

## Päästömittausprojekti – taustaa, analyysia ja johtopäätöksiä

### MMAF

Teemu S. Lindfors  
OTK, Finanssioikeuden assistentti, Helsingin yliopisto

Timo Murtonen  
Insinööri (AMK), Tutkimusinsinööri, VTT Moottori- ja ajoneuvolaboratorio

Juha Tervonen  
KTM, Konsultti, liikenne- ja ympäristötalous

## Sisällys

Tiivistelmä.....	3
1. Ajoneuvojen pakokaasupäästöjen kontrollin perusteista .....	4
2. Pakokaasupäästöjen syntyisestä .....	6
3. Pakokaasupäästöjen sääntelystä .....	7
3.1 Tyyppihyväksyntävaatimukset.....	7
3.2 Tyyppihyväksyntävaatimusten testausmenettely.....	7
3.3 Käytönaikaisen valvonnan vaatimustaso .....	9
3.4 Muutoksastuksen vaatimustaso.....	9
4. SMOTO:n päästömittausprojektin tuloksista.....	11
4.1 Moottoripyörien luokittelu iän ja päästövaatimusten mukaan.....	11
4.2 Ryhmä (a) – ennen 1.1.1991 käyttöönotetut moottoripyörät .....	11
4.3 Ryhmä (b) – 1.1.1991–16.6.1999 käyttöönotetut moottoripyörät.....	12
4.4 Ryhmä (c) – 17.6.1999–16.6.2003 käyttöönotetut moottoripyörät .....	12
4.5 Ryhmä (d) – 17.6.2003 ja sen jälkeen käyttöönotetut moottoripyörät .....	12
5. Kehittämisehdotuksia.....	13
5.1 Muutoksastusvaatimusten asettaminen: tavoitteet ja menetelmät .....	13
5.2 Mittausmenetelmä ja raja-arvot muutoksastusta varten .....	13
5.3 Omavalmisteiden päästövaatimukset.....	16
6. Päästöjen omatoiminen hillitseminen .....	18

## Tiivistelmä

Tässä muistiossa tarkastellaan moottoripyörien pakokaasupäästöjen kontrollointia muutoksastuksissa sekä yksittäin hyväksyttävien omavalmisteisten moottoripyörien rekisteröintikatsastuksissa. Muistion kirjoittamisen tavoitteena on kuvata niitä ongelmia, joita pakokaasupäästöjen kontrollointiin moottoripyörä-harrastuksessa liittyy sekä esittää perusteltuja ratkaisuehdotuksia esille tuotuihin ongelmiin.

Koska pakokaasupäästöjen sääntelyn perusteet ovat yhteiskunnallisia, voidaan sääntelyssä omaksuttujen vaatimusten ja kontrollimenetelmien tarkoituksenmukaisuutta arvioida vain sijoitettuna yhteiskunnalliseen kontekstiin. Niinpä muistion luvussa 1 luodaan lyhyt katsaus päästöjen kontrolloinnin perusteisiin. Lisäksi tarkastellaan määrällisesti moottoripyöräilyn osuutta Suomen tieliikenteen ja koko kansantalouden päästöistä. Luvussa 2 tarkastellaan pakokaasupäästöjen syntyprosessia teknisestä näkökulmasta. Luvussa 3 tarkastellaan pakokaasupäästöjen sääntelyn nykytilaa ja tuodaan esiin siihen sisältyviä ongelma-kohtia, joista keskeisimpinä mainittakoon tyyppihyväksynnässä ja muutoksastuksissa vaaditun syklites-tausmenetelmän heikko saatavuus ja kallis hinta. Luvussa 4 esitellään SMOTO:n päästöprojekti, jossa kokeiltiin henkilöautojen määräaikaikatsastuksissa sovellettavan pakokaasupäästöjen valvontamenettelyn soveltamista moottoripyöriin. Luvussa 5 esitetään ehdotuksia voimassa olevan järjestelmän kehittämiseksi.

Moottoripyörien pakokaasupäästöihin on mahdollista vaikuttaa harrastajakunnan teknisellä valistamisella. Yksinkertaiset huolto- ja säätötoimenpiteet ovat tehokkaita keinoja yhtä aikaa sekä päästöjen kurissa pitämisessä että harrastajan ajoneuvon ylläpitämisessä: moottoripyörän ylläpitäminen ja päästöjen kurissa pitäminen kulkevat käsi kädessä. Niinpä luvussa 6 tarkastellaan lopuksi harrastajan mahdollisuuksia vaikuttaa moottoripyöränsä päästötasoon säätö- ja huoltotoimenpitein.

Johtopäätöksistä ja kehittämisehdotuksista toteamme tässä ensinnäkin, että moottoripyörien pakokaasupäästöjen kontrolliin ei silmällä pitäen niiden osuutta tieliikenteen kokonaispäästöistä ole perusteltua kiinnittää ainakaan enempää huomiota kuin autojen päästöihin. Jotta autoja ja moottoripyöriä kohdeltaisiin laissa yhdenmukaisesti, olemme päätyneet ehdottamaan moottoripyörien päästötason kontrollia muutoksastuksissa vastaavalla menetelmällä ja raja-arvoilla kuin autojen muutoksastuksissa. Ehdotuksemme mukaan sellaiset moottoripyörät, joissa uusina ei ole ollut katalysaattoria, voitaisiin hyväksyä muutoksastuksessa siten, että päästötaso kontrolloidaan nelikaasuanalysaattorin avulla noudattaen samoja raja-arvoja kuin henkilöautoissa, joissa ei ole katalysaattoria. Käytännössä menettely koskisi aikavälillä 1.1.1991–1.7.2004 käyttöön otettuja moottoripyöriä. Tätä uudempien moottoripyörien osalta edellytettäisiin direktiivin 2006/120/EY mukaisesti 1.1.2009 lukien e-merkityn varaosakatalysaattorin käyttöä.

Yksittäiskappaleina valmistettujen moottoripyörien osalta ehdotamme sovellettavaksi normiksi ECE 40/01:tä, jonka vaatimusten täytyminen todettaisiin niin ikään nelikaasuanalysaattorimittauksella. Ehdotettua vaatimustasoa perustelemme tarkoituksenmukaisuussyillä; tiukemman vaatimustason täyttävää teknologiaa ja tarkempaa moottorin päästökuormitusta kertovaa mittausmenetelmää ei ole kohtuudella moottoripyöriä yksittäiskappaleina valmistavien henkilöiden saatavilla Suomessa. Toisaalta moottoripyörien kokonaispäästötaso sekä yksittäiskappaleina valmistettavien moottoripyörien ajoneuvokantaan nähden erittäin pieni määrä huomioon ottaen voimassa olevia määräyksiä kevyemmän vaatimustason soveltaminen ei aiheuta Suomessa ympäristölle havaittavia haittavaikutuksia.

Tämän muistion laatimisessa kirjoittajia ovat auttaneet Juhani Laurikko (VTT) sekä Sami Peuranen (AKE), mistä tahdomme heitä lämpimästi kiittää.

## 1. Ajoneuvojen pakokaasupäästöjen kontrollin perusteista

Ajoneuvojen käytöstä aiheutuvia pakokaasuja pyritään vähentämään normatiivisella ohjauksella yhteiskunnallisista syistä. Useimmat pakokaasun sisältämät yhdisteet ja niiden johdannaiset ovat tavalla tai toisella haitallisia ihmisille ja luonnolle. Liiallisina pitoisuuksina ja jatkuvana kuormituksena ne ovat jopa vaarallisia ihmisten terveydelle. Päästöjen haittavaikutuksia (mm. hengityselin-, sydän- ja verisuonitautien oireet) aiheutuu siitä että, päästölajista riippuen, kriittinen altistus ylittyy (toistuvasti) ihmisten elinympäristössä. Paikallisesti haitallisia päästölajeja ovat esimerkiksi typen oksidit ( $\text{NO}_x$ ), häkä ( $\text{CO}$ ) ja hiilivedyt ( $\text{HC}$ ). Kasvihuonekaasujen aiheuttaman ilmastomuutoksen katsotaan aiheuttavan merkittäviä haittakustannuksia. Kasvihuonekaasuista merkittävin hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ) ei ole terveydelle suoraan haitallinen.

