



Muutoksastuksen säädösten soveltaminen moottorin vaihdossa

Joni Aallonen

OPINNÄYTETYÖ

Toukokuu 2024

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Auto- ja korjaamotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Auto- ja korjaamotekniikka

AALLONEN, JONI:

Muutokatsastusten säädösten soveltaminen moottorin vaihdossa

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2024

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä selvitettiin moottorin vaihdon muutokseen liittyvää määräyksen uudistumista ja auton muutokatsastusprosessia. Opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään, miten kohdeajoneuvo saadaan muutokatsastettua alkuperäistä moottoria isommalle moottorille Traficomien auton ja sen perävaunun rakenteen muuttamiseen liittyvien määräysten mukaisesti.

Opinnäytetyössä käsiteltiin moottorin vaihtoprosessia, vaadittavia muutoksia ajoneuvon, sekä tarkasteltiin vanhan Traficomien antaman määräyksen ja uuden Traficomien antaman määräyksen eroja moottorin muutokatsastuksen suhteen. Opinnäytetyössä selvitettiin, miten uusi määräys vaikutti auton muutokatsastusprosessiin verrattuna vanhaan määräykseen.

Opinnäytetyössä käsiteltiin konkreettisesti moottorin vaihtoprosessia BMW E30-ajoneuvossa. Opinnäytetyössä selvitettiin tarvittavat vaiheet, osat ja vaatimukset moottorin vaihdon onnistumiseksi ja hyväksytyksi tulemiseksi muutokatsastuksessa.

Havainnot tässä opinnäytetyössä korostavat sitä, että tällaisessa toteutuksessa ei ole yhtä oikeaa toteutustapaa. Eikä jokaisesta ajoneuvosta saada samankaltaisia hyötyjä moottorin vaihdolla. Opinnäytetyö tuo selkeyttä määräyksen uudistumisen tuomiin muutoksiin ja mitä tulee nykyään ottaa moottorin vaihdossa huomioon muutokatsastuksen näkökulmasta.

Jatkokehityskohteenä opinnäytetyölle voisi olla muutoksen toteuttamisen jälki-seuranta eli seurattaisiin ajoneuvon ajettavuuden muutoksia ja muita muutoksia käytön osalta. Tästä voisi tehdä myös teoreettista selvitystä huoltotarpeista ja niiden eroista moottoreiden välillä, sekä teoreettista selvitystä voisi myös tehdä ajettavuudesta esimerkiksi painopisteiden muuttumisen kannalta.

Asiasanat: muutokatsastus, moottorin vaihto, tekniikka

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Automotive Engineering
Automotive Technology

AALLONEN, JONI:

Applying the Modification Inspection Regulations in an Engine Replacement

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 6 pages

May 2024

In this practical thesis, the renewal of the regulation related to engine replacement and the car modification inspection process were examined. The focus was on determining how the target vehicle could be successfully modification inspected with a larger engine according to the new regulations.

The thesis addressed the engine replacement process, required modifications to the vehicle, and compared the differences between the old and new regulations regarding engine modification inspections. The goal was to understand how the new regulation affected the car modification inspection process compared to the old regulation.

The thesis specifically examined the engine replacement process in a BMW E30 vehicle. It investigated the necessary steps, parts, and requirements for a successful engine replacement and acceptance in the modification inspection.

The observations in this thesis emphasize that there is no single correct way to implement such modifications, and not every vehicle will benefit similarly from an engine swap. The thesis provides clarity on the changes brought about by the regulation update and what needs to be considered nowadays from the perspective of engine replacement in modification inspections.

The further development target for the thesis could be post-implementation monitoring, where changes in vehicle drivability and other changes in usage would be tracked. This could also involve theoretical examination of maintenance needs and differences between engines, as well as theoretical investigation into drivability, for example, from the perspective of changes in center of gravity.

Key words: modification inspection, engine replacement, technology

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TEORIA KATSASTUKSESTA	6
	2.1 Katsastus	6
	2.2 Muutoskatsastus	7
	2.3 Trafi, auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen	8
	2.4 Traficom, auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen	9
3	TOTEUTUS	11
	3.1 Taustatiedot	11
	3.1.1 M10B18	11
	3.1.2 M50B20TU	12
	3.1.3 BMW E30 316i.....	13
	3.2 Tarvittavat osat.....	15
	3.3 Moottorin vaihtoprosessi	18
4	POHDINTA	22
	4.1 Määräysten vertailu.....	22
	4.2 Moottorin vaihdon kannattavuus	23
	4.3 Jatkokehitysideoita.....	24
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	27
	Liite 1. TRAFICOM/194495/03.04.00/2019.....	27
	Liite 2. TRAFI/66404/03.04.00/2015	30

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään moottorin vaihdon osalta muutoskatsastukseen liittyvän määräyksen uudistumiseen ja selvitetään, miten auto saadaan muutoskatsastettua. Tutkitaan myös määräyksen uudistuksen käytännön vaikutusta auton muutoskatsastamiseen ja auton rakentamiseen vaikuttaviin seikkoihin.

Opinnäytetyössä käydään läpi moottorin vaihtoprosessia ja minkälaisia asioita tulee ottaa huomioon, että prosessi saadaan toteutettua säädösten mukaisesti. Työn tavoitteena on saada kohdeajoneuvona toimiva BMW E30 muutoskatsastettua alkuperäistä isommalle moottorille uusien määräysten mukaan. Opinnäytetyössä käsitellään myös mitä eroavaisuuksia olisi, jos muutoskatsastus toteutettaisiin vanhan määräyksen voimassaolo aikana, vai olisiko sillä mitään eroa?

2 TEORIA KATSASTUKSESTA

2.1 Katsastus

Ajoneuvoja katsastetaan useista syistä, joista keskeisiä ovat liikenneturvallisuuden, ympäristöystävällisyyden ja ajoneuvojen teknisen kunnan varmistaminen. Katsastusjärjestelmä on käytössä monissa maissa, mukaan lukien Suomessa, ja sen tavoitteena on ylläpitää ja edistää turvallisuutta liikenteessä kulkevien ajoneuvojen osalta. Kuitenkaan kaikkia ajoneuvoja ei tarvitse katsastaa, esimerkiksi mopot, mopoautot ja traktorit. (Ajoneuvojen katsastus n.d.)

Katsastus varmistaa, että katsastettavat ajoneuvot ovat kunnossa ja täyttävät tieliikenteeseen osallistumisen turvallisuusvaatimukset. Katsastuksessa tarkastetaan muun muassa jarrut, turvallisuusjärjestelmät, valot, alusta, renkaat ja ohjauslaitteet. (Katsastuksen syyt n.d.)

Katsastusprosessissa tarkastetaan ajoneuvon tekninen kunto. Tämä sisältää moottorin, jarrujärjestelmän, alustan ja muiden tärkeiden osa kokonaisuuksien ja yksittäisten komponenttien kunnan arvioinnin. Tarkastuksella pyritään ennaltaehkäisemään teknisiä vikoja ja välttämään onnettomuuksia, jotka voivat johtua huonokuntoisista ajoneuvoista tai viallisista komponenteista. (Katsastuksen syyt n.d.)

Katsastuksessa arvioidaan myös ajoneuvojen päästötasot, mikä on olennainen osa ympäristönsuojelua. Tällä varmistetaan, että autot eivät aiheuta liikaa haitallisia päästöjä ilmakehään, kun autoille on asetettu erilaisia päästörajoituksia riippuen esimerkiksi vuosimallista ja käyttövoimasta. (Lakisääteiset mittaukset n.d.)

Katsastustiedot tallennetaan viranomaisjärjestelmiin, mikä auttaa ylläpitämään ajantasaisia tietoja ajoneuvoista ja niiden kunnosta, sekä mahdollisista yleisistä vikakohdista. Katsastus onkin lakisääteinen vaatimus, ja se perustuu tieliikennelainsäädäntöön. Auton omistajan tai haltijan velvollisuutena on huolehtia siitä, että ajoneuvo käy säännöllisissä katsastuksissa ja täyttää voimassa olevat vaa-

timukset. Esimerkiksi uusia henkilöautoja ei tarvitse käyttää niin usein katsastuksessa, Traficom tiedottaa uusien henkilöautojen katsastamisesta seuraavaa: ”Katsastettava ensimmäisen kerran viimeistään 4 vuoden kuluttua ajoneuvon käyttöönottopäivästä. Sen jälkeen viimeistään 2 vuoden kuluttua edellisestä katsastuksesta”. (Ajoneuvojen katsastus n.d.)

