

**HENKILÖ- JA PAKETTIAUTOJEN SAVUTUSMITTAUSTEN
LUOTETTAVUUS KATSASTUKSESSA**

Pasi Paavola

ISBN 952-5324-12-5
ISSN 1456-4181
OY EDITA AB
Helsinki Helsingfors 2002

ALKUSANAT

Dieselhenkilö- ja -pakettiautojen pakopäästöjen savutusmittauksissa on ilmennyt epätarkkuuksia. Tässä tutkimuksessa selvitetään savutusmittausten epäluotettavuuden syitä ja mitä voidaan tehdä mittaustulosten luotettavuuden parantamiseksi.

Suomessa noudatetaan EU-direktiivien mukaisia varsin väljiä, kaikkia dieselautoja koskevia yleisiä eikä automallikohtaisia savutuksen raja-arvoja. Tutkimustuloksena tutkija toteaa, että väljien raja-arvojen noudattaminen on perusteltua. Mittaustulokset ovat epäluotettavia johtuen mittalaitteiden sähköisessä ja mekaanisessa kokoonpanossa olevista mallieroista. Moottoritekniikan kehityskin edellyttää nykyistä kehittyneempiä mittalaitteita. Toistaiseksi ei voida siirtyä käyttämään tiukempia raja-arvoja ja auto-katsastuksen olennainen tarkoitus suojella ympäristöä jää siten osittain toteuttamatta. Ongelma voidaan tutkijan mukaan ratkaista siten, että savutusmittareille asetetaan uusia vaatimuksia, mikä kuitenkin edellyttäisi direktiivimuutusta.

Tutkimuksen on tehnyt tarkastusinsinööri DI Pasi Paavola. Työ oli myös hänen diplomityönsä Teknilliseen korkeakouluun. Ajoneuvohallintokeskuksen puolesta työn ohjaajana on toiminut yksikönpäällikkö DI Anna Malkamäki.

Helsingissä, marraskuun 22.päivänä 2002



Ove Knekt

FÖRORD

Mätningen av röktätheten för dieselperson- och -paketbilars avgaser har varit otillförlitliga. Denna undersökning syftar till att klarlägga orsakerna och vad som är möjligt att göra för att förbättra tillförlitligheten i mätresultaten.

I Finland följs EU-direktivets synnerligen lösa allmänna gränsvärden för röktätheten avsedda för alla typer av dieselmotorer och inte begränsade bilmodellvis genom snävare gränsvärden. Som ett resultat av sin undersökning konstaterar forskaren att de allmänna gränsvärdena är motiverade. Mätresultaten är opålitliga p.g.a. skillnader i mätinstrumentens elektriska och mekaniska sammansättning. Motorteknikens senaste utveckling förutsätter även den mer utvecklade mätinstrument. Tillsvarende kan vi dock inte ta i bruk snävare gränsvärden och ett viktigt syfte för bilbesiktningen, att skydda miljön, blir därigenom delvis oförverkligat. Problemet kan enligt forskaren lösas på så sätt att för avgasmätarna ställs nya krav, vilket emellertid förutsätter en direktivändring.

Forskningsuppdraget har genomförts av inspektionsingenjör Pasi Paavola. Arbetet var även hans diplomarbete i Tekniska högskolan. För Fordonsförvaltningscentralens del har som handledare fungerat enhetschef, dipl.ing. Anna Malkamäki.

Helsingfors, den 22 november 2002



Ove Knekt

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoite oli selvittää dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen pakokaasun valonläpäisykykyyn perustuvan päästötarkastuksen luotettavuus käytönaikaisessa valvonnassa. Valonläpäisykyky eli opasiteetti mitataan erityisellä savutusmittarilla kuormittamatonta moottoria kiihdytettäessä.

Työssä luodaan katsaus pakokaasupäästöjen rajoituksen ja valvonnan kehitykseen ja nykytilaan sekä eurooppalaisessa että kansallisessa ajoneuvolainsäädännössä. Vaatimus päästötarkastusten suorittamisesta perustuu ajoneuvojen katsastuksesta annettuun direktiiviin. Eriksen on annettu direktiivejä uutena käyttöön otettavan ajoneuvon tai moottorin sallituista pakokaasupäästöistä. Direktiivit sisältävät vaatimuksia myös opasiteetin mittaamisessa käytettäville mittalaitteille. Työssä tutustutaan mittalaitteiden vaatimuksiin ja toimintaperiaatteisiin sekä mittauksen suorittamiseen ja saatujen tulosten arvosteluun.

Ulkoisten tekijöiden, kuten säätilan ja mittauksen suorituksen, ja sisäisten eli mittalaitteesta johtuvien tekijöiden vaikutus saataviin tuloksiin selvitetään kokeellisesti tekemällä mittausarjoja. Saadusta havaintoaineistosta etsitään syy-yhteydet mittaustulosten ja taustatekijöiden välille. Eri valmistajien mittalaitteet painottavat pakokaasusta mitattua hetkellistä opasiteettia eri tavoin ja eri algoritmein, jolloin saatu mittaustulos voi suuresti riippua mittarin merkistä. Työssä on vertailtu erimerkkisten mittareiden näyttämiä.

Tutkimuksessa instrumentoitiin koeauto kaasupolkimen asentoa ajan suhteen mittaavalla laitteistolla ja tutkittiin polkimen pohjaan painamisen nopeuden vaikutusta mitattuun savutukseen.