Normatiivinen ohjaus käsittää päästörajojen asettamista tiettyjen päästölajien ( $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ) osalta uutena käyttöön otettaville ajoneuvoille sekä henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen päästöjen kontrollointia vuosikatsastusten yhteydessä. Kontrollitaso määrittyy sen mukaan, mitkä päästönormit olivat voimassa ajoneuvon tyyppihyväksynnän tai käyttöönoton ajankohdalla. Vaatimustasoa on ajan myötä kiristetty uusina käyttöön otettaville ajoneuvoille.

Normiohjauksella pyritään siihen, että liikenteen vuosittain aiheuttamien päästöjen kokonaismäärät sekä paikallisesti vallitsevat päästöjen pitoisuustasot alenevat. Muutamien päästöjen osalta keskeisten teknologioiden (polttoaineensuihkutus, palamistekniikka, polttoaineiden laatu sekä pakokaasujen jälkikäsittelylaitteet) kyetään alentamaan päästöjen kokonaismääriä ja pitoisuustasoja huolimatta siitä, että moottoroidun tieliikenteen määrä alati kasvaa.

Päästöjen vähentäminen ei ole kuitenkaan mielekästä loputtomiin teknisten rajoitteiden tai teknologian kalleuden vuoksi. Hiilidioksidipäästöihin voidaan vaikuttaa vain alentamalla polttoaineen kulutusta, mutta ajoneuvojen ominaiskulutukselle ja siten hiilidioksidipäästöille ei toistaiseksi ole määritetty normitasoja. Ominaiskulutusta on toistaiseksi pyritty ohjaamaan yhtäältä autoteollisuuden kanssa tehdyin sopimuksin ja toisaalta vaikuttamalla tienkäyttäjien valintoihin ajoneuvojen hankinnassa.

Päästöjen kokonaismäärään vaikuttavat käytössä olevien ajoneuvojen tekniset ominaisuudet ja tekninen kunto, mutta myös ajoneuvojen käyttömäärä. Tieliikenteen päästöt ovat päästölajista riippuen koko valtakunnan tasolla merkittävät, koska henkilöautoja sekä esimerkiksi raskasta kuljetuskalustoa käytetään paljon. Moottoripyöräily on sen sijaan määrältään verraten vähäistä, ja myös moottoripyöriin on kohdistunut normiohjausta vuodesta 1991 alkaen. Ohjaus kiristyy jatkossa kutakuinkin samaa tahtia kuin muilla tieliikenteen ajoneuvoilla. Seuraavassa taulukossa on esitetty moottoripyörien päästöt ja ajosuoritteet suhteessa muuhun tieliikenteeseen ja Suomen kokonaispäästöihin.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mäkelä, Kari – Laurikko, Juhani – Kanner, Heikki: Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt, LIIISA 2005 laskentajärjestelmä, VTT 2006; Tilastokeskus 2007; Ympäristöministeriö 2007.

	CO	HC	NOx	Hiukkaset (PM <sub>2,5</sub> )	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Ajosuorite, milj.km
Kansalliset päästöt	551 000	-	205 000	38 400	-	-	69 100 000	-
MP päästöt	11 910	1 454	165	12	118	1,2	61 615	692
Tieliikenteen päästöt*	266 324	31 831	61 226	3 145	1 984	1 804	11 804 501	51 790
MP-osuus tieliikenteestä, %	4,5	4,6	0,3	0,4	5,9	0,1	0,5	1,3

Tilastojen valossa on ilmeistä, ettei moottoripyörien pakokaasupäästöillä ole erityisen suurta merkitystä ilmanlaadun tai ilmastomuutoksen kannalta Suomessa, eikä moottoripyöräilyyn ole tarvetta kiinnittää huomioita ympäristönäkökulmista ainakaan enempää kuin muuhun tieliikenteeseen. Terveydelle suoraan haitallisten päästöjen (mm. CO, HC, PM) osuus tieliikenteen päästöistä on siinä määrin vähäinen, ettei moottoripyöräilyä Suomen olosuhteissa voida pitää erityisen haitallisena ympäristölle ja ihmisille.

Jatkossa tarkastelu kohdistuu ensisijaisesti niihin päästöihin, joille on asetettu raja-arvot direktiivein ja joita mitataan autojen vuosikatsastuksen yhteydessä; hiilivedyt (HC), hiilimonoksidi (CO) ja uudempien ajoneuvojen osalta lambda-arvo.

## 2. Pakokaasupäästöjen syntymisestä

Teoriassa täydellisessä palamisessa syntyy vain vesihöyryä ja hiilidioksidia. Tämä edellyttäisi sitä, että polttoainetta ja ilmaa olisi polttomoottorissa toisiinsa nähden täsmälleen oikeassa suhteessa ja että palamisolosuhteet olisivat ideaaliset. Todellisuudessa näihin olosuhteisiin ei koskaan päästä. Epätäydellisen palamisen seurauksena pakokaasussa on palamattomia hiilivetyjä (HC) ja hiilimonoksidia (CO) eli häkää. Lisäksi palamisprosessissa muodostuu typenoksideja ( $\text{NO}_x$ ) ja pieniä määriä myös muita yhdisteitä. Tässä muistiossa keskitytään CO- ja HC-päästöihin.

Hyvän palamisen edellytyksenä on oikeanlainen ilma-/polttoaineseos. Seoksen kuvaamiseen käytetään yleensä lambda-arvoa ( $\lambda$ ), joka määritetään todellisen ja stökiometrisen (=ideaalisen) ilma-polttoaine seoksen välisestä suhteesta. Stökiometrisellä seoksella  $\lambda$ -arvo on 1. Jos ilmaa on liikaa suhteessa poltettavan polttoaineen määrään, on  $\lambda > 1$  ja päinvastaisessa tilanteessa  $\lambda < 1$ . Mikäli polttoaineen annosteluun käytetään kaasutinta, voi  $\lambda$ -arvo vaihdella eri ajotilanteissa välillä 0,8 – 1,2. On kuitenkin suositeltavaa, että  $\lambda$ -arvo pysyisi mahdollisimman lähellä arvoa 1. Näin päästöjen muodostuminen olisi kohtuullista ja toisaalta moottorivaurion vaara vähenee (liian korkea  $\lambda$ -arvo voi aiheuttaa moottorivaurion). Nykyaikaiset polttoaineen suihkutusjärjestelmät pystyvät hyvin tarkkaan seossuhteen säätöön, etenkin jos säädön ohjaukseen käytetään lambda-anturia. Moottoripyörissä polttoaineen suihkutusjärjestelmät ovat alkaneet yleistyä vasta viime vuosien aikana.

Lambda-arvolla on voimakas vaikutus CO-päästöjen syntymiseen. Jos ilmaa on liian vähän suhteessa polttoaineen määrään ( $\lambda < 1$ ), nousee CO-päästö jyrkästi. Kyseisessä tilanteessa hiilivetyjen hapettamiseen tarvittavaa happea ei ole riittävästi ja hiilidioksidin ( $\text{CO}_2$ ) sijaan muodostuu hiilimonoksidia (CO). Lambdan ollessa suurempi kuin 1 on hiilimonoksidin muodostuminen vähäisempää, koska tällöin palamiseen tarvittavaa happea on riittävästi käytettävissä.

HC-päästöjä syntyy, kun osa polttoaineesta jää palamatta. Tähän vaikuttavat useat eri tekijät, kuten seossuhde, palamislämpötila, seoksen muodostus (kuinka hyvin polttoaine on höyrystynyt ja kuinka homogeeninen seos on) ja palotilan muoto. Lisäksi HC-päästöjä syntyy esimerkiksi sylinteriin pääsevästä moottoriöljystä; mikäli moottori on hyvässä kunnossa, on moottoriöljystä aiheutuvien HC-päästöjen osuus vähäinen. Hiilivetypäästöt ovat pienimmillään lambda-arvolla 1.1 (likimain). Tällöin palamiseen on riittävästi happea ja palamislämpötila on korkeimmillaan. Pienemmillä lambdan arvoilla hiilivetyjä jää palamatta hapenpuutteen ja lämpötilojen laskun vuoksi ja suuremmilla arvoilla ylimääräinen ilma alkaa jäähdyttää palotapahtumaa, eikä seossuhde muutenkaan ole optimaalinen palamista ajatellen.