Kiteytettynä säännöllinen katsastus on tärkeä toimenpide liikenneturvallisuuden ja ympäristönsuojelun näkökulmasta. Se auttaa varmistamaan, että tiellä liikkuvat ajoneuvot ovat turvallisia, päästöiltään hyväksyttäviä ja teknisesti kunnossa. Auton omistajan tai haltijan vastuulla on huolehtia siitä, että ajoneuvo käy määräaikaistarkastuksissa määrätyin väliajoin.

2.2 Muutuskatsastus

Muutuskatsastus on normaalia katsastusta suurempi prosessi, joka suoritetaan, kun ajoneuvossa tehdään olennaisia muutoksia sen rakenteeseen tai käyttötarkoitukseen. Muutokset voivat liittyä esimerkiksi moottorinvaihtoon, korin muutokseen, voimansiirron muutokseen tai muihin merkittäviin muutoksiin ajoneuvon rakenteessa. Muutuskatsastus on tärkeä vaihe varmistettaessa, että muutokset täyttävät voimassa olevan tieliikennelainsäädännön ja turvallisuusvaatimukset. (Muutuskatsastus n.d.)

Suomessa Trafi (Liikenteen turvallisuusvirasto) vastasi aiemmin muutuskatsastuksista, mutta virasto on sittemmin yhdistynyt osaksi Traficomia, eli Liikenne- ja viestintävirastoa. Traficom vastaa nykyään muutuskatsastuksista ja niiden ohjeistuksesta. Muutuskatsastuksen tarpeellisuus riippuu tehtävistä muutoksista ja niiden vaikutuksista ajoneuvon turvallisuuteen ja liikenteeseen. (Traficom n.d.)

Jos vaihdetaan moottori toiseen tyyppiin tai tehokkaampaan moottoriin, vaaditaan yleensä muutuskatsastus. Kuitenkin joitakin mainittuja pieniä muutoksia saa tehdä, joista on kerrottu Traficomien määräyksissä (Liite 1). Merkittävät muutokset ajoneuvon runkoon, rakenteeseen tai ulkoasuun voivat edellyttää muutuskatsas-

tusta. Kuitenkin ajoneuvon käyttötarkoituksen muuttaminen edellyttää aina muutuskatsastusta, esimerkiksi muutos retkeilyautoksi tai linja-autoksi. (Muutuskatsastuksen vaadittavuus n.d.)

Muutuskatsastuksessa käydään läpi ajoneuvon muutokset, ja varmistetaan, että ne ovat tehty tieliikennelainsäädännön mukaisesti ja että ajoneuvo täyttää turvallisuusvaatimukset. Katsastuksessa tarkastellaan myös muutosrekisteröintiasiakirjat, jotka osoittavat, mitä muutoksia ajoneuvoon on tehty. (Muutuskatsastus n.d.)

Tärkeää on tietää, että muutoksia ei saa tehdä ilman asianmukaista muutuskatsastusta, eikä ajoneuvoa ei saa käyttää liikenteessä ennen kuin se on hyväksytty muutuskatsastettu muutosten jälkeen. Muuten tästä voi seurata rangaistuksia ja esimerkiksi ajokielto ajoneuvolle. Muutuskatsastus on keskeinen osa varmistettaessa, että tieliikenteessä liikkuva muutettu ajoneuvo on turvallinen ja noudattaa voimassa olevia määräyksiä.

2.3 Trafi, auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen

Vanha 28.4.2016 annettu Trafin määräys auton ja sen perävaunun rakenteen muuttamisesta on tullut voimaan 1.5.2016. Kyseisessä määräyksessä kerrotaan auton moottorin vaihdosta ja muutetun moottorin pakokaasupäästöistä seuraavasti. (Traficom n.d.)

Vanhan määräyksen mukaan täytyisi ottaa huomioon liitteen 2 kappaleen 2.1 toinen momentti ja kyseisen momentin kohdat a, b ja d, sekä kappaleesta 2.3 ensimmäinen momentti. Edellä mainitun Trafin määräyksen 2.1 toinen momentti määrittelee se, että ajoneuvoon voidaan asentaa tehokkaampi moottori kuin mitä vertailuajoneuvossa voisi olla, sekä sen minkälainen vertailuajoneuvon tulee olla. (Traficom n.d.)

Kohdan 2.1 toisen momentin kohta a määrittää sen, että ajoneuvon jarrut, voimansiirto ja akselisto tulee vastata vertailuajoneuvoa. Trafin määräyksen kohdan 2.1 toisen momentin kohta b määrittää sen, että moottori, joka asennetaan, saa

olla 20 % tehokkaampi kuin vertailuajoneuvo. Traficin määräyksen kohdan 2.1 toisen momentin kohta d määrittää sen, että uusien kiinnikkeiden tulee olla asianmukaiset, esimerkkinä moottorin kannakkeet. (Traficom n.d.)

Edellä mainitun Traficin määräyksen kohdasta 2.3 tulee ottaa huomioon ainoastaan ensimmäinen momentti, jossa määritellään ajoneuvon päästökriteerit. Euro 3-päästoluokka tuli voimaan vasta 2000-luvulla, joten niitä ei tarvitse noudattaa vaan auton tulisi täyttää käyttöönottoajankohdan eli vuoden 1988 päästökriteerit. (Traficom n.d.)

2.4 Traficom, auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen

Tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä voimassa oleva Traficomien määräys koskien auton ja sen perävaunun rakenteen muuttamista on tullut voimaan 1.3.2021. Kyseinen määräys kertoo moottorin vaihdosta ja moottorin muutoksen pakokaasupäästöistä seuraavasti. (Traficom n.d.)

Liitteessä 2 olevan määräyksen mukaan täytyisi ottaa huomioon määräyksestä kappaleen 3.8.1 ensimmäinen momentti, sekä toinen momentti ja sen kohdat yksi ja kaksi. Nämä ovat lähestulkoon samat kriteerit ja mahdollisuus moottorin vaihtoon, kuin vanhemmassakin määräyksessä. Eli yksinkertaisuudessaan moottorin saa vaihtaa tehokkaampaan, kunhan ajoneuvo rakennetaan vastaamaan vertailuajoneuvoa. (Traficom n.d.)

Uudemman määräyksen mukana tulee kuitenkin erilainen vaihtoehto tehokkaamman moottorin vaihtamiseen, auton omamassan ja tehon suhteen rajat. Tässä opinnäytetyössä merkityksellistä on liitteen 2 määräyksen kappaleen 3.8.1 neljännen momentin kolmas kohta, jossa määritellään se, että omamassan ja tehon suhteessa ollessaan enintään 15 kg/kW se saa laskea vähintään arvoon 7 kg/kW , tämä tullaan perustelemaan vielä myöhemmin tarkemmin. Kyseisen kappaleen neljännessä momentissa annetaan myös selkeästi lupa käyttää muutettavaa ajoneuvoa vertailuajoneuvona, eli ajoneuvon tehoa saa suoraan lisätä anetuissa omamassan ja tehon suhteen rajoissa. (Traficom n.d.)

Voimassa olevassa määräyksessä annetaan mahdollisuus käyttää prosentuaalisen tehonlisäyksen sijaan tehopainsuhde sidonnaista muutosta. Tämä edellyttää tehopainosuhteen x laskemista kaavalla 1,

$$\frac{m}{p} = x \quad (1)$$

jossa m vastaa auton omamassaa, eli omaa sen hetkistä painoa ja p vastaa tehoa, jonka moottori tuottaa. Teho ilmoitetaan kilowatteina (kW) ja paino kilogrammoina (kg). (Traficom n.d.)

Liitteessä 1 olevan määräyksen kappaleesta 3.8.2 tulee ottaa huomioon ainoastaan toinen momentti, joka on hyvin vastaava vanhaan määräyksen. Ajoneuvon tulee moottorin vaihdon jälkeen vastata päästöarvoja käyttöönottoajankohtana asetettujen arvojen mukaisesti. Voimassa olevassa määräyksessä ei kuitenkaan puhuta Euro luokituksista kuten vanhemmassa määräyksessä (Liite 1). (Traficom n.d.)

3 TOTEUTUS

3.1 Taustatiedot

3.1.1 M10B18

Tässä opinnäytetyössä käytetyssä ajoneuvossa oli alun perin M10B18-moottori, kyseisiä moottoreita on valmistettu vuosina 1962–1988 ja tässä opinnäytetyössä käytetty moottori on yksi viimeisimpiä vuosimalleja. M10-moottoreita on valmistettu eri sylinteritilavuuksilla, joka ilmoitetaan moottorityypin loppuosassa, tässä tapauksessa kyseessä on B18 eli 1,8 litrainen moottori, tarkemmin 1,766 cc. (M10B18 tekniset tiedot n.d.)