Luotettavuuden parantamiseksi olisi ensisijaisesti täsmennettävä mittalaitteelle, mittaajalle ja mittaolosuhteille asetettuja vaatimuksia. Ulkoisten tekijöiden vaikutus tuloksiin ei ole yksiselitteinen, joten olisi tarpeen ensisijaisesti tarkoin määritellä sallitut mittaolosuhteet. Savutusanalysointilaitteiden erilaisen sähköisen ja mekaanisen kokoonpanon sekä signaalinkäsittelyn takia erityisen mittarien hyväksyntäjärjestelmän ottaminen käyttöön olisi suositeltavaa.

SAMMANFATTNING

Avsikten med denna undersökning är att klarlägga tillförlitligheten hos den mätning av utsläppen för dieseldrivna person- och paketbilar som används i trafik. Mätningarna genomförs utgående från gasblandningens genomskinlighet. Genomskinligheten eller opaciteten mäts med en speciell rökmätare då den obelastade motorn accelereras.

I undersökningen granskas utvecklingen av och dagsläget för begränsningarna gällande utsläppen och övervakningen av dem i både den europeiska och nationella lagstiftningen. Kravet på en granskning av utsläppen baserar sig på fordonens besiktningsdirektiv. Direktiv för tillåtna utsläpp finns särskilt för nya fordon och motorer som tas i bruk. Direktiven innehåller även krav på de mätinstrument som används då opaciteten mäts. I undersökningen genomgås kraven på mätinstrumenten och deras funktionsprinciper samt hur mätningarna skall utföras och hur resultaten skall bedömas.

Effekten av yttre faktorer på resultaten såsom väderleksförhållandena och interna d.v.s av mätinstrumentet förorsakade effekter undersöks experimentellt genom mätningsserier. Ur observationsmaterialet undersöks kausalförhållandena mellan mätresultaten och bakgrundsfaktorerna. Olika tillverkares mätinstrument betonar den momentana opaciteten som uppmäts för avgasen på olika sätt och med hjälp av olika algoritmer, varvid det mätresultat, som noteras i hög grad kan bero på mätinstrumentets märke. I arbetet har mätavlästs värden för mätinstrument av olika märken jämförts sinsemellan.

I undersökningen försågs testbilen med ett instrument, som mätte gaspedalens läge som en funktion av tid varvid särskilt undersöktes hur hastigheten varmed pedalen trycktes i botten påverkade den uppmätta rökmängden.

För att förbättra pålitligheten bör i första hand kraven på mätinstrumenten, den som utför mätningarna och mätningförhållandena preciseras. De yttre faktorernas effekt på resultaten är inte entydiga. Därför bör i främsta rummet noggrant definieras vad som avses med acceptabla mätförhållanden. Här rekommenderas vidare att ett speciellt system för godkännandet av de instrument, som utför rökanalysen tas i bruk.

SUMMARY

The aim of this research was to clarify the reliability of exhaust gas opacity measurements relating to roadworthiness tests for vehicles equipped with compression ignition (C.I.) engines. Exhaust gas opacity is measured during free acceleration from idle up to cut-off speed with gear lever in neutral and clutch engaged.

The study examines the development of emission control for passenger cars and light duty vans with C.I. engines both in Finnish national and European legislation. Requirements for periodic exhaust emission tests are based on the Council Directive 96/96/EC of 20 December 1996. In addition to this there are also directives concerning allowed exhaust gas emissions of a new motor vehicle or of a new engine. These directives also set standards for opacity analysers. Requirements for smoke analysers and their operating principles are viewed in this study.

It was experimentally studied by making series of measurements and analysing their results how external factors, as the weather and ambient temperature, as well as internal factors, like electric and mechanical set-up, affect the readings of opacity analysis. It was showed, that readouts severely depend on make of the analyser.

A test vehicle was instrumented with appropriate devices for measuring how rapidly the accelerator pedal was pushed down to determine its effect on build-up of smoke.

Detailed specifications for analysers and analysing conditions should primary be set to improve the quality and reliability of opacity measurements. Because of different sampling and set-up of various opacity analysers a type-approval procedure for them is needed, which may be national.

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	1
1 JOHDANTO	3
1.1 Tausta	3
1.2 Tavoite	4
1.3 Työn rajaus	5
1.4 Määritelmiä	5
2 SAVUTUSMITTAUSTEN TAUSTA JA ONGELMAT	9
2.1 Pakokaasupäästöjen valvonnan kehitys ja nykytilanne	9
2.2 Pakokaasupäästöjen valvonnan lainsäädännöllinen perusta	11
2.2.1 Kansallinen lainsäädäntö	11
2.2.1.1 Päästötasovaatimusten kehityksestä	11
2.2.1.2 Vaatimukset katsastuksessa ja käytönaikainen valvonta	13
2.2.2 Yhteisön lainsäädäntö	15
2.2.2.1 Dieselmoottorien teknisistä vaatimuksista	15
2.2.2.2 Katsastusvaatimuksista	16
2.2.2.3 OBD-järjestelmistä	17
2.2.2.4 Moottoritekniikan kehityksen vaikutuksista	19
2.3 Päästötarkastusten nykyinen tilanne	20
2.4 Katsastukseen liittyvä pakokaasupäästöjen tarkastus	21
2.4.1 Mittaaminen	21
2.4.2 Hyväksymisen ja hylkäämisen raja-arvot	22
2.5 Käytössä olevat laitteet	26
2.6 Kehitys ja tilanne EU:n alueella	28
2.7 Mittaajat ja niiden valvonta sekä ongelmakohdat	28
3 MITTALAITTEET	31
3.1 Mittalaitteiden toimintaperiaate	31
3.2 Yleisistä huolto- ja kalibrointivaatimuksista	37
3.3 Laitteiden erot	38
3.4 Savutusmittareita vertaileva tutkimus	39
3.5 Päästömittauksen virhemahdollisuudet	44
3.5.1 Sisäiset virhemahdollisuudet	44
3.5.2 Ulkoiset virhemahdollisuudet	45