### 3. Pakokaasupäästöjen sääntelystä

#### 3.1 Tyyppihyväksyntävaatimukset

Moottoripyörien pakokaasupäästövaatimuksia säännellään kansainvälisin sopimuksin ja EU-tasolla. Suomessa moottoripyörien ensimmäinen päästövaatimus, YK:n Euroopan talouskomission normi ECE 40/01 tuli voimaan 1.1.1991; tätä ennen moottoripyörien päästöjä ei Suomessa säännelty. Sittenkin vaatimustaso on kiristynyt useaan otteeseen. Direktiivissä 97/24/EY asetettiin uudet vaatimukset, jotka tulivat voimaan vaiheittain siten, että ne koskivat uutta ajoneuvotyyppiä 17.6.1999 alkaen ja kaikkia ensi kertaa käyttöön otettavia moottoripyöriä 17.6.2003 alkaen. Direktiivissä 2002/51/EY päästövaatimuksia kiristettiin kaksiporaisesti. Direktiivissä mainitut lievemmat vaatimukset (2002/51/EY/a) tulivat voimaan uudelle ajoneuvotyyppille 1.4.2003 ja ensi kertaa käyttöön otettavalle ajoneuvolle 1.7.2004, tiukemmat vaatimukset (2002/51/EY/b) tulivat puolestaan voimaan uudelle ajoneuvotyyppille 1.1.2006 ja ensi kertaa käyttöön otettavalle ajoneuvolle 1.1.2007. Vaatimustason kiristymiseen myönnettiin kuitenkin lievennys, jonka mukaan direktiivin 2002/51/EY lievempien raja-arvojen mukaan tyyppihyväksyttyjä moottoripyöriä saa ottaa ensi kertaa käyttöön EU:n alueella enintään 5000 yksilöä kutakin mallia. Moottoripyörän käyttäjän näkökulmasta järjestelmän ymmärrettävyys muistuttaa hepreaa, joten koetamme avata sitä hieman.

Uusia kiristyviä päästövaatimuksia ei sovelleta taannehtivasti niiden voimaantuloa vanhempiin moottoripyöriin – ainakaan toistaiseksi; on mahdollista, että ympäristönsuojelun tarve erityisesti taajaan asutuilla alueilla merkitsee tulevaisuudessa poikkeuksia tähän periaatteeseen, tai johtaa muunlaisiin vanhempia ajoneuvoja koskeviin rajoituksiin. Sen selvittämiseksi, mitä vaatimustasoa tiettyyn moottoripyöräyksilöön on sovellettava, on tiedettävä, milloin se on tyyppihyväksytty ja otettu käyttöön. Taulukkomuodossa asian voi esittää seuraavasti.

Käyttöönotto- ajankohta	1.1.1991- 16.6.1999	17.6.1999- 31.3.2003	1.4.2003- 16.6.2003	17.6.2003- 30.6.2004	1.7.2004- 31.12.2005	1.1.2006- 31.12.2006	1.1.2007 -
Sovellettava säädös	ECE 40/01	ECE 40/01	ECE 40/01	97/24/EY	2002/51/EY/a	2002/51/EY/a	2002/51/EY/b
		97/24/EY	97/24/EY	2002/51/EY/a		2002/51/EY/b	
			2002/51/EY/a				

Esimerkiksi 15.6.2003 käyttöön otettuun moottoripyörään sovelletaan normia ECE 40/01, jos se on tyyppihyväksytty ennen 17.6.1999. Jos se on tyyppihyväksytty aikavälillä 17.6.1999 - 31.3.2003, sovelletaan direktiiviä 97/24/EY. Jos se on tyyppihyväksytty 1.4.2003 tai sen jälkeen, siihen sovelletaan direktiivissä 2002/51/EY mainittuja kevyempiä (a) raja-arvoja.

#### 3.2 Tyyppihyväksyntävaatimusten testausmenettely

Moottoripyörän tyyppihyväksynnässä yhtä ajoneuvoyksilöä ajetaan jarrulla varustetussa dynamometrissä päästövaatimussäännöissä määrätty sykli, joka sisältää kiihdytyksiä, tasaista ajoa ja moottorijarrutuksia. Testin aikana syntyvä pakokaasu laimennetaan ja osa laimennetusta pakokaasusta kerätään pussiin, jonka sisältö analysoidaan testin jälkeen. Pakokaasun sisältämille yhdisteille on asetettu raja-arvot, jotka pussin sisällön pitoisuuksista laskettujen tulosten on alitettava. Tyyppihyväksynnän raja-arvot on esitetty seuraavassa taulukossa.

Sovellettava säädös	HC, [g/km]	CO, [g/km]	NOx, [g/km]
ECE 40/01	4.2 - 6	17.5 - 35	-
97/24/EY	3,00	13,0	0,3
2002/51/EY/a	1,00	5,5	0,3
2002/51/EY/b	0,30	2,0	0,15
2006/72/EY	0,33	2,62	0,22

Sekä testisykliä että raja-arvoja on ECE-normeissa ja EU:n asiaa koskevissa direktiiveissä muutettu useaan otteeseen. Myös Euroopan ulkopuolella, esimerkiksi USA:ssa sovelletaan vastaavanlaisia hyväksyntämenettelyjä, joissa testisyklin sisältö ja raja-arvot niin ikään vaihtelevat. Syklin sisällön on tarkoitus kuvata tyypillistä moottoripyörän käyttöä liikenteessä. Kuten harrastajat tietävät, moottoripyörälle on kuitenkin ongelmallista pyrkiä määrittelemään tyypillistä käyttöä; toiset harrastavat bulevardicruisailua, toiset matkailua, jotkut ajelevat mielellään hiekkateitä, jotkut puolestaan käyvät vuoristolenkeillä. Tästä syystä sykli on aina jonkinlainen approksimaatio. Raja-arvot taas perustuvat mm. oletuksiin päästöjä vähentävän teknologian kehittymismahdollisuuksista. Periaatteessa raja-arvot asetetaan ainakin jonkinasteisen poliittisen päätöksenteon tuloksena, jossa myös ajoneuvoteollisuuden näkemyksillä on merkitystä.

Näistä epävarmuustekijöistä seuraa, että tyyppihyväksyntämääräykset eivät ole Mooseksen tauluja, joiden sisältö olisi syytä korottaa itseisarvoiseen asemaan. Tavoite tieliikenteen ympäristökuormituksen vähentämisestä on luonnollisesti arvokas, mutta tyyppihyväksyntään perustuva menetelmä tavoitteen saavuttamiseksi ei aina ole tarkoituksenmukaisuusnäkökohtia silmällä pitäen paras mahdollinen.

Prototyyppitestinä tyyppihyväksyntävaatimuksiin kuuluva päästömittausmenettely on perusteltavissa, sillä testisyklin ja raja-arvojen määrittelemisen ongelmallisuudesta huolimatta se tuottaa melko luotettavaa ja vertailtavaa tietoa ajoneuvotyyppin päästökuormituksesta testisyklin kaltaisessa ajossa. Sen sijaan yksittäiselle ajoneuvoharrastajalle menettely on erittäin ongelmallinen: syklitestaaminen on kallista, eikä tiedossa ole yhtään paikkaa Suomessa, jossa testejä tehtäisiin moottoripyörille. Lähin testauspaikka sijaitsee Ruotsissa ja sielläkin testin hinta on korkea.

Teollisille ajoneuvovalmistajille tyyppihyväksyntätestin kustannukset valmistettua ajoneuvoyksilöä kohden ovat vähäisiä, sillä ajoneuvotyyppi käsittää normaalisti tuhansia ajoneuvoyksilöjä. Sen sijaan rakenteeltaan muutettua tai piensarjana taikka yksittäiskappaleena valmistettua ajoneuvoa silmällä pitäen testin kustannukset ovat korkeat. Direktiivin 2002/51/EY 8 artiklan 1 kohdassa todetaankin, että tulevien päästösäädösten taloudellinen vaikutus moottoripyöriä piensarjoina valmistavien yritysten toimintaan tulisi huomioida. Moottoripyörien osalta piensarja voi voimassa olevan tyyppihyväksyntädirektiivin 2002/24/EY 15 artiklan nojalla käsittää enintään 200 kappaletta vuodessa.

Yksittäiskappaleina valmistettavien omavalmisteisten moottoripyörien osalta päästöjen normiohjaus merkitsee käytännössä sitä, että omavalmisteisia moottoripyöriä ei ole Suomessa mahdollista valmistaa liikennekäyttöön. Uusimmat päästövaatimukset täyttävää teknologiaa ei yksinkertaisesti ole kohtuudella saatavilla yksityishenkilöille tai moottoripyöriä rakentaville pienyrityksille. Toisaalta testauskulut nostavat yksittäiskappaleena valmistettavan moottoripyörän hintaa niin korkealle, ettei valmistus ole taloudellisesti kannattavaa. Ulkomailla, erityisesti Ruotsissa, Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa yksilöllisten moottoripyörien valmistaminen on kuitenkin kannattavaa pienteollisuutta.