M10-moottoreita on valmistettu alkaen 1,5 litraisesta 2,0 litraiseen asti eli M10-moottoreita on useaa erilaista, tämän takia on myös teho eroja, joita käy ilmi eri lähteistä. Nämä teho erot vaihtelevat välillä 55 kW-125 kW ja tehoon vaikutetaan myös polttoaineensyöttöjärjestelmällä. Tarkastellaan kuitenkin vain 1,8 litraisen eli M10B18-moottorin eri versioita, koska kyseisestä moottorista tarvitaan teho tietoa ja paino tietoa. Erilaiset versiot näkyvät taulukossa 1. Eri versiot eivät juurikaan vaikuta painoon, joten voidaan olettaa painon olevan kaikissa sama noin 85 kg, joka on punnittu yhdestä moottorin versiosta. (M10 tekniset tiedot n.d.)

TAULUKKO 1. Polttoainejärjestelmiä M10B18:ssa (Polttoainejärjestelmä n.d.)

Polttoainejärjestelmä	Vuodesta	Tyyppi	Teho
Pierburg 2B4	1980	Kaasutin	66 kW
K-Jetronic	1980	Ruisku	77 kW
Pierburg 2BE	1983	Kaasutin	66 kW
Pierburg 1B2	1981	Kaasutin	55 kW

3.1.2 M50B20TU

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa uudempana moottorina käytettiin BMW:n uudempaa M50B20TU-moottoria, kyseisiä moottoreita on valmistettu vuosina 1992–1996. M50-moottoreita on myös valmistettu eri moottorilavuuksilla, jotka ilmoitetaan BMW moottoreissa moottorityypin loppuosassa. Tässä opinnäytetyössä käytössä on B20 eli bensiinikäyttöinen 2 litrainen moottori, tarkemmin 1,990 cc. M50-moottoreita on käytetty 5-sarjalaisissa E34, sekä 3 sarjalaisissa E36. Moottorista tarvitaan myös tieto painosta ja painoksi on punnittu 135 kg. (M50B20 tekniset tiedot n.d.)

M50-moottoreita on valmistettu 2–3 litraisia, Moottori on kuusi sylinterinen ja kyseessä on ”suora kutonen” eli sylinterit ovat auton suuntaisesti pitkittäin. Tarkastellaan kuitenkin vain 2 litraisia moottoreita, näistä on kahta eri mallia. Alkupään M50-moottoreita on valmistettu jo 1990 vuodesta alkaen, mutta TU (teknisesti päivitetty) versio tuli vasta tuolloin 1992 vuonna. Kummastakin moottorista saadaan kuitenkin saman verran tehoa eli 110kW. (M50B20 ja M50B20TU tekniset tiedot n.d.)

TU-version erona on moottorin asennettu vanos-järjestelmä, eli venttiilien ajoituksen säätö öljyn paineen avulla. Tällöin saadaan moottorin maksimi tehot jo 5900 rpm kun ilman vanos-järjestelmää vaaditaan 6000 rpm ja maksimi vääntö saadaan myös 200 rpm alhaisemmilla kierroksilla. (Vanos n.d.)

M50-moottorin ollessa uudempi kuin M10-moottori niin siihen on sisällytetty enemmän tekniikkaa ja siitä on pyritty saamaan taloudellisempi ja tehokkaampi käyttämällä erilaisia anturitietoja, joten antureita on enemmän. Antureita vaaditaan enemmän, jotta moottorinohjaus yksikkö saa tietoa moottorista ja pystyy näiden tietojen avulla säätämään sytytyksen ajankohtaa ja syötettävän polttoaineen määrää suihkutusjärjestelmässä. M50-moottorin suihkutusjärjestelmässä suuttimet kiinnittyvät imusarjaan, jolloin polttoaine ja ilma sekoittuvat jo ennen sylinteriin menoa. Polttoaineen suihkutus määrään vaikuttaa anturitietojen lisäksi myös suuttimen kärjen koko. (Wiley 2018, 658.)

3.1.3 BMW E30 316i

Tässä opinnäytetyössä käytettiin kohdeajoneuvona vuosimallin 1988 BMW E30 316i:tä (kuva 1), jossa on ollut alun perin M10B18 moottori ja tilalle haluttiin laittaa uudempi ja tehokkaampi moottori, M50B20TU. Jotta pystytään laskemaan, mikä moottori tilalle voidaan asentaa ilman erityislupia, täytyy tietää ajoneuvon omamassa, alkuperäinen teho ja sallitut akselimassat. Nämä tiedot ovat haettu hieman eri lähteitä käyttäen, koska kyseessä on vanha auto, johon Traficom ei anna suoraan kaikkia tarvittavia tietoja. Traficomista löytyi auton omamassa 1010 kg ja akselimassat, etuakselilla tekninen sallittu akselimassa on 710 kg ja taka-akselilla 810 kg, nämä näkyvät kuvassa 2.



Kuva 1. BMW E30 316i

Mitta- ja massatiedot	
MITTATIEDOT	
Kokonaispituus (mm)	4 250
Leveys (mm)	1 650
Takaylitys (mm)	1 000
MASSATIEDOT	
Omamassa (kg)	1 010
Tekninen suurin sallittu kokonaismassa (kg)	1 450
Tieliikenteessä suurin sallittu kokonaismassa (kg)	1 510
Perävaunumassa jarruin (kg)	1 200
Perävaunumassa jarruitta (kg)	500
AKSELI 1	
Tekninen sallittu akselimassa (kg)	710
Tieliikenteessä sallittu akselimassa (kg)	765
Akselivälit (mm)	2 570
AKSELI 2	
Tekninen sallittu akselimassa (kg)	810
Tieliikenteessä sallittu akselimassa (kg)	845

Kuva 2 BMW E30 316i tiedot (Traficom.fi)

Autossa ei ollut alkuperäistä moottoria paikallaan ostettaessa, joten vaadittiin teknistä selvitystä siitä, mikä versio moottorista on alkuperäinen. Tämä on merkityksellistä, jotta saadaan tietää alkuperäinen teho. Alkuperäisenä moottorina oletetaan olleen M10B18 K-Jetronic:lla eli tehoa on taulukon 1 mukaan $77kW$. Tämän jälkeen voidaan laskea auton tehopainosuhte, joka lasketaan kaavalla 1

$$\frac{1010kg}{77kW} = \frac{13,12kg}{kW} \quad (1)$$

ja näin auton alkuperäiseksi tehopainosuhteeksi saadaan $13,12 kg/kW$.

Lasketaan myös teoreettinen tehopainosuhte uudemmalle M50B20TU-moottorille, jossa on tehoa $110 kW$. Absoluuttista tehopainosuhdetta on mahdoton laskea, koska autoa on korjailtu vuosien varrella ja osia vaihdettu tarvike osiin, joten

auton absoluuttinen paino on erittäin todennäköisesti eri kuin mitä Traficom ilmoittaa. Lasketaan kuitenkin vertailuna tehopainosuhte auton alkuperäisellä omamassalla, käyttäen samaa kaavaa kuin aiemmin,

$$\frac{1010kg}{110kW} = \frac{9,18kg}{kW} \quad (1)$$

jolloin tehopainosuhteeksi saadaan ilman painon muutosta huomioiden $9,18 \text{ kg/kW}$.

Lasketaan seuraavaksi teoreettinen todellinen tehopainosuhte ottaen huomioon oletettavasti suurin painoon vaikuttava tekijä eli moottoreiden painoero. M10-moottori painaa noin 85 kg ja M50-moottori painaa noin 135 kg eli auton teoreettinen uusi paino olisi

$$1010kg - 85kg + 135kg = 1060kg$$

ja tällöin tehopainosuhte olisi painon muutos huomioiden teoreettisesti

$$\frac{1060kg}{110kW} = \frac{9,64kg}{kW} \quad (1)$$

$9,64 \text{ kg/kW}$. Painon muutoksen huomioiminen on teoriassa kuitenkin erittäin hankalaa, kun osia muokataan ja vaihdetaan niin monia. Moottorin vaihtaminen on kuitenkin painon muutoksen osalta eniten vaikuttava yksittäinen tekijä.

Kuten aiemmin laskettiin niin auton alkuperäinen omamassan ja tehon suhde oli $13,12 \text{ kg/kW}$ eli alle teoriassa mainitun 15 kg/kW ja se tulisi laskemaan uudella tehokkaammalla moottorilla $9,64 \text{ kg/kW}$, joka on yli 7 kg/kW , mikä uudemmassa määräyksessä teorian mukaan sallittiin.