4	MITTAUKSET, TULOKSET JA JOHTOPÄÄTELMÄT	47
4.1	Mittausten tarkoitus	47
4.2	Mittaukset dieselkorjaamoilla	47
4.2.1	Taustaa	47
4.2.2	Lähtökohdat.....	48
4.2.3	Oletukset ja tavoite	49
4.2.4	Mittaustulokset ja johtopäätelmät	49
4.2.4.1	Mittaustulosten yleinen tarkastelu	49
4.2.4.2	Sääolosuhteiden vaikutuksesta	53
4.2.4.3	Lämpötilan vaikutuksesta	55
4.2.4.4	Nousuajasta	58
4.3	Mittaukset katsastustoimipaikoilla	59
4.3.1	Tausta ja tavoite.....	59
4.3.2	Tulokset ja johtopäätelmät	60
4.3.2.1	Tuloksista yleisesti.....	60
4.3.2.2	Polkaisuaikojen vaikutus savutukseen	62
4.3.2.3	Päästötarkastusten tuloksista	66
4.4	Analysaattorien merkkikohtaisista eroista.....	67
5	SUOSITUKSET	69
5.1	Savutusanalysaattorit.....	69
5.2	Savutusmittauksen tekijät	70
5.3	Menetelmät.....	71
5.4	Jatkotutkimusehdotukset.....	73
6	YHTEENVETO	74
	LÄHDELUETTELO	77
	LIITELUETTELO JA LIITTEET.....	79

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Ajoneuvojen pakokaasupäästöjen aiheuttamien ympäristö- ja terveyshaittojen vähentämiseksi on autoille asetettu vaatimuksia päästöjen määrän ja laadun suhteen. Dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen liikenteeseen hyväksymisen ehtoihin kuuluu, että niiden moottorit täyttävät näkyvän savutuksen osalta asetetut vaatimukset. Dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästöjen käytönaikainen valvonta tehdään mittaamalla pakokaasun sameus moottoria vapaasti ryntäytettäessä. Katsastustoimipaikalla tehtävä tai enintään kolme kuukautta ennen katsastusta muulla Ajoneuvohallintokeskukselle ilmoitetulla tarkastuspaikalla tehty pakokaasupäästöjen tarkastus on vuosikatsastuksessa hyväksymisen ehto. Tarkastuksen tavoite ei ole jäljitellä todellisia ajotilanteita vaan olla suhteellisen nopea, yksinkertainen ja halpa keino voimakkaasti saastuttavien ajoneuvojen havaitsemiseksi ja poistamiseksi liikenteestä.

Dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästöjen mittauksessa on havaittu puutteita ja epätasaisuksia, jotka johtavat erilaisiin mittaustuloksiin samankin ajoneuvon osalta. Mittaustulokset vaihtelevat eri katsastustoimipaikoilla ja tarkastuspaikoilla ilmeisesti mm. mittauslaitteiston, mittauspaikan ja mittaustavan takia. Toisaalta samallakin mittalaitteella mitattaessa saattavat tulokset vaihdella. Käytössä oleva mittausmenetelmä on altis monenlaisille häiriötekijöille. Pakokaasupäästöjen tarkastuksen suhteen asetetut toimintanormit puuttuvat eikä savutusmittaajilla ole mittausta koskevia laatu-järjestelmiä.

Päästömittauksen tulos vaikuttaa katsastuspäätökseen. Epäyhteneväisyydet johtavat joko hyväksyviin tai hylkääviin katsastuspäätöksiin eri katsastustoimipaikoilla tai, mikäli päästömittaus osoittaa autossa olevan vian aiheuttavan merkittävää haittaa ympäristölle, suoraan ajoneuvon ajokieltoon asettamiseen. Tämä ei ole kansalaisen oikeusturvan tai viranomaiseen kohdistuvan luottamuksen taikka ympäristön pilaantumisen estämisen kannalta suotavaa. Pakokaasupäästöjen takia 6,4 % kaikista autoista hylätään katsastuksessa, mut-

ta dieselautojen osalta osuus on vain 4-5 % johtuen osaksi mittausepävarmuuden takia verraten väljistä raja-arvoista.

Vuoden 2001 lopussa Suomessa rekisterissä olleesta 2,48 miljoonasta autosta dieselkäyttöisiä henkilöautoja oli 230 157 ja pakettiautoja 201 547 eli yhteensä 17,3 % koko autokannasta ja 18 % henkilö- ja pakettiautoista. Dieselmoottorilla varustettuja kuorma-autoja oli yhteensä 67 528 eli 2,7 % autokannasta. Dieselmoottorin suosio on viime vuosina kasvanut voimakkaasti etenkin henkilöautoissa. Dieselkäyttöisten henkilöautojen määrä kasvoi vuonna 2001 peräti 5,5 %, kun bensiinimoottoristen henkilöautojen määrä lisääntyi tänä aikana vain 0,7 %. Katsastusta varten tehdään pakokaasupäästöjen tarkastus vuonna 1980 tai myöhemmin käyttöön otetuille dieselkäyttöisille autoille. Kaikista maan 2,15 miljoonasta henkilöautosta vuonna 1980 tai myöhemmin käyttöön otettuja on 2,05 miljoonaa kappaletta eli 95,7 % /1/. Katsastusta varten tehtävän pakokaasupäästöjen mittauksen voidaan katsoa koskevan lähes kaikkia dieselkäyttöisiä henkilö- ja pakettiautoja. Katsastuksessa savutusmittauksia tehdään vuosittain n. 400 000 dieselkäyttöiselle ajoneuvolle.