### 3.3 Käytönaikaisen valvonnan vaatimustaso

Jotta koko ajoneuvokannan ympäristökuormitusta voitaisiin paremmin hallita, on säädetty tyyppihyväksytyn ajoneuvon tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvonnasta, joka perustuu mm. pistotarkastuksiin ja -mittauksiin, sekä henkilöautojen osalta määräaikaikatsastuksissa suoritettavasta pakokaasupäästöjen valvonnasta. Moottoripyörillä määräaikaikatsastuksia ei Suomessa ole. Henkilöautojen määräaikaikatsastusvaatimusten tarkastelu on kuitenkin myös moottoripyörien näkökulmasta kiinnostavaa, sillä määräaikaikatsastusten päästömittausmenettely on saatavuudeltaan ja kustannuksiltaan huomattavasti tyyppihyväksyntämenettelyä parempi.

Määräaikaikatsastuksessa pakokaasupäästöt mitataan paikoillaan käynnissä olevan auton pakoputkesta joutokäynnillä ja uudempien autojen osalta myös 2000 kierrosta minuutissa ylittävällä käyntinopeudella. Raja-arvot on asetettu hiilivedyille (HC), hiilimonoksidille (CO) ja uudemmissa ajoneuvoissa myös lambda-tunnusluvulle. Jotta bensiiniautojen kolmitoimikatalysaattori toimisi, täytyy lambda olla 1. HC- ja CO-päästöt osoittavat, että katalysaattori toimii. Kuhunkin ajoneuvoyksilöön sovellettavat määräaikaikatsastusten raja-arvot (alla) määräytyvät käyttöönottoajankohdan mukaan samoin perustein kuin tyyppihyväksynnän vaatimustasokin.

Käyttöönotto	idle			+2000 rpm		
	HC, [ppm]	CO, [%]	lambda	HC, [ppm]	CO, [%]	lambda
ennen 1.10.1986	1000	4,5	-	-	-	-
jälkeen 1.10.1986	600	3,5	-	-	-	-
vähäpäästöinen	100	0,5	1±0.03	100	0,3	1±0.03
EURO 3 & 4			1±0.03	100	0,2	1±0.03

Tyyppihyväksynnän vaatimuksiin kuuluva sykliäpäästömittaus tarjoaa tarkempaa tietoa ajoneuvon päästökuormituksesta kuin määräaikaikatsastusten pakokaasupäästömittaus. Määräaikaikatsastuksessa ei testata ajoneuvoa muuttuvissa kuormitustilanteissa, joten sen tuloksista ei voida suoraan päätellä, että moottori täyttää sille asetetut vaatimukset kaikissa olosuhteissa. Toisaalta tällaista vaatimusta ei suoraan aseteta tyyppihyväksyntämääräyksissäkään: riittää, kun määrätyn testisyklin tulos alittaa raja-arvot, toisin sanoen testisyklin kuvaaman kuormituksen läpikäyminen *keskimäärin* johtaa vaadittuun tasoon.

Molemmissa menettelyissä mitataan joka tapauksessa samoja päästöjä ja molempien raja-arvot on asetettu samoissa säädöksissä; määräaikaikatsastuksessa sovellettavien raja-arvojen on ilmeisesti tarkoitus vastata tyyppihyväksyntämenettelyn raja-arvoja jonkinasteisella moottorin kulumiseen liittyvällä marginaalilla.

### 3.4 Muutoksastuksen vaatimustaso

Moottoripyörän moottoriin kohdistuvien rakennemuutosten, esimerkiksi pakoputkiston muutosten, hyväksyminen muutoksastuksessa edellyttää voimassa olevassa järjestelmässä näyttöä siitä, että moottoripyörä täyttää siihen alun perin sovelletut päästövaatimukset (LiikMP moottoripyörän ja mopon rakenteen muuttamisesta 1992/332 7 ja 11 §). Ensimmäisen päästönormin tultua Suomessa voimaan 1.1.1991 tämä merkitsee, että muutoksastuksen hyväksyminen edellyttää kyseiselle osakokonaisuudelle yksilöityä todistusta tyyppihyväksyntävaatimusten täyttymisestä. Kuten edellä on esitetty, todistusten hankkiminen on kallista, koska niitä ei ole saatavilla Suomesta, eivätkä tarvikeosien valmistajatkaan yleensä liitä todistuksia

tuotteidensa mukaan. Seurauksena on, että käytännössä moottoripyörien päästötasoon vaikuttavia muutoksia ei juuri muutokatsasteta.

Autojen osalta asia on hieman yksinkertaisempi. Muiden kuin vähäpäästöisiksi merkittyjen autojen osalta hyväksytään muutokatsastuksessaikin selvitykseksi vaatimusten täyttymisestä määräaikaikatsastuksessa noudatettava mittausmenettely.

Kuten edellä on esitetty, moottoripyörien ympäristökuormitus Suomessa on ylipäättään niin vähäistä, että moottoripyörien muutokatsastusmenettelyyn ja vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen ei tältä osin ole tarkoituksenmukaista ohjata kovin suuria resursseja. Useiden tuhansien eurojen testikustannukset jokaista rakenteeltaan muutettua moottoripyörää kohden eivät täytä tätä tarkoituksenmukaisuusvaatimusta. Tavoitteiden ja menettelyjen tulisi olla tarkoituksenmukaisessa suhteessa toisiinsa. Määräaikaikatsastusmenettelyn soveltaminen moottoripyörien muutokatsastusvaatimusten toteennäyttämiseksi näyttää käytännössä parhaiten tarkoituksenmukaisuusvaatimuksen täyttävältä menettelyltä, mutta sen soveltamiselle on niin ikään käytännöllistä laatua oleva este: tyyppihyväksyntävaatimuksia vastaavia määräaikaikatsastuksissa sovellettavia raja-arvoja ei ole direktiivitasolla tai Suomen laissa määritelty.

## 4. SMOTO:n päästömittausprojektin tuloksista

### 4.1 Moottoripyörien luokittelu iän ja päästövaatimusten mukaan

Suomen Motoristit ry SMOTO:n päästömittausprojektissa mitatut moottoripyörät jaoteltiin karkeasti neljään ryhmään: (a) ennen 1.1.1991 käyttöönnotetut moottoripyörät, (b) 1.1.1991–16.6.1999 käyttöönnotetut moottoripyörät, (c) 17.6.1999–16.6.2003 käyttöönnotetut moottoripyörät ja (d) 17.6.2003 ja sen jälkeen käyttöönnotetut moottoripyörät. Tämä jaottelu johtuu siitä, että sovellettavan vaatimustason selvittämiseksi tyyppihyväksyntäajankohta ja sen myötä määräytyvän normin soveltuvuus pitäisi selvittää jokaisen mitatun pyöräyksilön kohdalla erikseen, mikä olisi edellyttänyt vaikeasti toteutettavia selvityksiä. Jaottelussa ryhmien (c) ja (d) sisällä sovellettava vaatimustaso saattaa siten olla vaihdella. Varmaa on kuitenkin, että ryhmän (b) kaikkia yksilöitä koskee vähintään ECE 40/01 vaatimustaso. Ryhmän (c) sisällä 17.6.1999 jälkeen käyttöönnotettuja yksilöitä saattaa koskea myös tiukempi normi 97/24/EY. Ryhmässä (d) sovelletaan kolmea eri vaatimustasoa, joista kaksi on ryhmän (b) tasoa tiukempia. Ryhmä (a) on mukana lähinnä vertailutiedon hankkimiseksi.

Normit ECE 40/01 ja 97/24/EY eivät vaatimustasonsa puolesta edellytä moottoripyörältä katalysaattoria tai ruiskutekniikkaa. Tästä syystä tutkimuksessa sovellettiin ryhmissä (a), (b) ja (c) vertailuarvoina henkilöautoja koskevia määräaikauskatsastusvaatimuksia ajalta ennen katalysaattoripakkoa. Auton iästä riippuen raja-arvoja on kaksi: vanhemmilla CO 4,5 % ja HC 1000 ppm, uudemmillä CO 3,5 %, HC 600 ppm. Ryhmässä (d) sovellettava vaatimustaso on tyyppihyväksynnän myöntämisajankohdasta riippuen yleensä selvästi tiukempi, joten vertailuarvoina sovellettiin vähäpäästöisiksi merkittyjen henkilöautojen raja-arvoja CO 0,3 % ja HC 100 ppm.