3.2 Tarvittavat osat

Moottori tarvittiin toisesta ajoneuvosta, koska M50-moottoria ei ole käytetty BMW:n E30-mallisarjassa. Moottori tuli BMW:n 5-sarjan E34 520i mallista, joka

näky kuvassa 3, koska tässä mallissa on etusumpullinen öljypohja toisin kuin E36-mallissa on takasumpullinen öljypohja, eikä se sovi kohdeajoneuvon etuapuvungon muotoiluun. Kyseinen E34-mallin auto toimi auton, josta saatiin pääosa osista eli tekniikka ja lisäksi joitakin pisteosia.



Kuva 3. BMW E34 520i

E34-mallista otettiin muitakin voimansiirron osia, kuten vaihdelaatikko ja kardaanin etupuoli. Moottorin johtosarja otettiin myös E34-mallista ajoneuvosta, koska alkuperäinen kohdeajoneuvon johtosarja ei käy uudempaan moottoriin, vaan olisi täytynyt rakentaa koko johtosarja muutoin uudestaan.

E34-mallin autosta ei kuitenkaan saatu kaikkia tarvittavia osia, koska kyseessä on 5-sarjalainen auto, jonka akseliväli on huomattavasti pidempi kuin kohdeajoneuvon, joka on 3-sarjalainen. Tämän takia kardaanista täytyi tehdä sovellettu malli. Kardaani koostuu kahdesta osasta ja siinä on etupuoli E34-mallista ja takapuolisko E36-mallisesta autosta, joka on 3-sarjalainen.

Tasauspyörästö ja vetoakselit on myös hyvä uusia, kun vaihdetaan alkuperäisen moottorin tilalle tehokkaampi moottori. E34-mallin tasauspyörästö ei ollut käyttökelpoinen ja vetoakselit olivat liian pitkät, koska 5-sarjalaisen raideväli on huo-

mattavasti leveämpi kuin 3-sarjalainen kohdeajoneuvo. Tämän vuoksi tasauspyörästö ja vetoakselit otettiin kohdeajoneuvon kaltaisesta E30-mallista, mutta tehokkaammasta mallista.

E34-mallista saatiin vielä hyödynnettyä pienempiä osia, kuten jäähdytin, moottorin kumityyny ja moottorin kannakkeet. Vielä tarvittiin kuitenkin uudelle moottorille tärkeä varuste, eli sähköinen polttoainepumppu, joka otettiin E30-mallista, jossa oli alkuperäisenä uudemman mallinen moottori, joka vaatii sähköisen polttoainepumpun.

Mikäli toteutusta suoritettaisiin vanhemman määräyksen mukaan niin kohdeajoneuvoon täytyisi myös vaihtaa etujarrut jäähdytettymiin ja isompiin. Tämä perustuu siihen, että vertailuajoneuvona käytettäisiin E30 320i mallia, jossa on jäähdytetyt ja isommat etujarrut ja kohdeajoneuvon tulisi vastata tätä. (BMW 320i jarrut n.d.)

Koska tarkoituksena on rakentaa ajoneuvo, jollaista ei ole tehtaalta saanut niin kaikkia osia ei löydy valmiina. Tämän takia joitakin osia täytyi tehdä itse ja näistä itse tehdyistä osista olisi vanhan määräyksen mukaan täytynyt tehdä selvitys kestävydestä, mutta uuden määräyksen mukaan kiinnikkeiden tulee olla vain asialliset. Kuvassa 4 näkyy itse tehty vaihdelaatikon kannake, joka voidaan luokitella asialliseksi.



Kuva 4. Itse tehty vaihdelaatikon kannake.

Muita osia, joita täytyi tehdä itse, on vaihteenvalitsimen välittäjätanko, koska kohdeajoneuvoon asennettua vaihdelaatikkoa ei ollut tarkoitettu kyseiseen ajoneuvoon niin tangon pituus oli väärä. Koriin täytyi myös tehdä erilaisia muokkauksia ja uusia kiinnityspisteitä, jotta moottorin vaihto oli mahdollinen.

3.3 Moottorin vaihtoprosessi

Moottorin vaihtoprosessi alkaa luonnollisesti suunnittelulla ja selvityksellä siitä, mihin ajoneuvoon ollaan vaihtamassa millaista moottoria ja onko tämä ylipäättään laillista. Kun selvitykset moottorin tehoista ja eroista on saatu tehtyä, kuten taulukossa 2, niin täytyy laskea tehopainosuhte, jotta tiedetään, onko muutoskatsastus mahdollista. Tämän jälkeen voidaan siirtyä toteutusvaiheeseen, joka alkaa vanhan moottorin poistamisella ja korin valmistelulla uutta moottoria varten.

Taulukko 2. Moottoreiden vertailutiedot

Moottorin tyyppikoodi	M50B20TU	M10B18
Polttoainetyyppi	Bensiini	Bensiini
Sylinteriluku	6	4
Sylinterien suunta	Pitkittäin	Pitkittäin
Sylinteritilavuus	1990 cc	1,7 cc
Teho	110 kW	77 kW
Paino	135 kg	85 kg

Kohdeajoneuvon koriin täytyi tehdä joitakin muutoksia, jotta moottori saatiin mahdumaan konetilaan. Alkuperäinen moottori on huomattavasti pienempi niin pituudeltaan kuin leveydeltään, joten täytyi tehdä leveys- ja pituussuunnassa hieman lisätilaa. Leveyden puolesta ensimmäisenä tuli vastaan jarrutehostin, jota pystyi siirtämään muutaman sentin, joka oli juuri tarpeeksi. Siirto onnistui tekemällä tulipeltiin uudet kiinnityspisteet hieman kauemmas. Kuvassa 5 näkyy oikealla jarrutehostin ja vasemmalla imusarja, joiden välissä ei paljoa tilaa ole, kun kone on paikalla, mutta väliä on kuitenkin tarpeeksi, kun vielä hioi imusarjan ”evä” matalammiksi.



Kuva 5. Imusarjan ja jarrutehostimen väli

Pituussuunnassa rintapeltiin täytyi tehdä hieman muokkauksia, jotta jäähdyttimelle saatiin kiinnityspisteet siten, ettei jäähdytin ota moottoriin kiinni. Aiemmassa kappaleessa mainittu kardaanien yhdistelmä ei myöskään sopinut kohdeajoneuvon alkuperäisiin kiinnityspisteisiin. Eli nämä kiinnityspisteet täytyi tehdä uudestaan ja varmistua siitä, että kardaanilinja on suora.

Kun auton kori on saatu valmisteltua uutta moottoria varten, voidaan tehdä koesovitus, jossa sijoitetaan moottoripaketti paikalleen ja tarkistetaan, että moottori mahtuu hyvin olemaan suunnitellussa paikassa ja tarvittaessa voidaan tehdä lisää tilaa tai muutoksia. Mikäli muutoksille ei ole tarvetta voidaan kytkeä moottorin polttoainelinjat kiinni ja kytkeä sähköt eli tehdä adapteri alkuperäisen moottorijohtosarjan liittimeen. Moottoria voidaan tämän jälkeen koekäyttää ja katsoa, että kaikki toimii halutulla tavalla.

Koekäytön jälkeen alkaa tarkempi homma, jolloin osia aletaan sijoittelemaan lopulliseen paikkaan, esimerkiksi kohdeajoneuvon jäähdyttimeen täytyi muokkaila

sopivat letkut, koska jäähdytin ei ollut alkuperäinen eikä mistään saa letkuja valmiina. Tässä vaiheessa esimerkiksi johdotuksille ja polttoainelinjoille katsotaan paras mahdollinen reititys, johon ne voidaan jättää.

Kun moottorin osalta ajoneuvo alkaa olemaan valmis niin aletaan tekemään muita osakokonaisuuksia, jotta ajoneuvo saadaan katsastusvalmiiksi. Näitä kokonaisuuksia ovat esimerkiksi sisusta, alusta, putkisto. Näistä ensimmäisenä kohdeajoneuvossa toteutettiin putkisto, joka edellytti kardanin kiinnityksen, jonka aiemmin mainittiin vaatineen muutoksia.

Itse putkistokin vaatii työtä, koska kohdeajoneuvossa se täytyi tehdä pakosarjasta taaksepäin täysin itse, koska alkuperäinen pakoputki oli huomattavasti ohuempi kuin M50 moottorin alkuperäinen putkisto ja elintenluovuttaja auton pakoputkistossa oli aivan erilaiset taivutukset auton pituuserojen vuoksi. Traficomien määräysten mukaan 1999 ja vanhempiin autoihin saa tehdä itse putkiston, muutoin olisi jouduttu käyttämään alkuperäisiä putkia tai muutoskatsastamaan putkisto myös.