1.2 Tavoite

Tutkimuksen tavoite on selvittää dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästöjen mittauksen luotettavuus katsastuksessa. Tutkimuksessa etsitään mittaustulokseen vaikuttavat tekijät sekä tutkitaan niiden vaikutus.

Tavoitteen saavuttamiseksi tutkitaan mittaustavan vaikutus tuloksiin ts. miten mittaja ja mittaolosuhteet vaikuttavat tulosten oikeellisuuteen. Useat eri valmistajat tarjoavat mittalaitteita ja on tarpeen selvittää, onko eri laitteilla periaatteessakaan mahdollista saada samoja tuloksia erilaisen näytteenoton ja laskentaohjelman takia. Lisäksi tutkitaan mahdollisuus laite-ajoneuvo-kohtaisten mittaustulosten korjauskertoimien laatimiseen.

Luotettavuutta tutkitaan analysoimalla mittalaitteiden tekniikkaa ja mittaustapahtumaa sekä etsimällä niistä mahdollisesti merkityksellisiä tekijöitä ja selvittämällä näiden sekä käytännössä havaittujen tekijöiden vaikutus vertailumittauksiin.

Työssä luodaan katsaus dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästömäärien ja päästöjen valvonnan kehitykseen ja nykytilaan.

Tuloksia tullaan käyttämään katsastustoimipaikkojen ohjeistamisessa sekä tukemaan tienvarsitarkastusten suorittamista. Työn tulosten on tarkoitus tarjota pakokaasupäästöjen tarkastajalle työkalu oikeiden tulosten saamiseksi ja sisältää laatujärjestelmän suuntaviivoja antavaa tietoa.

1.3 Työn raja

Työssä on keskitytty yksinomaan katsastuksessa tehtävää savutusmittausta vastaaviin päästötarkastuksiin. Työn ulkopuolelle on siksi jätetty muut kuin nykyaikaiset pakokaasun valonläpäisykykyä arvostelevat mittalaitteet.

Eräille autoille valvonnan raja-arvo katsastuksessa on annettu vanhoissa Bosch-yksiköissä. Nämä on jätetty työn ulkopuolelle, sillä asian käytännöllinen merkitys on erittäin vähäinen autojen pienen lukumäärän ja väljän raja-arvon takia.

Työ on rajattu koskemaan henkilö- ja pakettiautoja, joilla tutkimukset päätettiin tehdä jo työn suunnitteluvaiheessa. Kuorma- ja linja-autoille tehdään savutusmittaus samalla menettelyllä, kuitenkin yleensä käyttäen suurempaa näytteenottoputkea. Tulokset ovat näin ollen sovellettavissa raskaisiinkin autoihin.

1.4 Määritelmiä

Käsitteiden ja lyhenteiden määritelmiä:

Absorptiokerroin	Laskennallinen arvo, joka ilmaisee pakokaasuihin absorboituvan valon määrän metrin matkalla.
ARVA	Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista (1256/92), yleensä sellaisena, kuin se on muutettuna myöhemmin annetulla asetuksella, <i>rakenneasetus</i> .
Dieselmoottori	Puristussytytysperiaatteella toimiva moottori. (Direktiivin 72/306/ETY mukainen määritelmä)
EY- tai e-hyväksyminen	EY-hyväksymisellä ja e-hyväksymisellä tarkoitetaan Euroopan unionin neuvoston tai Euroopan yhteisöjen komission taikka Euroopan parlamentin ja Euroopan unionin neuvoston yhdessä antaman asetuksen tai direktiivin mukaista ajoneuvon rakenteen, varusteen tai osan hyväksymistä. (ARVA:n mukainen määritelmä)

E-hyväksyminen	E-hyväksymisellä tarkoitetaan ajoneuvon rakenteen, varusteen tai osan hyväksymistä Genevessä 20 päivänä maaliskuuta 1958 tehtyyn moottoriajoneuvojen varusteiden ja osien hyväksymisehtojen yhdenmukaistamista ja hyväksymisten vastavuoroista tunnustamista koskevaan sopimukseen (SopS 70/76) liitetyn säännön mukaisesti. (ARVA:n mukainen määritelmä)
E-sääntö	Genevessä 20 päivänä maaliskuuta 1958 tehtyyn moottoriajoneuvojen varusteiden ja osien hyväksymisehtojen yhdenmukaistamista ja hyväksymisten vastavuoroista tunnustamista koskevaan sopimukseen (SopS 70/76) liitetty sääntö.
Savutusmittari	Mittalaite, jolla jatkuvasti mitataan ajoneuvon tuottamien pakokaasujen kykyä absorboida valoa. (Direktiivin 72/306/ETY mukainen määritelmä)
Savu	Dieselmoottorin pakokaasuvirrassa suspensiona olevat hiukkaset, jotka absorboivat, heijastavat tai taivuttavat valoa. (Direktiivin 1999/96/EY mukainen määritelmä)
OBD-järjestelmä	Ajoneuvoon asennettu, päästöjenrajoituslaitteistoa valvova järjestelmä, jonka on kyettävä ilmaisemaan vian todennäköinen sijainti tietokoneen muistiin tallennettujen vikakoodien avulla. (Direktiivin 98/69/EY mukainen määritelmä)
Opasimetri	Laite, jolla mitataan savuhiukkasten opasiteettia valon vähenemisperiaatteen mukaisesti. (Direktiivin 1999/96/EY mukainen määritelmä)
Opasiteetti	Valon läpinäkyvyyden mitta.

