitaukset olisi hyväksytty katsastuksessa. Päästöarvot paranivat kuitenkin kaikilta osin.

Katsastukseen kuuluvien mittauksien lisäksi suoritettiin myös jatkuva pakokaasumittaus tyhjäkäynnillä (taulukko 4). Tämä mittaus vastaa joutokäyntimittausta, jonka OBD-mittaus korvasi vuonna 2001.

Taulukko 4. Jatkuva pakokaasumittaus tyhjäkäynnillä.

<b>Tyhjäkäynti (890 rpm), heti ajon jälkeen</b>				
<b>Jatkuva mittaus</b>	<b>Ennen</b>	<b>Jälkeen</b>	<b>Muutos</b>	<b>Yksiköt</b>
CO <sub>2</sub>	14,34	14,13	-0,21	% til.
O <sub>2</sub>	0,25	0,04	-0,21	% til.
HC	54	32	-22	ppm
CO	0,01	0,03	0,02	% til.
CO korj.	0,01	0,03	0,02	% til.
NO	—	—	—	ppm
Lambda	1,01	1	-0,01	—



Päästömittauksen tulos parani huollon jälkeen lähes kaikilta osin, ainoastaan CO-arvo nousi. Tämän voisi selittää lambda-arvon muuttuminen 1,01:stä 1:een. Ennen huoltoa moottori kävi lambda-arvon perusteella tyhjäkäynnillä hieman laihalla. Huollon jälkeen saavutettiin palamisreaktion kannalta optimaalinen seossuhde, jolloin lambda-arvo on 1. Kuitenkin moottorin käydessä laihalla palamisesta jää jäännöshapetta, joka edesauttaa hiilimonoksidin palamista hiilidioksidiksi.

## 7 Yhteenveto

VW Golf -henkilöautolle suoritettiin päästö- sekä kulutusmittaukset. Ennen ensimmäisiä mittauksia huoltoja oli selvästi laiminlyöty. Autolle tehtiin laaja huolto, jonka jälkeen mittaukset uusittiin. Tehdyillä perushuolloilla oli selkeä vaikutus testiajoneuvon kulutukseen sekä päästöihin. Päästömittauksissa saatujen arvojen perusteella seossuhde muuttui paremmaksi, ja lisäksi pienempi kulutus vaikuttaa suoraan todellisiin päästöarvoihin.

Ajoneuvon asianmukaisella huollolla on siis useita hyötyjä. Suorittamalla huollot ajallaan ajoneuvon toimintavarmuus paranee, käyttöikä pitenee, jälleenmyyntiarvo säilyy paremmin ja tehtyjen mittauksien perusteella myös polttoaineenkulutuksessa voidaan saavuttaa huomattavia parannuksia, unohtamatta vielä lisäksi pienempiä päästöjä. Edellä mainittujen lisäksi jarrujen huolto parantaa myös turvallisuutta ja esimerkiksi testiajoneuvon suorituskyvyssäkin oli havaittavissa parannusta, moottori kävi tasaisemmin ja tuntui miellyttävämmältä ajaa.

Olisikin siis toivottavaa, että kaikki ajoneuvot huollettaisiin ajallaan. Tänä päivänä etsitään jatkuvasti keinoja päästöjen hillitsemiseen. Eräs mahdollisuus olisi lisätä katsastukseen huoltojen tarkistus. Mittauksissa todetun mukaisesti huolloilla oli merkittävä vaikutus kulutukseen, ja vaikka auto olisi läpäissyt päästömittauksen jo ennen huoltoja, kulutus vaikuttaa suoraan käytöstä syntyviin päästöihin. Teoriassa huoltojen tarkistaminen katsastuksessa voisi siis auttaa pienentämään olemassa olevan autokannan käytöstä koituvia päästöjä. Käytännössä tämän toteuttaminen olisi tosin hankalaa, esimerkiksi itse huollettujen autojen huoltojen todentaminen. Tällaisen osion lisääminen katsastukseen vaatisi ensin laajemman selvityksen hyödyistä sekä haitoista.

## Lähteet

- 1 Säästävätkö suomalaiset henkensä uhalla. 2015. Verkkoaineisto. Teknisen Kaupan ja Palveluiden yhdistys. <<https://www.tekninen.fi/wp-content/uploads/2015/09/Tutkimusraportti-Säästävätkö-suomalaiset-henkensä-uhalla.pdf>>. Luettu 25.10.2019.
- 2 Autokannan keski-ian kehitys. 2019. Verkkoaineisto. Autoalan Tiedotuskeskus (Tilastokeskus & Traficom). <[http://www.aut.fi/tilastot/autokannan\\_kehitys/autokannan\\_keski-ian\\_kehitys](http://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/autokannan_keski-ian_kehitys)>. Luettu 25.10.2019.
- 3 Google Maps. 2019. Verkkoaineisto. <<https://maps.google.fi.>>.
- 4 Henkilöliikenne tutkimus. 2016. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti\\_2018-01\\_henkiloliikennetutkimus\\_2016\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2018-01_henkiloliikennetutkimus_2016_web.pdf)>. Luettu 29.10.2019.
- 5 Polttoaine.net. 2019. Verkkoaineisto. <<https://www.polttoaine.net/Lohja>>. Luettu 29.10.2019.
- 6 Yksikköpäästötaulukoissa esitetyjen polttoaineiden tunnusluvut. 2016. Verkkoaineisto. Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy. <<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tunnusluvut/tunnusluvuttie.htm>>. Luettu 29.10.2019.
- 7 Suomen kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki kasvussa, julkisten hankintojen hiilijalanjälki laskettu ensimmäistä kertaa. 2019. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus SYKE. <[https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen\\_kotitalouksien\\_kulutuksen\\_hiilija\(49873\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen_kotitalouksien_kulutuksen_hiilija(49873))>. Luettu 10.11.2019.
- 8 Ajoneuvon määräaikaiskatsastuksen arvosteluperusteet. 2018. Verkkoaineisto. Liikenteen turvallisuusvirasto Traficom. <[https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1545372376/f0096af5726e6d495f40a60bc28809cc/33330-FI\\_TRAFI\\_664120\\_03\\_04\\_03\\_00\\_2018.pdf](https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1545372376/f0096af5726e6d495f40a60bc28809cc/33330-FI_TRAFI_664120_03_04_03_00_2018.pdf)>. Luettu 10.11.2019.