Alustan osalta on varmistettava ensisijaisesti jarrujen ja jousituksen soveltuvuus uuden moottorin kanssa. Tarkoittaen sitä, että kantavuus riittää ja jarrut ovat tarpeeksi tehokkaat uudelle moottorille, vertailukohtana on vertailuajoneuvo Traficomien säädösten mukaan. Kohdeajoneuvossa mitään alustan osia ei tarvinnut vaihdella, väljiä niveliä lukuun ottamatta.

Sisustasta tulee ottaa huomioon mittariston toimiminen uuden moottorinohjauksyksikön kanssa, sekä polkimien ja vaihdevivun soveltuvuus. Tämä tulee enemmän huomioitavaksi, jos muutetaan automaatti vaihteinen auto käsivälitteiseksi tai toisinpäin. Kohdeajoneuvossa ongelmaa ei ollut, kun auto pysyi käsivälitteisenä ja mittaristo toimi pienillä muokkauksilla.

Tällaisessa prosessissa yleisesti jää vielä viimeiseksi vaiheeksi viimeistely ja hienosäätö, jossa ajoneuvoon tehdään pieniä muokkauksia. Näitä muokkauksia saattaa ilmetä esimerkiksi koeajolla tai muuten käytön aikana. Muokkauksia voi joutua tekemään myös huoltoystävällisyyden takia. Kohdeajoneuvon moottoritila on kuvan 6 mukaisesti kovin ahdas, joten kaikki turhat asiat on pyritty poistamaan

ja pitämään moottoritila yksinkertaisena, jotta huoltotoimenpiteet olisi mahdollista toteuttaa ilman suurempaa purkamista.



Kuva 6. M50B20TU-moottori asennettuna

4 POHDINTA

4.1 Määräysten vertailu

Vanhemman määräyksen mukaan ajoneuvon tehoa saisi nostaa 20 prosenttia vertailuajoneuvon tehosta. Jos vertailuajoneuvon käytetään muutettavaa ajoneuvona niin tämän opinnäytetyön kohdeajoneuvoon saisi laittaa

$$77\text{kW} \cdot 1,2 = 92,4\text{kW}$$

92,4 kW moottorin. Tämä tarkoittaisi tämän opinnäytetyön kannalta sitä, että muutosta ei voitaisiin periaatteessa toteuttaa, koska M50B20TU-moottorissa on 110 kW. Jotta saataisiin vertailuajoneuvoksi tehokkaampi auto niin täytyisi tehdä alustaan muutoksia. Tämä onnistuisi vaihtamalla etujarrut E30 320i mallista, jossa on tehoa 91,9 kW. Etujarrujen vaihdon jälkeen voitaisiin käyttää vertailuajoneuvona E30 320i, mallia, jolloin tehoa saisi olla

$$91,9\text{kW} \cdot 1,2 = 110,3\text{kW}$$

eli juuri tarpeeksi, että voitaisiin asentaa M50B20TU-moottori autoon, jossa on 110 kW.

Uusi määräys mahdollistaa samanlaisen vaihtoehdon moottorin vaihdolle, mutta tarjoaa myös paremman mahdollisuuden käyttää muutettavaa autoa vertailuajoneuvona, jolloin sen omamassan ja tehon suhde voi laskea jopa 7 kg/kW tässä kyseisessä tapauksessa. Tämä tarkoittaisi käytännössä auton alkuperäisen omamassan mukaan laskettuna

$$\frac{1010\text{kg}}{7\text{kg/kW}} = 144,3\text{kW}$$

huomattavasti enemmän kuin aikaisempi määräys eli 144,3 kW, ja todellisuudessa tehomäärä on hyvin todennäköisesti enemmän varsinkin, jos tilalle asennetaan isompi moottori, joka on alkuperäistä painavampi.

Tässä kohdeajoneuvossa uusi määräys mahdollistaa suuremman tehonlisäyksen kuin vanhempi määräys, mutta tilanne ei välttämättä ole samanlainen kaikissa automalleissa. Uusi määräys mahdollistaa kuitenkin saman 20 prosentin tehonlisäyksen kuin vanha määräys, joten tilanne, jossa tehoa saisi lisätä vähemmän kuin ennen, ei ole mahdollinen.

Yhteenvetona uusi määräys tuo yksityiskohtaisemmin asioita esiin ja selkeyttä esimerkiksi ahdinmuutosten, omamassan, teho/painosuhteen sekä polttoainejärjestelmän muutosten osalta. Yleisesti uusi määräys on tarkempi ja täsmällisempi tietyssä teknisissä yksityiskohdissa verrattuna vanhaan määräykseen.

4.2 Moottorin vaihdon kannattavuus

Kannattaako tällaisen moottorin vaihdon toteuttaminen? Vastaus tähän riippuu täysin siitä, mitä autolta haluaa ja minkälaisille asioille laskee painoarvoa. Taloudellisista syistä moottorin vaihdon toteuttamista ei välttämättä kannata ensimmäisenä harkita, koska prosessiin kuluu hyvin paljon aikaa ja rahaa. Taloudellisen hyödyn ilmeneminen esimerkiksi kulutuksessa säästämiseksi vaatisi todella paljon ajokilometrejä.

Tämäkin opinnäytetyön prosessi on toteutettu vanhempaan autoon, joka on yleisin kohde tämän tyyppisissä muutostöissä. Vanhempien autojen moottorit eivät ole kovinkaan suorituskykyisiä, vaikka niitä viritettäisiin, niin onkin helpompaa ja järkevämpää vaihtaa kokonaan uudempi moottori, jos halutaan autosta tehokkaampi ja suorituskykyisempi. Vanhemman auton moottoriin voi olla myös vaikea löytää osia tai korjaaminen voi olla jopa kalliimpaa kuin uuden moottorin asentaminen, joten tällöin taloudellinen hyöty on selkeä.

Uudempiin autoihin tehdään useammin muutoksia alkuperäisiin moottoreihin ja viritetään niitä, koska niissä on jo valmiiksi parempi suorituskyky. Uudempiin autoihin voidaan toki tehdä moottorin vaihtoja myös samalla ajatuksella kuin vanhempiin autoihin eli jos uudemman ja tehokkaamman moottorin saa halvemmalla. Vaihtoehtona on myös toteuttaa moottorin vaihto niin, että vaihdetaan

käyttövoimaa, jolloin vaaditaan muutoskatsastus, vaikka kyseessä ei olisi tehokkaampi moottori.

Onko moottorin vaihtamisessa lopulta mitään järkeä? Vastaus on tietysti aina tapaus kohtainen, mutta uudempi moottori on ainakin opinnäytetyön kohdeajoneuvossa toiminta varmempi kuin huomattavasti vanhempi alkuperäinen moottori. Uudemmallalla moottorilla saadaan nostettua tehopainosuhdetta reilusti, jolloin auton käyttäminen on miellyttävämpää, kun esimerkiksi ohitukset maantie nopeuksissa ovat helpommin toteutettavissa. Kuitenkin kyseessä on enemmän harrastuspohjainen toteutus eli tässä opinnäytetyössä ei ole haettu ainoastaan hyötyjä.

4.3 Jatkokehitysideoita

Jatkokehityksenä tälle opinnäytetyölle voisi olla toteutuksen jälkeinen seuranta, jossa tutkittaisiin moottorin vaihdon jälkeisiä vaikutuksia. Tutkimisen aiheina voisi olla esimerkiksi huollettavuuden ja huollon seuranta. Eli käytännössä tutkittaisiin, pystyykö huollot toteuttamaan vai onko jotain moottorin komponentteja mahdollista vaihtaa moottorin ollessa ahtaammassa tilassa kuin alkuperäisenä. Myös voisi seurata miten alustan osat kestävät suurempaa tehoa ja painon muutosta.

Ajettavuuteen liittyvää selvitystä voisi saada tehtyä esimerkiksi kaarreajon ja keskipainopisteen, sekä kulutuksen osalta. Nämä olisivat toteutettavissa, kun saadaan autosta tietyt tiedot ennen ja jälkeen moottorin vaihdon niin voisi toteuttaa suoraan teoreettisen laskelman esimerkiksi kulutuksesta ja keskipainopisteestä. Näiden perusteella voisi tehdä oletukset, miten auto käyttäytyy ja sitten selvittää toimiiko auto oletetulla tavalla.