Tässä tutkimuksessa käytettyjen käsitteiden määritelmät:

Direktiivi	Euroopan unionin neuvoston tai Euroopan yhteisöjen komission taikka Euroopan parlamentin ja Euroopan unionin neuvoston yhdessä antama ohjesääntö.
------------	---

Katsastusasetus	Asetus ajoneuvojen katsastuksesta (1702/92), sellaisena kuin se on siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen.
Katsastusdirektiivi	Neuvoston direktiivi 96/96/EY, annettu 20. päivänä joulukuuta 1996, moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen katsastusta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä, sellaisena kuin se on muutettuna komission direktiiveillä 1999/52/EY, 2001/9/EY ja 2001/11/EY. <i>Vanhalla katsastusdirektiivillä</i> tarkoitetaan kumottua Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen katsastusta koskevan lainsäädännön lähentämisestä 29. päivänä joulukuuta 1976 annettua neuvoston direktiiviä 77/143/ETY ja direktiivejä, joilla sitä on muutettu.
Merkintä E 24/03	E-säännön n:o 24 kolmas muutossarja. Vastaavaa merkintää käytetään muistakin E-säännöistä.
Dieselmoottoridirektiivi	Ajoneuvojen puristussytytysmoottoreiden kaasumais-ten ja hiukasmaisten päästöjen sekä ajoneuvoissa käytettävien maa- ja nestekaasulla toimivien otto- moottoreiden kaasupäästöjen torjumiseksi toteutetta- via toimenpiteitä koskeva jäsenvaltioiden lainsäädän- nön lähentämisestä annettu neuvoston direktiivi 88/77/ETY, sellaisena kuin se on kullekin ajoneuvoluo- kalle voimassa muutettuna neuvoston direktiivillä 91/542/ETY sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiveillä 96/1/EY ja 1999/96/EY.
Päästädirektiivi	Moottoriajoneuvojen kaasujen aiheuttaman ilman pilaantumisen estämiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskeva jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annettu neuvoston direktiivi 70/220/ETY, sellaisena kuin se kullekin ajoneuvoluokalle on voimassa muutet- tuna neuvoston direktiiveillä 74/290/ETY, 83/351/ETY, 88/76/ETY, 88/436/ETY, 89/458/ETY, 91/441/ETY ja 93/59/ETY sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston di-

rektiiveillä 94/12/EY, 96/69/EY ja 98/69/EY sekä komission direktiiveillä 77/102/ETY, 78/665/ETY, 89/491/ETY, 96/44/EY, 98/77/EY ja 1999/102/EY.

Savutusdirektiivi

Ajoneuvojen dieselmoottoareiden päästöjen vähentämiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annettu neuvoston direktiivi 72/306/ETY, sellaisina kuin se on kullekin ajoneuvoluokalle voimassa muutettuna komission direktiiveillä 89/491/ETY ja 97/20/EY.

Vapaa kiihdytys

Moottorin kiihdyttäminen rajakierrosnopeuteen sen omaa inertiaa vastaan. Kiihdytys tehdään kytkin kytkettynä vaihde vapaalla tai automaattivaihteisen auton kyseessä ollen vaihdevalitsin valmistajan ilmoittamassa asennossa. Rajakierrosnopeus on normaali polttoaineen ruiskutuksen katkaisunopeus tai valmistajan ilmoittama muu nopeus taikka automaattivaihteisen auton kyseessä ollen 2/3 ruiskutuksen katkaisunopeudesta. Nousuaika on pyörimisnopeuden nostamiseen tyhjäkäynniltä rajakierrosnopeuteen kulunut aika. (Katsastusdirektiivin ja Ajoneuvohallintokeskuksen ohjeeseen dnro 2115/204/2000 perustuvat määritelmät)

Symbolien merkitykset:

k	[m ⁻¹]	valon absorptiokerroin (Direktiivin 1999/96/EY mukainen määritelmä)
k _t	[m ⁻¹]	hetkellinen valon absorptiokerroin
k _y	[m ⁻¹]	yksittäisestä vapaasta kiihdytyksestä saatu valon absorptiokerroin
N	[%]	opasiteetti; N = 100-τ (Direktiivin 1999/96/EY mukainen määritelmä)
τ	[%]	savun läpinäkyvyys (Direktiivin 1999/96/EY mukainen määritelmä)

2 SAVUTUSMITTAUSTEN TAUSTA JA ONGELMAT

2.1 Pakokaasupäästöjen valvonnan kehitys ja nykytilanne

Dieselmoottorin päästöt ovat sekoitus erilaisia haitallisia aineita, jotka ovat joko kaasumaisia kuten häkä (CO), typen ja rikin oksidit (NO_x ja SO_x) ja hiilivedyt (HC) taikka hiukkasia (PM, particulate matter). Lisäksi polttomoottori tuottaa kasvihuonekaasuiksi luettavia hiilidioksidia (CO_2) ja vesihöyryä. Näitä mitataan moottorin tai ajoneuvon tyyppihyväksyntää varten tehtävissä testeissä. Dieselmoottorin päästöt voidaan katsoa merkittäviksi juuri hiukkaspäästöjen takia /2/. Käytönaikaisessa valvonnassa ja katsastuksessa tehtävässä tarkastuksessa dieselkäyttöisen auton päästötasoa arvostellaan yksinomaan näkyvään savuun perustuen. Työssä keskitytään näin ollen yksinomaan savun mittaamiseen ja mittauksen oikeellisuuden tarkkailemiseen.