Aineistoon sisältyy useita eri moottoripyörämerkkejä ja -malleja. Mittaus suoritettiin sekä joutokäynnillä että pyörintänopeudella, joka vastaa noin 35-40 % maksimikierroksista. Eniten edustetut merkit olivat Harley-Davidson, Yamaha, Honda ja Suzuki. Testin puhtaimmat arvot korkeammalla moottorin pyörintänopeudella saavutti BMW K1200R vm. 2005, HC 33 ppm ja CO 0,019 %.

Aineistosta ei kaikissa tapauksissa käynyt ilmi, oliko moottoripyörä mittaushetkellä alkuperäiskuntoinen vai muutettu. Seuraavassa alkuperäiskuntoisiksi on luettu vain sellaiset moottoripyörät, joiden ilmoittautumistiedoista tämä käy selvästi ilmi.

### 4.2 Ryhmä (a) – ennen 1.1.1991 käyttöönnotetut moottoripyörät

Luotettava mittaustulos saatiin yhdeksälle moottoripyörälle, joiden ikä vaihteli vuosimallista 1947 vuosimalliin 1990. HC mediaani oli 495 ppm, keskiarvo 501 ppm. CO mediaani oli 2,6 %, keskiarvo 3,1 %. Seuraavassa taulukossa esitetään tulokset suhteutettuna autojen raja-arvoihin.

HC > 1000	HC ≤ 1000	HC ≤ 600	CO > 4,5 %	CO ≤ 4,5 %	CO ≤ 3,5 %
0	2	7	2	1	6

Amerikkalaisten moottoripyörien harrastajina emme malta olla kertomatta, että ryhmän puhtaimmat arvot, HC 152 ppm ja CO 0,6 %, mitattiin vuosimallin 1947 Harley-Davidson EL:n (Knucklehead) pako-putkesta. Myös useampi Harley-Davidson FL (Panhead; valmistettu vuosina 1948–1965) alitti autojen vertailuarvot selvästi. HC-arvot olivat kuitenkin keskimäärin muita ryhmiä korkeampia, mikä todennäköi-

sesti on seurausta vanhanaikaisesta moottoriteknologiasta heikompine virtauksineen ja polttoaineilmaseoksen sekoittumisineen.

#### 4.3 Ryhmä (b) – 1.1.1991–16.6.1999 käyttöönötetut moottoripyörät

Luotettava mittaustulos saatiin 16 moottoripyörälle, joista ainakin 11 oli alkuperäiskuntoisia. HC mediaani oli 244 ppm, keskiarvo 530 ppm. CO mediaani oli 3,7 %, keskiarvo 3,9 %. Seuraavassa taulukossa esitetään tulokset suhteutettuna autojen raja-arvoihin.

HC > 1000	HC ≤ 1000	HC ≤ 600	CO > 4,5 %	CO ≤ 4,5 %	CO ≤ 3,5 %
2	2	12	5	3	8

Osa mitatuista alkuperäiskuntoisista moottoripyöristä ylitti selvästi kevyemmätkin autojen arvot. Muutetuista pyöristä osa alitti autojen tiukemmatkin raja-arvot.

#### 4.4 Ryhmä (c) – 17.6.1999–16.6.2003 käyttöönötetut moottoripyörät

Luotettava mittaustulos saatiin 17 moottoripyörälle, joista ainakin 9 oli alkuperäiskuntoisia. HC mediaani oli 299 ppm, keskiarvo 371 ppm. CO mediaani oli 2,9 %, keskiarvo 2,8 %. Seuraavassa taulukossa esitetään tulokset suhteutettuna autojen raja-arvoihin.

HC > 1000	HC ≤ 1000	HC ≤ 600	CO > 4,5 %	CO ≤ 4,5 %	CO ≤ 3,5 %
1	1	15	2	6	9

Myös tässä ryhmässä yksi alkuperäiskuntainen moottoripyörä ylitti kevyemmät autojen raja-arvot ja osa muutetuista alitti tiukemmat autojen raja-arvot.

#### 4.5 Ryhmä (d) – 17.6.2003 ja sen jälkeen käyttöönötetut moottoripyörät

Luotettava mittaustulos saatiin 24 moottoripyörälle, joista ainakin 11 oli alkuperäiskuntoisia. HC mediaani oli 143 ppm, keskiarvo 368 ppm. CO mediaani oli 0,8 %, keskiarvo 1,5 %. Seuraavassa taulukossa esitetään tulokset suhteutettuna autojen raja-arvoihin.

HC > 100	HC ≤ 100	CO > 0,3 %	CO ≤ 0,3 %
15	9	17	7

Sellaisia moottoripyöriä, jotka alittivat sekä HC että CO raja-arvot, oli yhteensä 5. Näistä 2 oli rakenteeltaan muutettuja, ainakin toisesta (Harley-Davidson FXSTBI 2006) oli katalysaattori poistettu. Mitatuista alkuperäiskuntoisista moottoripyöristä suurin osa ylitti autojen raja-arvot selvästi.

## 5. Kehittämisehdotuksia

### 5.1 Muutoksastusvaatimusten asettaminen: tavoitteet ja menetelmät

Muutoksastusvaatimusten tavoitteen voi yksinkertaistettuna ilmaista siten, että muutetun moottoripyörän on vastattava suurin piirtein sitä vaatimustasoa, jota siihen sovellettiin sen käyttöönottoajankohtana. Vaatimustason toteennäyttämiseksi on kuitenkin noudatettava tarkoituksenmukaisuuden vaatimuksia siten, että edellytettyjen selvitysten on oltava kohtuudella asiakkaan saatavissa ja kohtuullisin kustannuksin. Vaatimuksissa on huomioitava myös se, että alkuperäiskuntoista Suomeen rekisteröityä moottoripyörää saa käyttää liikenteessä ilman eri toimenpiteitä, mutta kuten SMOTO:n päästömittaushankinnasta käy selvästi ilmi, ei ole olemassa takeita siitä, että alkuperäiskuntoiset moottoripyörät järjestelmällisesti täyttävät niitä uusina koskeneet vaatimukset.

Keskeisin tulos SMOTO:n päästömittaushankinnasta lienee se, että autojen määräaikaikatsastuksissa sovellettavalla menetelmällä voidaan käytännössä mitata myös moottoripyörien päästöjä. Kaikissa tapauksissa menetelmän soveltaminen ei ole aivan ongelmaton, sillä moottoripyörien pakoputkistorakenteet ovat varsin heterogeenisiä, eikä mittausanturin asettaminen pakoputken sisään aina onnistu ilman pakoputken päähän asennettavaa jatkorakennetta. Tästä huolimatta tulos merkitsee, että on perusteltua harkita lainsäädännön kehittämistä siten, että menetelmä soveltuisi hyväksyntäperusteeksi moottoripyörien muutoksastuksissa.

Mittausmenetelmä, jota tutkimuksessa noudatettiin, kertoo suhteellisen tarkoin päästötason, jonka moottoripyörä aiheuttaa ajettaessa sille tyypillisimmällä liikenteessä esiintyvällä kierrosalueella, noin 35–40 prosenttia maksimikierrosluvusta. Katalysaattorittomissa moottoripyörissä menetelmällä voidaan arvioida moottorin yleistä kuntoa ja säätöjen oikeellisuutta, katalysaattorilla varustetuissa moottoripyörissä menetelmä kertoo myös katalysaattorin toiminnasta. Menetelmä ei suoraan kerro päästötasoa erilaisissa ajotilanteissa, vaan antaa ainoastaan eräänlaisen peruslähtökohdan päästötason arvioimiselle. On kuitenkin epätodennäköistä, että päästötaso erilaisilla kaasun asennoilla, kierrosluvuilla ja kuormituksilla muuttuisi sillä tavoin olennaisesti, että tällä menetelmällä muutoksastuksessa hyväksyttävää moottoripyörää ei voitaisi enää pitää suurin piirtein alkuperäisiä vaatimuksia vastaavina. Myös harrastajien itsensä intressissä on säätää moottorin toiminta kohdalleen, ja muutoksastusvaatimuksena menetelmän soveltaminen todennäköisesti kiinnittää harrastajan huomiota moottorin laajempaan säätämiseen.