Työhön olisi myös hieno saada lisäyksenä tilastoja siitä, minkälaisia moottorin vaihtoja toteutetaan eniten. Kokemusperäiset haastattelut olisivat hyvä jatkokehitys idea, jossa voitaisiin haastatella muutoskatsastajia ja henkilöitä, jotka ovat toteuttaneet useampia moottorin vaihtoja. Mahdollisuuksien mukaan voisi saada hyviä käytännön esimerkkejä ja malli tapauksia korjaamoilta, jotka ovat toteuttaneet moottorin vaihtoja.

LÄHTEET

A-katsastus. n.d. Lakisääteiset mittaukset. Viitattu 3.4.2024

<https://www.a-katsastus.fi/katsastuspalvelut/katsastukset-ja-lakisaaiteiset-mittaukset/lakisaaiteiset-mittaukset/>

Avainasemat. n.d. Muutoskatsastus. Viitattu 3.4.2024

<https://avainasemat.fi/katsastukset/muutoskatsastus/>

Auto-Data. n.d. BMW E30 316i. Viitattu 2.11.2023

<https://www.auto-data.net/en/bmw-3-series-sedan-e30-facelift-1987-316i-100hp-10071>

Autoportal. n.d. Katsastuksen syyt. Viitattu 3.4.2024

<https://autoportal.fi/autojen-katsastus/>

BMW Parts Catalog. n.d. BMW 320i jarrut. Viitattu 16.1.2024

<http://bmwfans.info/parts-catalog/E30-2-doors/Europe/320i-M20/browse/brakes/>

BMW Parts Catalog. n.d. Polttoaine järjestelmä. Viitattu 2.11.2023

http://bmwfans.info/parts-catalog/E30-2-doors/Europe/316i-M10/browse/fuel_preparation_system/

John Wiley. 2018. Bosch Automotive Handbook. 10. painos. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH

Engine-specs. n.d. M50B20 tekniset tiedot. Viitattu 2.11.2023

<https://www.engine-specs.net/bmw/m50b20.html>

Engineswork. n.d. M50B20 ja M50B20 tekniset tiedot. Viitattu 16.1.2024

<https://engineswork.com/engines/bmw-engine/m50b20-engine.html#bmw-m50b20-engine-specs>

Traficom. n.d. Muutokatsastuksen vaadittavuus. Viitattu 3.4.2024

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/muutokatsastus>

Motor-Car. n.d. M10 tekniset tiedot. Viitattu 2.11.2023

<https://motor-car.net/bmw-engine/item/16037-bmw-m10>

Traficom. n.d. Ajoneuvojen katsastus. Viitattu 3.4.2024

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/katsastusajankohdat-ajoneuvoluokit-tain>

Traficom. n.d. Traficom. Viitattu 4.4. 2024

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/autoilijalle/ajoneuvon-katsastus>

Torquecars. n.d. Vanos. Viitattu 15.1.2024

<https://www.torquecars.com/bmw/vanos-explained.php>

US autoparts. n.d. M10B18. Viitattu 2.11.2023

<https://web.archive.org/web/20120421023940/http://www.usautoparts.net/bmw/engines/m10.htm>

LIITTEET

Liite 1. TRAFICOM/194495/03.04.00/2019

(1)



Liikenne- ja viestintävirasto

Määräys

15 (32)

TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019

3.6.1 Turvavyöt

Auton saa varustaa hyväksytyillä, pikalukitteisilla, vähintään kolmipiste turvavyöillä, jos auto varustetaan turvakaarella tai -kehikolla.

Vyöt saa kiinnittää alkuperäisiin, tähän tarkoitukseen valmistettuihin kiinnityspisteisiin. Vyöt saa kiinnittää myös turvakaareen tai turvakehikkoon lenkki kiinnityksellä tai vahvistettuun kiinnikkeeseen 7/16-20 UNF kierteisellä vähintään 10.9 lujuusluokan ruuvilla. Sovitteiden tulee olla suorassa linjassa vetosuuntaan nähden, ja sivuvöiden kiinnityspisteiden tulee olla vähintään istuimen leveydellä.

Vahvistetun kiinnikkeen on oltava ajoneuvon pohjalevyyn tehtävä kiinnityspiste, joka vahvistetaan käyttämällä pohjalevyn molemmin puolin vähintään 3 millimetriä paksua, pinta-alaltaan vähintään 40 cm² teräsaluslevyä. Jos asennuksessa käytetään litteitä teräslevyjä, on niiden minimipaksuus oltava 6 millimetriä ja niiden reunat on pyörästettävä ehkäisemään vöiden leikkautumista.

Mitään turvavyön osia ei saa kiinnittää autoon pulttaamalla turvavyöstä läpi.

3.7 Istuimen vaihtaminen

Ajoneuvon istuimet saa vaihtaa käyttöönottoajankohdan vaatimukset täyttäviin istuimiin.

Istuinten vaihtamisen yhteydessä kulku takaistuimelle ei saa estyä, ellei ajoneuvon takaistuimen istumapaikkoja poisteta. Muutoksessa tulee huomioida mahdollinen vaikutus ajoneuvon luokitteluun.

Autoon joka on käyttöönotettu 1.1.1998 tai sen jälkeen istuimen tulee täyttää direktiivin 81/577/ETY tai E-säännön nro 17 vaatimukset taikka, jos turvavyö on kiinnitetty istuimeen, E-säännön 14 vaatimukset.

Sivuturvavyöillä varustetun ajoneuvon istuimia ei saa vaihtaa toisenlaisiin, eikä niihin saa asentaa turvavyöjen toimintaa haittaavia istuinpäällisiä.

Istuimen kiinnitys tulee tehdä läpipulittaamalla pohjalevystä vähintään neljällä lujuusluokaltaan 8.8 ja paksuudeltaan vähintään 8 millimetrillä ruuvilla. Kiinnitys tulee vahvistaa käyttämällä pohjalevyn molemmin puolin vähintään 3 millimetriä paksua, pinta-alaltaan vähintään 40 cm² teräsaluslevyä.

3.8 Moottori ja pakoputkisto**3.8.1 Moottorin vaihto ja muuttaminen**

Alkuperäiseen moottoriin verrattuna ajoneuvon moottorin tehoa saa kasvattaa enintään 20 prosenttia tai ajoneuvon moottorin vaihtaa enintään 20 prosenttia tehokkaammaksi ilman, että ajoneuvo muutetaan vertailuajoneuvoa vastaavaksi.

Moottorin vaihtaminen edellä tarkoitettua tehokkaampaan tai alkuperäisen moottorin tehon kasvattamiseen edellä mainittua enemmän on sallittua, seuraavin edellytyksin:

- 1) ajoneuvon jarrut, voimansiirto ja akselistot vastaavat mitoitukseltaan vähintään vertailuajoneuvoa ja lukkiutumaton jarrujärjestelmä vastaa vertailuajoneuvossa vaadittua lukkiutumattomaa jarrujärjestelmää;
- 2) moottorin vaihdon mahdollisesti edellyttämien uusien tai muutettujen kiinnikkeiden tulee olla asianmukaiset;

- 3) jos moottoriin on tehty alkuperäistä tehoa ilmeisesti lisääviä muutoksia, on muutetun moottorin tehosta esitettävä tehonmittaustodistus.

Jos ajoneuvoon on asennettu ahdin, ei tehonmittaustodistusta hyväksytä, jos sen mukaan ahtimen asentaminen on lisännyt tehoa enintään 20 prosenttia. Asennettaessa tiettyyn moottoriin tarkoitettu tehdasvalmisteinen muutossarja, katsotaan muutossarjan valmistajan antama todistus maksimitehosta riittäväksi selvitykseksi, vaikka sen mukaan tehon lisäys olisi 20 prosenttia tai vähemmän. Tapauksissa, joissa muutossarjan valmistaja ei ole yleisesti tunnettu kaupallinen valmistaja tai muissa epäselvissä tapauksissa katsastajalle on esitettävä tehonmittaustodistus.