Euroopan unionin neuvosto on moottoriajoneuvojen katsastusta koskevan direktiivin johtolauseessa todennut, että dieselmoottoreiden osalta katsotaan pakokaasupäästöjen läpinäkyvyyden mittauksen kertovan riittävästi ajoneuvon päästöihin liittyvästä kunnosta. Yleisesti kaasumaiset päästöt ovat liian vähäisiä dieselmoottorin kunnan tarkastamiseksi eivätkä ne sanottavasti lisääny moottorin kulumisen tai mahdollisten toimintahäiriöiden takia. Tästä johtuen hiukkaspäästöt ja näkyvä savutus ovat ainoat käytännölliset mittarit arvioinnille, joskaan nekaan eivät aina suoraan korreloi /2/.

Vapaaseen ryntäykseen perustuvassa savutustestissä moottoria kuormittaa ainoastaan sen oma inertia. Tässä verraten yksinkertaisessa kokeessa kaasumaisten päästöjen määrä ei antaisi oikeaa kuvaa moottorin kunnosta /3/.

Hiukkasten määrän on näytetty vaikuttavan terveyteen niiden kokoa enemmän. Tarkoituksenmukaista olisi mitata suoraan hiukkasten määrää eikä pakokaasun opasiteettia, etenkin kun opasiteettiin vaikuttavat eniten juuri painavimmat ja siksi suurimmat ja näkyvät hiukkaset. Hiukkasten massa on täten merkityksellinen sekä tyyppihyväksyntätestissä että käytönaikaisessa valvonnassa, vaikka juuri painavimmilla hiukkasilla ilmeisesti on vähäisimmät terveysvaikutukset /2,3/.

Erityisesti on huomattava, että katsastuksessa tehtävä pakokaasupäästöjen tarkastus on aivan eri asia kuin tyyppihyväksyntää varten tehtävä päästöttesti. Katsastuksessa tai muussa tarkastuspaikassa tehtävä päästöttesti on tarkoitettu siihen, että voidaan todeta onko kyseinen moottori säilynyt teknisesti niin tyydyttävässä kunnossa, että sen käyttö liikenteessä voidaan sallia eikä ajoneuvosta aiheudu tarpeettomia ympäristöhaittoja. Tyyppihyväksynnässä taas nimensä mukaisesti selvitetään moottorille tehdyssä vaihtuvajaksoisessa dynamometriaajossa kerättyjen pakokaasupäästöjen perusteella, onko moottori rakenteeltaan ja toiminnaltaan sellainen, että moottorityyppi voidaan hyväksyä käytettäväksi liikenteessä. Dynamometriaajona tehtävän testin tarkoitus on jäljitellä todellista ajotilannetta, kun taas katsastuksessa tehtävän tarkastuksen tavoite on osoittaa voimakkaasti saastuttavat moottorit /3/. Tyyppihyväksyntätestiin tosin kuuluu, mikäli hyväksyntä haetaan direktiivin 72/306/ETY tai sen myöhemmän muutoksen mukaisena, vapaan kiihdytyksen savutustesti sen varmistamiseksi, että viranomaiset saisivat käyttöönsä vertailuluvun voidakseen valvoa moottoreiden kuntoa myös käytön aikaisissa määräämässään katsastuksissa.

Katsastuksessa tehtävästä päästöttestistä ei siis käy ilmi se, onko moottori yhä sellaisessa kunnossa taikka sellaista tyyppiä, että se täyttäisi tyyppihyväksyntävaatimukset, mutta sen perusteella voidaan todeta, onko tyyppihyväksyttyä mallia oleva moottori riittävän hyvässä kunnossa edelleen liikenteessä käytettäväksi.

Pakokaasupäästötason katsastuksessa tehtävä tarkastus ja käytön aikainen valvonta

Jo ennen katsastuksessa tehtävien päästömittausten aloittamista oli auton käyttöön otettaessa oltava voimassa olleiden vaatimusten mukainen, mutta käytön aikaisen valvonnan puuttuessa ei käytännössä ollut keinoa varmistua siitä, että ajoneuvo kulumisen, rikkoutumisen tai muun syyn takia olisi säilynyt ympäristön kannalta tyydyttävässä kunnossa.

Dieselkäyttöisten autojen säännönmukainen pakokaasupäästöjen tarkastus katsastuksessa aloitettiin Suomessa vuoden 1995 alusta lukien, jolloin tuli soveltaa vanhan katsastusdirektiivin (77/143/ETY) mukaista mittaustapaa ja raja-arvoja. Vuoden 1993 alusta voimaan tulleen asetuksen ajoneuvojen katsastuksesta nojalla pakokaasupäästöjen valvonta suoritettiin vuoden 1994 loppuun asti vain,

mikäli siihen silmämääräisen arvion perusteella oli aihetta. Aikaisemman asetuksen ajoneuvojen katsastuksesta mukaan katsastuksessa oli varmistuttava siitä, ettei ajoneuvossa ole sellaista vikaa, joka voi aiheuttaa haittaa tai vaaraa ympäristölle. Ennen päästömittausten käyttöön ottoa ei siis käytännössä ollut luotettavaa keinoa varmistua ajoneuvon kunnosta pakokaasupäästöjen osalta.