Toisaalta määräaikaikatsastuksissa sovellettava mittausmenettely on tällä hetkellä ainoa yleisesti käytettävissä oleva tarkoituksenmukaisuuden vaatimukset täyttävä menettely päästöjen mittaamiseksi. Lisäksi moottoripyörien muutoksastusvaatimuksissa olisi syytä olla analogia autoihin nähden; kuten edellä on esitetty, autoissa määräaikaikatsastusvaatimusten täytyminen hyväksytään osoituksena vaatimustenmukaisuudesta tiettyyn käyttöönottoajankohtaan saakka. Moottoripyörien osalta vastaavantasoisia normeja ovat ainakin ECE 40/01 ja 97/24/EY.

### 5.2 Mittausmenetelmä ja raja-arvot muutoksastusta varten

Direktiivissä 97/24/EY on kuvattu mittausmenetelmä CO-päästön määrittämiseksi joutokäynnillä ja em. direktiivin lisäyksessä 2002/51/EY on kuvattu menetelmä CO-päästön mittaamiseksi "high idle" pyörintänopeudella (direktiivi antaa "high idle" nopeudelle esimerkkiarvon 2000 1/min). Raja-arvo CO-päästölle on mittaustavasta ja direktiivistä riippumatta 4,5 % (ECE:n GTR No2 menetelmässä ei ole an-

nettu mitään raja-arvoja). Direktiivissä 2002/51/EY on maininta, että edellä mainitut mittausten menetelmän vaatimukset ja erityisesti raja-arvot tulisi korvata henkilöautojen vuosikatsastusta vastaavalla menetelmällä ja vaatimuksilla. Tässä ehdotettavat menetelmät ja raja-arvot perustuvat osaltaan direktiivien menetelmiin ja osaltaan SMOTO:n päästömittaustuloksiin.

Moottoripyörän päästöjen mittaaminen joutokäynnillä ei ole kovinkaan perusteltua. Tietyn tyyppisillä moottoreilla (esim. sylinterien lukumäärä  $< 4$  ja/tai sytytysväli epäsymmetrinen) voi moottorin imettävän ilman virtaus olla erittäin epätasainen ja tästä syystä myös polttoaine-ilma seoksen muodostuminen epätasaisista. Seurauksena on vaihteleva  $\lambda$ -arvo, joka vaikuttaa sekä HC- että CO-päästöihin. Samasta syystä pakokaasuvirtaus on myös hyvin pulssimaista, mikä vaikeuttaa päästöjen mittaamista. Lisäksi joutokäynnillä polttoaine-ilma seos palaa normaalia huonommin matalan palamislämpötilan takia. Tästä voi aiheutua huomattavan korkeita HC-päästöjä, joita käytännön ajotilanteissa ei pääse esiintymään, eikä joutokäynnin osuus moottoripyörän kokonaispäästöjen kannalta ole merkittävä. Nämä edellä mainitut seikat vaikeuttavat luotettavan mittauksen suorittamista.

Mikäli päästömittaus suoritetaan joutokäyntiä korkeammalla pyörintänopeudella, saadaan moottorin CO- ja HC- päästöt mitattua luotettavammin, sillä korkeammalla pyörintänopeudella moottoriin imettävän ilman ja pakokaasujen virtaus on tasaisempaa. Lisäksi palamislämpötilat nousevat vaikka moottoria ei kuormiteta, koska sylinterien jäähtymiselle jäävä aika on lyhyempi. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta päästömittauksen toistettavuus on parempi. SMOTO:n organisoimissa päästömittauksissa havaittiin selkeästi, että joutokäyntiä korkeammalla pyörintänopeudella saavutettiin luotettavampia tuloksia. Tulosten luotettavuutta on arvioitu vertaamalla  $\lambda$ -arvon ja CO-pitoisuuden välistä suhdetta.

Direktiivien 2002/51/EY/b ja 2006/72/EY osalta ehdotus perustuu vähäpäästöisten autojen vuosikatsastuksessa suoritettavan päästömittauksen raja-arvoihin. Oletettavasti ko. direktiivien hyväksyntätestin raja-arvojen alittaminen edellyttää katalysaattorin käyttöä ja näin ollen tämän ehdotuksen raja-arvot voidaan lähtökohtaisesti rinnastaa vastaavalla tekniikalla varustettujen autojen vuosikatsastuksen raja-arvoihin. *Tältä osin on kuitenkin aiheellista suorittaa lisäselvityksiä*, sillä tutkimusaineisto oli SMOTO:n tutkimuksessa varsin niukka, eikä sovellettavaa vaatimustasoa selvitetty jokaisen mitatun pyöräyksilön osalta erikseen. Näin ollen täysin luotettavia johtopäätöksiä direktiivitasoa vastaavista raja-arvoista ei voida SMOTO:n päästömittausprojektin perusteella tehdä.

Vanhempien normien vastaavuutta arvioitaessa voidaan ensinnäkin todeta, että SMOTO:n päästömittausprojektissa pääsääntöisesti ennen 17.6.2003 käyttöönotetut mitatut moottoripyörät alittivat molemmat vertailuarvoina käytetyistä autojen raja-arvoista riippumatta siitä, onko niihin uusina sovellettu minkäänlaisia päästövaatimuksia. Toisaalta mitattujen joukossa oli alkuperäiskuntoisia moottoripyöriä, jotka eivät täyttäneet edes lievempiä autojen arvoja. Tutkimustulokset antavat kuitenkin aiheen olettaa, että kysymys on virheellisesti säädetyistä tai perushuoltoa vailla olleista moottoreista; säätö- ja huoltotoimenpiteillä tuloksen pitäisi muuttua positiiviseksi. Näin ollen ehdotus perustuu osaltaan analogiaan autojen raja-arvoihin nähden.

Seuraavassa taulukossa on esitetty ehdotus raja-arvoista moottoripyörien muutoskatsastusta varten.

Raja-arvot (mittaus pyörintänopeudella + 2000 1/min)			
Säädös	CO	HC	lambda
ECE 40/01	4.5	1000	-
97/24/EY	3.5	600	-
2002/51/EY/a	1.5	300	-
2002/51/EY/b, 2006/72/EY	0.3	100	1±0.03

Voidaan olettaa, että moottoripyörien laskennallinen päästökuormitus saattaa ehdotusten toteuttamisen seurauksena hieman kasvaa, koska ehdotettu mittausmenetelmä ei kerro moottoripyörän todellista päästötasoa yhtä tarkoin kuin syklimittausmenetelmä. Marginaali syklistaukseen nähden on kuitenkin niin pieni, että silmällä pitäen moottoripyörien pakokaasupäästöjen yhteiskunnallista kontekstia päästötason vähäisellä kasvulla ei ole todellisuudessa merkitystä. Itse asiassa todellinen päästökuormitus saattaa jopa laskea, sillä ehdotettu muutoksastusvaatimus kiinnittää harrastajan huomion ajoneuvonsa polttoaineseossuhteen säätämiseen. SMOTO:n päästömittausprojektin tuloksista on pääteltävissä, että tällä hetkellä säätämiseen ei kaikissa tapauksissa kiinnitetä riittävästi huomiota. Vaikka menetelmä sinänsä kertookin polttoaineseossuhteesta vain määrättyllä moottorin kierrosalueella ja kaasun asennolla, on myös harrastajan oman edun mukaista huolehtia kaasuttimen säätämisestä moottorin kaikilla toiminta-alueilla. Tästä syystä pidämme todennäköisenä, että tarvetta väärinkäytöksiin ehdottamassamme järjestelyssä ei merkittävästi esiinny.

Direktiivien 2002/51/EY ja 2006/72/EY osalta on lopuksi syytä pohtia, mikä merkitys varaosakatalysaattoreista annetulla direktiivillä 2005/30/EY. Direktiivillä on sen voimaantulopäivästä 18.6.2006 lukien kaksi oikeusvaikutusta. Ensinnäkään jäsenvaltio ei saa kieltää direktiivin mukaisesti hyväksyttyä ja merkittyä varaosakatalysaattoria liikennekäyttöön. Toiseksi jäsenvaltio ei saa myöntää osan tyyppihyväksyntää muulle kuin direktiivin vaatimukset täyttävälle varaosakatalysaattorille. Kolmas oikeusvaikutus seuraa direktiivin muutosdirektiivistä 2006/120/EY, jonka mukaan 1.1.2009 lukien jäsenvaltiot eivät saa hyväksyä muita kuin tyyppihyväksyttyjä varaosakatalysaattoreita myytäväksi tai asennettaviksi moottoripyöriin.