Muutettaessa ajoneuvo vertailuajoneuvoa vastaavaksi edellä 2 kappaleessa tarkoituiltu osin tai, jos muutettavaa ajoneuvoa käytetään vertailuajoneuvona, ajoneuvon omamassan suhde moottorin nettotehoon ei saa muutoksen jälkeen alittaa seuraavia raja-arvoja:

- 1) vertailuajoneuvolla suhteen ollessa yli 20 kilogrammaa /kW, saa se pienentyä muutetulla ajoneuvolla arvoon 12 kilogrammaa/kW;
- 2) vertailuajoneuvolla suhteen ollessa enintään 20 kilogrammaa/kW, saa se pienentyä muutetulla ajoneuvolla arvoon 10 kilogrammaa/kW;
- 3) vertailuajoneuvolla suhteen ollessa enintään 15 kilogrammaa/kW, saa se pienentyä muutetulla ajoneuvolla arvoon 7 kilogrammaa/kW;
- 4) vertailuajoneuvolla suhteen ollessa enintään 10 kilogrammaa/kW, saa se pienentyä muutetulla ajoneuvolla arvoon 5 kilogrammaa/kW;
- 5) vertailuajoneuvolla suhteen ollessa enintään 5 kilogrammaa/kW, saa se pienentyä muutetulla ajoneuvolla arvoon 4 kilogrammaa/kW.

Edellä 1-5 alakohdissa vertailuajoneuvon omamassan ja tehon suhde katsotaan tyyppihyväksynnän tiedoista tai yhtäläisyys selvityksestä. Muutetun ajoneuvon omamassa tarkastetaan muutuskatsastuksen yhteydessä punnitsemalla ja muutetusta moottorista tulee esittää tehonmittaustodistus; moottorin nettotehon katsotaan vastaavan *DIN*-normin mukaista tehoa, 0,9-kertaista *SAE netto* -normin mukaista tehoa tai 0,7-kertaista *SAE brutto* -normin mukaista tehoa.

Sylinterinkannen vaihtamisen toisenlaiseen katsotaan kasvattavan moottoritehoa iskutilavuuksien suhteessa sen moottorin tehoon, josta autoon vaihdettava sylinterinkansi on peräisin.

Tehonmittaustodistusta ei vaadita, jos kaasutin tai kaasuttimet korvataan polttoaineen suihkutuslaitteistolla, minkä katsotaan lisäävän moottorin tehoa 10 prosenttia, taikka jos bensiinikäyttöinen ajoneuvo muutetaan käyttämään pääosin etanolia koostuvaa polttoainetta tai neste-, maa- tai puukaasua.

3.8.2 Poikkeus paino-teho -suhteesta

Sen estämättä, mitä edellä kohdassa 3.8.1 määrätään paino-teho -suhteesta, jäykällä tai erillisjousitetulla taka-akselilla ja erillisjousitetulla etuakselistolla varustettuun, erillisrungolliseen autoon sallitaan myös enintään 100 kW tehoinen moottorin asentaminen.

Alun perin U-profiilirunkoisessa autossa edellytetään runkopalkkien muuttaminen suorakaideprofiiliseksi alkuperäistä vastaavalla materiaalilla ja teräksestä valmistetun x-lisätuen asentaminen runkopalkkien välille.

Muutoksen saa tehdä edellä 3.1.2 tarkoitetusta poiketen ilman valmistajan ohjeistusta, jos ajoneuvo on otettu käyttöön ennen 1 päivää tammikuuta 1980. Lisäksi ajoneuvon on oltava varustettu kaksipiirisellä jarrujärjestelmällä ja etuakseliston on oltava varustettu levyjarruilla.

3.8.3 Pakokaasupäästöt moottorin vaihdon tai muuttamisen jälkeen

Ajoneuvon käyttövoiman muutoksen jälkeen ajoneuvoa koskevien pakokaasupäästövaatimusten tulee täytyä 6 luvussa määrätyn mukaisesti.

Pakokaasupäästöjen tulee moottorin vaihdon tai muuttamisen jälkeen täyttää muutokatsastuksen yhteydessä tehtävässä pakokaasumittauksessa käytön aikaiset pakokaasupäästövaatimukset. Jos ajoneuvolle ei ikänsä tai rakenteensa puolesta suoriteta käytön aikaista päästömittausta, riittää osoituksena päästövaatimusten täyttymisestä kuitenkin muutokatsastajan suorittama silmämääräinen tarkastus.

Käytön aikaisen päästömittauksen lisäksi ajoneuvon, joka on otettu käyttöön 1 päivänä syyskuuta 2009 tai sen jälkeen, on osoitettava täyttävän käyttöönottoajankohdasta tai myöhemmin voimassa olleet ajoneuvon hyväksynnässä sovellettavat pakokaasupäästövaatimukset.

Edellä määrätystä poiketen silloin, jos ajoneuvon moottorinohjauksen ohjelmistoon tehdään suurempia muutoksia kuin ajoneuvon valmistajan päivityksiä tai ajoneuvon asennetaan erillinen ohjelmistoon vaikuttava lisälaitte ilman ajoneuvon käyttövoiman muutosta, on ajoneuvon pakokaasupäästöjen muutoksen jälkeen täytettävä ajoneuvon käyttöönottoajankohdan mukaiset hyväksynnässä sovellettavat vaatimukset ja moottoritehon on täytettävä kohdan 3.8.1 vaatimukset.

3.8.4 Pakoputkiston muuttaminen

Ajoneuvon pakoputkistoon saa tehdä 2.5.1 kohdassa tarkoitettua suurempia muutoksia, kuten asentaa äänenvaimentimen tai -vaimentimia sekä poistaa alkuperäisen äänenvaimentimen tai -vaimentimet, jos ajoneuvo täyttää muutokatsastuksessa tämän määräyksen kohdan 3.8.3 ja 3.8.5 vaatimukset, eikä muutos vaaranna liikenneturvallisuutta.

Katalysaattoriin saa asentaa, mutta alun perin ajoneuvon asennettua katalysaattoria ei saa poistaa. Katalysaattorit sekä pakoputkistoon kuuluvat anturit ja pakokaasujen puhdistusjärjestelmät on kahdennettava, jos pakoputkisto kahdennetaan ennen näitä laitteita.

3.8.5 Ajoneuvon melun mittaaminen

Meluvaatimusten katsotaan täyttyvän, jos E-säännön n:o 51 mukaisen mittaustavan A mukaisesti paikallaan mitattu melutaso ei ylitä taulukossa 1 annettuja raja-arvoja. Kutenkin 1 päivänä tammikuuta 2001 tai sen jälkeen käyttöönotetussa ajoneuvossa meluarvo saa ylittää enintään 3 dB(A):llä valmistajan ilmoittaman alkuperäisen meluarvon. Ympäristön olosuhteiden ei tarvitse olla E-säännön mukaiset. Mittauksissa tulee käyttää tuulisuojaa äänenpainetaso mittarissa.

Moottorin sijainti	Raja-arvo
Etumoottori	98 dB(A)
Keskimoottori	103 dB(A)
Takamoottori	103 dB(A)

Taulukko 1. Melumittauksen raja-arvot.

- f) lisävalaisimet;
- g) lisälämmitinlaitteet;
- h) kattoteline ja kattokaiteet;
- i) kattoluukku ja kattoikkuna;
- j) henkilö- ja pakettiauton vetokoukku;
- k) roiskeläpät ja sisälokasuojat;
- l) ajoneuvomallikohtaiset korin muotoiluosat, jos niiden asennuksen jälkeen ei ylitetä ajoneuvon tyyppihyväksynnän mukaisia mittoja eikä massoja;
- m) sähköiset ikkunannostimet;
- n) istuinlämmittimet;
- o) keskuslukitus sekä muut luvattoman käytön estolaitteet ja varkaushälyttimet; ja
- p) kuljettajaa avustavat järjestelmät, kuten vakionopeussäädin ja pysäköintiavustin.

1.5.2 Ensimmäisen käyttöönoton jälkeen tehtävät muutokset

Ajoneuvoon saa tehdä kohdan 1.5.1 ehtojen mukaiset varustemuutokset myös ensimmäisen käyttöönoton jälkeen.

Lisäksi ajoneuvoon saa tehdä ensimmäisen käyttöönoton jälkeen:

- a) renkaiden paineenvalvontajärjestelmän muutoksia tai kytkeä järjestelmän pois käytöstä tai takaisin käyttöön; ja
- b) lukitusjärjestelmän tai luvattoman käytön estävän laitteen muutoksia toimivaksi muulla kuin ajoneuvoon suunnitellulla ja valmistetulla avaimella.

2 MOOTTORIN JA PAKOPUTKISTON MUUTOKSET

2.1 Moottorin vaihto

Moottorin vaihtaminen on sallittu, jos vaihdettava moottori on teholtaan ja iskutilavuudeltaan alkuperäistä pienempi.