2.2 Pakokaasupäästöjen valvonnan lainsäädännöllinen perusta

2.2.1 Kansallinen lainsäädäntö

2.2.1.1 Päästötasovaatimusten kehityksestä

Jo vuonna 1957 annetun moottoriajoneuvoasetuksen mukaan auton moottorista ei saanut päästä savua eikä pahanhajuista tai myrkyllistä kaasua siinä määrin tai siten, että siitä olisi syntynyt haittaa. Ilmeisesti ei ollut täysin selvää milloin moottorin päästämää savua oli pidettävä haitallisena ja toukokuussa 1960 tuli-kin voimaan Kululaitosten ja yleisten töiden ministeriön päätös dieselkäyttöisistä moottoriajoneuvoista. Tämän säädöksen nojalla dieselkäyttöisen auton moottori ja ruiskulaitteet sekä ilman ja polttonesteen suodattimet oli pidettävä sellaisessa kunnossa, etteivät ne aiheuta haitallista savuamista. Lisäksi auton tuli olla varustettu moottorin kierroslukua rajoittavalla säätäjällä sekä moottorin lämpötilan osoittavalla lämpömittarilla eikä ruiskutuslaitteiston asianmukaisesti suoritettua säätöä ollut lupa muuttaa. Savuamisen itsessään mittasi katsastusmies tai poliisi ministeriön hyväksymällä laitteella, jossa määrätty tilavuusmäärä pakokaasua imettiin määrätynsuuruisen suodatinpaperin lävitse. Savuaminen oli mitattava sellaisissa olosuhteissa, joissa se on suurin moottorin lämpötilan ollessa normaali, yleensä moottoria tasaisesti kiihdytettäessä, moottorin ollessa täysin kuormitettu ja kierrosluvun ollessa vähintään puolet rajoittajan suurimmaksi sallimasta. Moottorin katsottiin sitten testin perusteella savuavan haitallisesti, jos nokeentunut suodatin oli tummempi kuin tarkoitukseen hyväksytyllä savuasteikolla merkitty kuva. Periaate oli siis jo tuolloin sama kuin nykyäänkin, vaikka mittausmenetelmä onkin muuttunut.

Seuraava askel dieselmoottoristen autojen pakokaasupäästöjen tarkkailussa otettiin vasta 1983, kun ajoneuvoasetuksessa katsottiin puristussytytysmoottorilla varustetun auton rakenteeltaan täyttävän pakokaasujen saastepitoisuutta

koskevat vaatimukset, jos se on E-hyväksytty säännön n:o 24 tai e-hyväksytty direktiivin 72/306/ETY mukaisesti. Tästä alkaen dieselmoottoreilla varustettujen autojen vaatimustaso on jatkuvasti kiristynyt direktiivien ja E-sääntöjen mukana, eikä tätä kehitystä ole tarkoituksenmukaista tässä yhteydessä tarkemmin kuvata sen laajuuden takia. Laajuus johtuu paitsi siitä, että vaatimuksia on useaan kertaan kiristetty, myös siirtymäsäännöistä ja asetusmuutosten voimaantulosta. Voimaantulosäännöt kirjoitetaan usein siten, että kiristyneet säädökset koskevat ensin uutena mallina tyyppikatsastettavaa tai -hyväksytävää autoa ja myöhemmin kaikkia käyttöön otettavia autoja. Vaatimusten kiristyminen voi lisäksi koskea vain tiettyjä ajoneuvoluokan autoja, esimerkiksi henkilöautoja, joiden kokonaismassa on enintään 2 500 kg ja joita ei ole tarkoitettu enemmälle kuin kuudelle matkustajalle, tai pakettiautoja, joiden referenssimassa (omamassa vähennettynä kuljettajan massalla 75 kg ja lisättynä 100 kg) on enemmän kuin 1305 kg. Lisäksi on erityisiä sääntöjä ajoneuvoluokasta toiseen muutettaville ajoneuvoille, erityistarkoituksessa käytettävillä ajoneuvoille ja käytettynä, kuten muuttotavarana, maahantuotaville autoille. Suomessa ajoneuvon edellytetään täyttävän pakokaasupäästöjen osalta ne vaatimukset, jotka olivat Suomessa voimassa ajoneuvon käyttöön oton ajankohtana, tai myöhemmät vaatimukset. Tästä poiketen vähäpäästöistä autoa ei saa muuttaa siten, että vähäpäästöisyysvaatimukset eivät täyty, vaikka vähäpäästöisyyttä ei olisi edellytetty, kun auto otettiin käyttöön.

Henkilö- ja pakettiauton pakokaasupäästöistä säädetään asetuksen ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista 46 §:ssä, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna asetuksella 463/2002 ja se kuuluu seuraavasti: "1. M1- ja N1- luokan ajoneuvon sekä muulla kuin maa- tai nestekaasulla toimivalla ottomoottorilla varustetun muun auton tulee olla EY-hyväksytty moottoriajoneuvojen kaasujen aiheuttaman ilman pilaantumisen estämiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun neuvoston direktiivin 70/220/ETY mukaisesti, sellaisena kuin se kullekin ajoneuvoluokalle on voimassa muutettuna neuvoston direktiiveillä 74/290/ETY, 83/351/ETY, 88/76/ETY, 88/436/ETY, 89/458/ETY, 91/441/ETY ja 93/59/ETY sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiveillä 94/12/EY, 96/69/EY, 98/69/EY, 2001/1/EY ja 2001/100/EY sekä komission direktiiveillä 77/102/ETY, 78/665/ETY, 89/491/ETY, 96/44/EY, 98/77/EY ja 1999/102/EY, tai hyväksytty E-säännön n:o 49 tai n:o 83 sellaisen ver-

sion mukaisesti, joka vaatimustasoltaan vastaa mainituissa direktiiveissä säädettyjä vaatimuksia.

2. M1- ja N1- luokan ajoneuvon katsotaan täyttävän 1 momentissa tarkoitetut vaatimukset myös, jos ajoneuvon moottori on EY-hyväksytty ajoneuvojen puristussytytysmoottoreiden kaasumaisten ja hiukkasmaisten päästöjen sekä ajoneuvoissa käytettävien maa- ja nestekaasulla toimivien ottomoottoreiden kaasupäästöjen torjumiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun neuvoston direktiivin 88/77/ETY mukaisesti, sellaisena kuin se on kullekin ajoneuvoluokalle voimassa muutettuna neuvoston direktiivillä 91/542/ETY sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiveillä 96/1/EY ja 1999/96/EY, tai hyväksytty E-säännön n:o 49 sellaisen version mukaisesti, joka vaatimustasoltaan vastaa mainituissa direktiiveissä säädettyjä vaatimuksia.”