On epäselvää, soveltuuko mainittu direktiivi ainoastaan voimaantulopäivänsä jälkeen suoritettuihin muutoksastuksiin, vai onko se tarkoitettu sovellettavaksi taannehtivasti ennen sen voimaantuloa tyyppihyväksyttyihin moottoripyöriin. Lainsäädännön soveltamisalan taannehtivuutta vastaan voidaan esittää painavia perusoikeuksiin perustuvia argumentteja. Joka tapauksessa direktiivin johdonmukainen soveltaminen merkitsee sitä, että se ei voi soveltua moottoripyöriin, joissa ei alkuperäiskuntoisinaan ole ollut katalysaattoria. Käytännössä direktiiviä voidaan siis soveltaa aikaisintaan direktiivin 2002/51/EY/a mukaisesti hyväksyttyihin moottoripyöriin. Tämä merkitsee, että tässä muistiossa ehdotetuista direktiiviä 2002/51/EY vastaavista muutoksastuksen raja-arvoista voidaan 1.1.2009 alkaen luopua.

Varaosakatalysaattoreiden hyväksyntäpakon positiivisena seuraamuksena voidaan mainita, että se yksinkertaistaa sääntelyä, sillä hyväksyntämerkintä tekee itse asiassa koko muutoksastusprosessista sisällöllisesti tarpeettoman. Toisaalta se rajoittaa tarvikepakoputkistomarkkinat vain vanhempiin moottoripyöriin soveltuvia pakoputkistoja valmistavien käsiin ja sellaisten valmistajien käsiin, joilla on riittävästi resursseja tyyppihyväksynnän hakemiseksi; käytännössä massatuotantovalmistajiin. Tällä tavoin se käytännössä estää pienten valmistajien tai yksityishenkilöiden itse valmistamien pakoputkien käyttämisen uusissa moottoripyörissä, mikä ei aina merkitse kuluttajan etua.

### 5.3 Omavalmisteiden päästövaatimukset

Kuten edellä on esitetty, uusimmat päästövaatimukset täyttävää teknologiaa ei käytännössä ole saatavilla niille, jotka rakentavat yksittäiskappaleina moottoripyöriä Suomessa. Siinäkin tapauksessa, että tarkoitukseen soveltuvia polttoaineensyöttöjärjestelmiä ja katalyysattoreita olisi yleisesti saatavilla, ei yksilöllisten omavalmisteisten moottoripyörien rakentaminen ole ainakaan kaupallisin ehdoin kannattavaa, sillä testauspalveluja on saatavilla vain ulkomailla ja ne ovat arvokkaita. Käytännössä nykyjärjestelmä estääkin sängen tehokkaasti omavalmisteisten moottoripyörien rekisteröimisen Suomeen.

Voimassa oleva tyyppihyväksyntädirektiivi sallii yksittäisten ajoneuvojen rekisteröinnin EU-jäsenvaltioihin siten, että vaatimustasossa poiketaan erillisdirektiivien määräyksistä. Järjestelmän perusteita ei ole ehdotettu muutettavaksi myöskään henkilöautojen tyyppihyväksyntädirektiivin uudistamistyössä; yksittäishyväksyntä edellyttää uuden direktiiviluonnoksen mukaan ainoastaan, että jäsenvaltiossa on asiaa koskevat kansalliset määräykset, jotka takaavat *tarkoituksenmukaisen* liikenneturvan ja ympäristövaatimusten tason.<sup>2</sup> Itse yksittäishyväksynnälle ei ole direktiiviluonnoksessa asetettu täsmällistä määritelmää, ehdotuksen mukaan yksittäishyväksytyn ajoneuvon ei tarvitse kuitenkaan olla rakenteeltaan tai ulkoasultaan uniikki.

Suomessa tarve yksittäin hyväksyttävien moottoripyörien pakokaasupäästövaatimusten keventämiselle koskee yksityishenkilöiden itse omaan käyttöönään kokonaan tai osittain valmistamia moottoripyöriä sekä pienyritysten yksittäiskappaleina valmistamia moottoripyöriä. Voidaan arvioida, että yksittäiskappaleina valmistettavien moottoripyörien rekisteröintivolymmi olisi vuositasona joitain kymmeniä kappaleita. Silmillä pitäen moottoripyörien ympäristökuormituksen yhteiskunnallista merkitystä Suomessa voidaan esittää, että sallimalla yksittäiskappaleina valmistettaville moottoripyörille tällä hetkellä voimassa olevia kevyemmät päästövaatimukset ei aiheuteta havaittavaa muutosta moottoripyörien ympäristökuormituksen tasoon. Tarkoituksenmukaisuusyllä voidaan sen sijaan perustellusti puoltaa vaatimustason keventämistä.

Harrastajan kohtuudella saavutettavissa oleva vaatimustaso vastaa suurin piirtein normia ECE 40/01. Se mahdollistaa myös vanhan moottorin käyttämisen omavalmisteisen moottoripyörän voimanlähteenä edellyttäen, että moottori on teknisesti kunnostettu ja polttoaineseossuhde oikein säädetty. Vanhan moottorin käytöstä on etua omavalmisteen valmistuskustannusten pysyttämisessä kohtuullisella tasolla.

Kuten yllä on esitetty, tyyppihyväksyntädirektiivien mukaista syklitestausmenetelmää ei ole Suomessa tarjolla lainkaan. Toisaalta sen kustannukset yksittäiskappaleena valmistettujen moottoripyörien päästösääntelyssä olisivat saavutettuun hyötyyn nähden suhteettomia. Nelikaasuanalyysatorilla suoritettava mittaus on tällä hetkellä ainoa Suomessa yleisesti saatavilla oleva mittausmenetelmä vaatimusten toteennäyttämiseksi, joten yllä muutostarkastusvaatimusten osalta esitettyä on perusteltua soveltaa myös omavalmisteisten moottoripyörien vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa.

Jotta omavalmisteisiin moottoripyöriin sovellettavista kevyemmistä vaatimuksista ei muodostuisi keinoa kiertää sarjavalmistetta koskevia tyyppihyväksyntävaatimuksia, on kevyemmän päästövaatimussääntelyn soveltamisalaa rajoitettava. Sen tulisi kattaa vain yksittäiskappaleina Suomessa tai ulkomailla yksityishenki-

<sup>2</sup> "Alternative requirements" means administrative provisions and technical requirements which aim to ensure a level of road safety and environmental protection, which is equivalent *to the greatest extent practicable* to the level provided for by the provisions of Annex IV or Annex XI, as appropriate.



lön tai elinkeinonharjoittajan valmistamat moottoripyörät. Laajemmassa sarjatuotannossa syklitestaamisen kustannusvaikutus lopputuotteen hintaan on pienempi, jolloin on usein tarkoituksenmukaisempaa noudattaa tiukempia vaatimuksia. Toisaalta kevyemmän päästövaatimustason oikeutus perustuu osaltaan sen soveltamisalan piiriin kuuluvien ajoneuvojen vähäiseen osuuteen koko ajoneuvokannasta.

## 6. Päästöjen omatoiminen hillitseminen

Tässä kappaleessa käydään yleisellä tasolla läpi eri menetelmiä, joita voi hyödyntää kaasuttimella varustetun moottorin käynnin säätämisessä. Näillä menettelyillä moottoripyörän päästötaso voidaan pitää kurissa tehokkaasti. Koska moottorin hyvä toimivuus on harrastajan etu, voidaan moottoripyöräilyn ympäristökuormitusta hillitä harrastajien omaehtoisin toimenpitein.

Jos moottori ja kaasutin ovat alkuperäisessä kunnossa, on järkevintä noudattaa moottoripyörän valmistajan ohjeita mutta mikäli kaasutin on vaihdettu ja/tai moottoria viritetty, niin silloin tästä ohjeesta voi olla apua. Ohjeen tarkoituksena on antaa kaasuttimen säätämiseen liittyvää perustietoa. On erittäin suositeltavaa, että tämän lukija perehtyy lisäksi vähintäänkin kaasutinvalmistajien ohjeisiin säätämisestä ja kaasuttimen toimintaperiaatteesta.