Sallittua on myös sellaisen teholtaan tai iskutilavuudeltaan alkuperäistä suuremman moottorin (*vertailumoottori*) vaihtaminen, jonka ajoneuvon valmistaja on tarkoittanut käytettäväksi samaan tyyppiin kuuluvassa, yleiseen tieliikenteeseen tarkoitetussa ajoneuvossa, taikka vertailumoottoreita tehokkaamman tai iskutilavuudeltaan suuremman moottorin vaihtaminen. Vaihtaminen on sallittua seuraavin edellytyksin:

- a) ajoneuvon jarrut, voimansiirto ja akselistot vastaavat vertailumoottorilla varustettua ajoneuvoa, mahdollinen vakiovarusteena oleva lukkiutumaton jarrujärjestelmä mukaan luettuna;

b) ajoneuvoon vaihdettavan vertailumoottoreita tehokkaamman moottorin teho on korkeintaan 20 % suurempi kuin tehokkaimman vertailumoottorin teho saman normin mukaan mitattuna;

c) ajoneuvoon vaihdettavan vertailumoottoreita iskutilavuudeltaan suuremman moottorin iskutilavuus on korkeintaan 25 % suurempi kuin iskutilavuudeltaan suurimman vertailumoottorin iskutilavuus;

d) moottorin vaihdon mahdollisesti edellyttämien uusien tai muutettujen kiinnikkeiden tulee olla asianmukaiset; kiinnikkeiden lujuudesta on esitettävä selvitys;

e) jos ajoneuvoon vaihdettavaan moottoriin on tehty alkuperäiseen tehoon ilmeisesti vaikuttavia muutoksia, on muutetun moottorin tehosta esitettävä tehonmittaustodistus; ja

f) jos autoon vaihdettavan moottorin teho verrattuna sen iskutilavuuteen on pienempi kuin 30 kW/dm³, tulee moottorin teho ja polttoaineensyöttölaitteiston tyyppi yksilöidä ja merkitä rekisteritietoihin; ja

g) moottoria ei saa vaihtaa, jos ajoneuvon omamassan suhde moottorin nettotehoon on muutoksen jälkeen pienempi kuin 7 kg/kW; jos vertailumoottorilla suhde on enintään 10 kg/kW, saa suhde kuitenkin pienentyä 30 %, mutta ei pienemmäksi kuin 5 kg/kW; ajoneuvon omamassan katsotaan tällöin vastaavan punnittua omamassaa taikka tyyppihyväksynnässä määritettyä tai valmistajan ilmoittamaa omamassaa korjattuna moottorin vaihtoon olennaisesti liittyvien rakennemuutosten aiheuttamalla massan muutoksella; moottorin nettotehon katsotaan vastaavan autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista annetun liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen tai DIN-normin mukaista tehoa, 0,9-kertaista SAE netto -normin mukaista tehoa tai 0,7-kertaista SAE brutto -normin mukaista tehoa.

Moottorin vaihtoon rinnastetaan myös:

a) sylinterinkannen vaihtaminen toisenlaiseen;

b) moottorin iskutilavuuden suurentaminen, jos iskutilavuus suurenee alkuperäiseen verrattuna yli 10 %; ja

c) ahtimen tai ahtoilman jäähdyttimen asentaminen tai ahtimella varustetun moottorin muuttaminen.

2.2 Moottorin muuttaminen

Muun kuin ahtimella varustetun moottorin muuttaminen vaihtamalla kaasutin, asentamalla polttoaineen suihkutuslaitteisto tai muuttamalla sitä, muuttamalla sytytyslaitteistoa, muuttamalla puristussuhdetta, muuttamalla moottorin ohjausyksikön ohjelmistoa, vaihtamalla nokka-akseli, muuttamalla venttiilikoneistoa ja siihen liittyviä kanavia sekä vaihtamalla imusarja ja pakosarja on sallittua ehdolla, ettei kohdassa 2.1 määrättyä ajoneuvon omamassan ja moottorin nettotehon suhdetta aliteta.

Jos moottoriin on tehty alkuperäistä tehoa ilmeisesti lisääviä muutoksia, on muutetun moottorin tehosta esitettävä tehonmittaustodistus. Tehonmittaustodistusta ei vaadita, jos kaasutin tai kaasuttimet korvataan polttoaineen suihkutuslaitteistolla, minkä katsotaan lisäävän moottorin tehoa 10 %. Tehonmittaustodistusta ei myöskään vaadita, jos moottorin iskutilavuutta muutetaan. Tällöin moottorin tehon katsotaan muuttuvan iskutilavuuksien suhteessa.

Muutettaessa ajoneuvon moottoria siten, että käyttövoimaksi tulee neste- tai maakaasu, tulee kaasulaitteiston asennus tarkastaa vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005) 6 luvussa tarkoitetulla tavalla. Nestekaasulaitteiston asennuksessa tulee käyttää E-säännön 67 vaatimuksia vastaavia osia ja maakaasulaitteiston asennuksessa E-säännön 110 vaatimuksia vastaavia osia.

Ajoneuvoon saa asentaa E-säännön 132 mukaan tyyppihyväksytyjä jälkiasennettavia pakokaasun puhdistusjärjestelmiä. Jos järjestelmän tyyppihyväksynnässä ilmoitetaan, että järjestelmä muuttaa moottorin pakokaasupäästöt vastaamaan alkuperäistä tiukempaa päästöluokkaa, niin kyseinen päästöluokka voidaan muuttaa ajoneuvon rekisteriin merkittäviin tietoihin.

2.3 Ajoneuvon pakokaasupäästöt moottorin vaihdon tai moottorin muuttamisen jälkeen

Ajoneuvon, joka on hyväksytty Euro 3- tai Euro III -päästöluokkaa lievempien pakokaasupäästövaatimusten mukaan, tulee moottorin vaihdon tai muutoksen jälkeen täyttää muutoskatsastuksen testissä alkuperäistä ajoneuvoa koskevat käytönaikaiset pakokaasupäästövaatimukset.

Ajoneuvon, joka on hyväksytty Euro 3- tai Euro III -päästöluokan mukaisten tai tiukempien pakokaasupäästövaatimusten mukaan, päästöihin välittömästi vaikuttavine rakenteita ja laitteita saa kohdassa 2.1 mainituin ehdoin vaihtaa vain ajoneuvon valmistajan tai asianomaisen viranomaisen hyväksymiin laitteisiin; tällöin muutoksen kohteena olevaa ajoneuvoa koskevien tai myöhempien päästövaatimusten tulee täytyä.

Ajoneuvoon, joka on hyväksytty Euro 3- tai Euro III -päästöluokan mukaisten tai tiukempien pakokaasupäästövaatimusten mukaan, saa kohdassa 2.1 mainituin ehdoin vaihtaa samaan tyyppiin kuuluvaan, muutoksen kohteena olevaa ajoneuvoa päästövaatimuksiltaan vastaavaan ajoneuvoon tarkoitetun moottorin kaikkine päästöihin välittömästi vaikuttavine rakenteineen ja laitteineen. Muunlaisen moottorin varustettuna kaikkine päästöihin välittömästi vaikuttavine rakenteineen ja laitteineen saa kohdassa 2.1 mainituin ehdoin vaihtaa vain, jos moottori on tarkoitettu ajoneuvoon, joka täyttää muutoksen kohteena olevaa ajoneuvoa koskevat tai myöhemmät päästövaatimukset.

Myös ajoneuvon käyttövoiman muutoksen jälkeen ajoneuvoa koskevien pakokaasupäästövaatimusten tulee täytyä. Muutettaessa ajoneuvon moottoria siten, että käyttövoimaksi tulee neste- tai maakaasu, päästövaatimusten katsotaan täyttyvän, jos käytettävä muutossarja on tarkoitettu kyseisessä ajoneuvossa käytettäväksi ja vastaa E-säännön 115 vaatimuksia.

Muutettaessa bensiinikäyttöinen ajoneuvo käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta, päästövaatimusten katsotaan täyttyvän ajoneuvossa, joka on otettu käyttöön viimeistään 31.12.2006, jos ajoneuvo täyttää muutoksen jälkeen muutoskatsastuksen testissä alkuperäistä ajoneuvoa koskevat käytönaikaiset pakokaasupäästövaatimukset. Muutos ei saa myöskään aiheuttaa aiheettomia vikailmoituksia OBD-järjestelmään tai muutoin haitata sen toimintaa.

2.4 Pakoputkiston muuttaminen

Pakoputkistoon saa asentaa katalysaattorin. Katalysaattoria ei saa poistaa, jos se on välttämätön ajoneuvoa koskevien pakokaasupäästömääräysten täyttämiseksi. Katalysaattorit sekä pakoputkistoon kuuluvat anturit ja pakokaasujen puhdistusjärjestelmät on kahdennettava, jos pakoputkisto kahdennetaan ennen näitä laitteita.