Jos moottoriin tai kaasuttimeen tehdään muutoksia, niin moottoripyörän omistajan olisi hyvä ymmärtää, mikä vaikutus moottorin käyttäytymiseen kaasuttimen säädöillä on ja mitä ongelmia vääränlaisista säädöistä voi aiheutua. Nyrkkisääntönä voisi todeta, että liian rikkaasta seoksesta aiheutuu tehottomuutta, korkeat päästöt ja korkea polttoaineenkulutus, kun taas liian laiha seoksesta voi tehottomuuden ja matalan polttoaineenkulutuksen lisäksi olla seurauksena myös moottorivaurio.

Useimmiten yksikurkkuinen kaasutin pystytään säätämään riittävän toimivaksi ilman mitään mittalaitteita, mutta jos seossuhde halutaan optimoida esim. polttoaineenkulutuksen tai tehon suhteen, niin mittalaitteista on silloin huomattavasti apua. Mittalaitteista on myös apua tai ne voivat olla jopa välttämättömiä, mikäli kyseessä on useamman kaasuttimen järjestelmä. Täytyy muistaa myös se, että kaasuttimen säätömahdollisuudet ovat rajalliset verrattuna polttoaineen suihkutuslaitteisiin ja säätämisessä joudutaan todennäköisesti tekemään kompromisseja. Aina ennen säätämistä on hyvä perehtyä kaasuttimen valmistajan ohjeisiin. Myös kokeneemmilla harrastajilla voi olla hyödyllistä tietoa eri kaasuttimien säätämisestä ja esimerkiksi suuttimien tai neulan valinnasta.

Ennen kuin kaasutinta on järkevä käydä säätämään, täytyy seuraavien perusasioiden olla kunnossa:

- moottorin imusarja ei saa vuotaa
- ilmansuodattimen tulee olla puhdas
- sytytysennakko pitää olla oikein säädetty
- tulppien ja tulpan johtojen tulee olla kunnossa ja oikeanlaiset
- venttiilivälkykset tulee olla oikein säädetty
- pakoputkistossa ei saa olla pahoja ilmavuotoja (mikäli säädetäessä mitataan CO:ta tai lambdaa)
- kaasuttimen pitää olla kunnossa (bensanpinta säädetty oikeaksi, kohokammion neulaventtiili ei saa vuotaa, kaasuläpän akseli ei ole väljä jne.)

Luvussa 3 on selvitetty ottomoottorin palamiseen liittyviä perusasioita ja terminologiaa, joten niitä ei tässä yhteydessä selitetä enää erikseen.

Kun kaasutinta lähdetään säätämään, pitää moottorin olla hyvin lämmitetty. Peruslähtökohta on, että moottori saadaan käymään joutokäynnillä hyvin. Mikäli kaasuttimen valmistajan säätöohjeita ei ole käytävissä, voi säätämiseen kokeilla seuraavaa menetelmää (MMAF/SMOTO ei ota vastuuta menetelmän

toimivuudesta). Huomioi, että seoksen säätöruuvien pyörimissuunnan vaikutus seokseen voi olla päinvastainen eri valmistajien kaasuttimissa.

1. Säädetään pyörintänopeus järkevälle tasolle (noin 800 – 1000 rpm)
2. Säädetään seosta laihalle, kunnes moottori alkaa käydä huonosti
3. Säädetään seosta rikkaalle, kunnes moottori alkaa käydä huonosti
4. Haetaan edellä mainittujen ääripäiden välistä piste, missä moottori käy parhaiten ja säädetään siitä hieman rikkaan seoksen suuntaan.
5. Suoritetaan muutama kaasutus. Mikäli moottori vastaan hyvin kaasuun ja ei kaasutettaessa ”pölyläytä” mustaa savua tai ”yski” ilmanpuhdistimeen ja on joutokäynnin seossuhde kunnossa. Mikäli moottori ”yskii” ilmanpuhdistimeen, on seosta säädettävä rikkaammalle ja musta savu kaasutettaessa viittaa liian rikkaaseen seokseen.
6. Säädä kaasuttelun jälkeen pyörintänopeus ja seossuhde tarvittaessa uudelleen.

Kun joutokäynti on saatu säädettyä, päästään kaasuttimen toimintaa kokeilemaan ajon aikana. Selkeimmät oireet vääränlaisesta seoksesta ovat moottorin ”aivastelu” imusarjassa tasaisella nopeudella ajettaessa ja pauke pakoputkissa moottorijarrutuksissa. ”Aivastelu” aiheutuu liian laihasta seoksesta ja pauke liian rikkaasta seoksesta. Mikäli pyörä savuttaa mustaa savua kiihdytettäessä, on seos silloin rikkaalla. Mikäli moottori käyttäytyy kaikissa ajotilanteissa normaalisti ja vastaa kaasuun ilman pahoja viiveitä, niin joutokäynnillä suoritettu säätö on riittävä. Jos kaasutin ei toimi toivotulla tavalla, tulee perehtyä kaasuttimen valmistajan säätöohjeisiin. Tasakaasulla ajettaessa väärään seokseen voi olla syynä esimerkiksi väärän kokoiset suuttimet, vääränlainen neula tai väärin säädetty neulan korkeus. Kiihdytystilanteessa seokseen voidaan vaikuttaa esim. kiihdytyspumpun (mikäli kaasuttimessa sellainen on) säätämällä. Jotta mahdollisiin toimintahäiriöihin voidaan reagoida oikein, on ensiarvoisen tärkeää tuntea kyseessä olevan kaasuttimen toimintaperiaate ja miten eri ajotilanteiden seoksiin voidaan vaikuttaa.

Jos käytössä on katsastusasemilta ja autokorjaamoilta tuttu nelikaasuanalysaattori, niin seoksen säätämiseen saadaan ”korvakuulon” lisäksi mitattua tietoa lambda ja päästöistä. Säätämisen apuna kannattaa käyttää CO- ja  $\lambda$ -arvoja. On suositeltavaa säätää joutokäynti mieluummin hieman rikkaalle ( $\lambda = 0.90 \dots 0.98$ ), kuin laihalle. Edellä mainitulla lambda-arvolla tulisi CO-arvon olla teoriassa noin 0.3–2.8 %. Päästöjen ja  $\lambda$ -arvon mittaaminen eri pyörimisnopeuksilla ilman moottorin kuormittamista ei kerro seossuhteen käyttäytymisestä ajamisen aikana.

Jos seossuhdetta halutaan mitata todellisissa ajotilanteissa, niin pyörän pakoputkeen on kiinnitettävä pakokaasun happipitoisuutta mittaava lambda-anturi. Antureita on karkeasti kahta eri tyyppiä: yleisesti katalysaattoriautoissa käytetty anturi ja ns. ”laajakaista” anturi (wide band). Perinteiset anturit voidaan jakaa vielä lämmittämättömiin ja lämmitettyihin. Lämmitetyn anturin etuna on se, että se toimii luotettavasti silloinkin, kun pakokaasun lämpötila on alle 300 °C. Perinteisen anturin avulla moottori saadaan säädettyä tarkasti lähelle  $\lambda = 1$  arvoa. Laajakaista anturin avulla pystytään mittaamaan lambda-arvoa laajemmalla alueella. Näin ollen moottorin suorituskykyä voidaan optimoida haluttuun suuntaan.

Lambda-anturia varten pitää pakoputkeen porata reikä ja hitsata oikealla kiertellä (M18x1.5) varustettu yhde. Lisäksi on järkevää ostaa myös näyttölaite. On suositeltavaa käyttää lämmitettävää anturia, sillä se antaa luotettavampia lukemia pakokaasun lämpötilasta riippumatta. Anturi tulee sijoittaa putkistoon ennen äänenvaimenninta. Näyttölaitteen avulla on helppo seurata seossuhteen käyttäytymistä eri ajotilanteissa ja tämä tieto auttaa suuttimien tai neulan valinnassa.

Moottori on tietenkin mahdollista säädättää liikkeessä, jossa on dynamometri tehon mittausta varten. Yleensä tämän tyyppinen dynamometri soveltuu parhaiten kiihdytystilanteen (täys-/ osakaasulla) säätöjen optimointiin. Tämäkin tapa vaatii reiän tekemisen pakoputkeen, mikäli mittauksessa käytetään lambda-anturia. Lisäksi dynamometriaajan ja työn hinta voi muodostua korkeaksi. Lopputuloksena pitäisi kuitenkin olla hyvin säädetty kaasutin.