Mainittujen päästövaatimusten lisäksi auton dieselmoottorin tulee täyttää savutuksen suhteen asetetut vaatimukset. Rakenneasetuksen 49 §, dieselmoottorin savutus, sellaisena kuin se viimeksi on muutettuna (asetuksella 563/2000) kuuluu seuraavasti: ”Auton dieselmoottorin tulee näkyvän savutuksen osalta vastata ajoneuvojen dieselmoottoreiden päästöjen vähentämiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun neuvoston direktiivin 72/306/ETY vaatimuksia, sellaisina kuin ne ovat kullekin ajoneuvoluokalle voimassa muutettuina komission direktiiveillä 89/491/ETY ja 97/20/EY, tai täyttää E-säännön n:o 24 sellaisen version vaatimukset, joka tasoltaan vastaa mainittujen direktiivien vaatimuksia”. Tarkoitettu E-säännön versio on nykyisin E 24/03.

Suomi on EU:hun liittymisen myötä sitoutunut harmonisoimaan myös ajoneuvotekniset määräykset EU:n kanssa, mikä on antanut voimakkaan leimansa kansalliseen lainsäädäntöömme sen mm. pakokaasupäästöjä ja niiden valvontaa koskevin osin perustuessa nykyisin näistä annettuihin direktiiveihin.

2.2.1.2 Vaatimukset katsastuksessa ja käytönaikainen valvonta

Tieliikennelain (267/81, sellaisena kuin se on muutettuna lailla 989/92) 83a §:n nojalla ajoneuvon käytöstä aiheutuvien moottorista ja polttoainejärjestelmästä tulevien kaasumaisten päästöjen, hiukkaspäästöjen, melun ja radiohäiriöiden

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiveillä 94/12/EY, 96/69/EY ja 98/69/EY sekä komission direktiiveillä 77/102/ETY, 78/665/ETY, 89/491/ETY, 96/44/EY, 98/77/EY ja 1999/102/EY ja se on laajennettu koskemaan myös dieselmoottorilla varustettuja ajoneuvoja. Tämän direktiivin mukaisissa testeissä ei mitata tai arvostella dieselmoottorin savutusta vaan se keskittyy haitallisten aineiden konsentraatioon ja kertymään tietyn ajosyklin aikana.

Direktiivin 72/306/ETY kohdistuessa nimenomaan savutuksen vähentämiseen ja direktiivin 70/220/ETY edelleen koskiessa vain ottomoottoreita annettiin 3. päivänä joulukuuta 1987 neuvoston direktiivi ajoneuvojen dieselmoottoreiden ilman pilaantumista aiheuttavien kaasupäästöjen vähentämistä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä (88/77/ETY). Tällä direktiivillä rajoitettiin pakokaasuissa olevan hiilimonoksidin, hiilivetyjen ja typen oksidien määrää. Direktiivissä määriteltiin dynamometrissä ajettava testisykli ja päästöjen sallittu määrä grammoina kilometriä kohden.

2.2.2.2 Katsastusvaatimuksista

Moottorijoneuvojen ja niiden perävaunujen katsastusta koskevan lainsäädännön lähentämisestä annettu neuvoston direktiivi 96/96/EY, sellaisena kuin se on myöhemmin muutettuna, on oleellisin yhteisön tasolla annettu säädös koskien käytönaikaista pakokaasupäästöjen valvontaa. Euroopan yhteisössä liikennöivien hyötyajoneuvojen teknisistä tienvarsitarkastuksista annetun direktiivin 2000/30/EY perusteella teknisessä tienvarsitarkastuksessa voidaan tarkastaa ajoneuvon kunto mm. pakokaasupäästöjen osalta, mutta raja-arvot ovat samat kuin katsastusdirektiivissä ja ylipäättään tarkoitus on varmistaa, että ajoneuvo on katsastusdirektiivin teknisten vaatimusten mukainen.

Katsastusdirektiivin tarkoitus on johtolauseensa mukaisesti pitää säännöllisten tarkastusten avulla päästöt alhaisina ajoneuvon koko käyttöiän ajan ja varmistaa, että voimakkaasti saastuttavat ajoneuvot poistetaan liikenteestä kunnes ne ovat asianmukaisessa kunnossa. Edelleen on todettu, että moottorin huono säätö ja riittämätön huolto ovat vahingollisia moottorin itsensä lisäksi myös ympäristölle, koska ne lisäävät saastumista ja polttoaineen kulutusta, ja katsottu, että päästöjen tarkastuksen perusteella hylättyjen autojen osuus voi olla suuri sellaisten ajoneuvojen osalta, joita ei ole säännöllisesti huollettu.

Dieselmootoreilla varustettujen ajoneuvojen pakokaasupäästöjen tarkastusta koskee katsastusdirektiivin liitteen II alakohta 8.2.2 sellaisena, kuin se on kokonaan muutettuna 26. päivänä toukokuuta 1999 annetulla komission direktiivillä 1999/52/EY. Tämä direktiivi on liitteenä 5.

Tarkastuslaitteistoa koskevan 8.2.3 kohdan mukaan ajoneuvon päästöt tarkastetaan käyttäen laitteistoa, joka on suunniteltu tarkasti määrittämään onko määritetyt tai valmistajan osoittamat raja-arvot saavutettu. Katsastusdirektiivi ei siis itsessään esitä täsmällisiä vaatimuksia mittarilta edellytetyjen ominaisuuksien, mittatarkkuuden tai mittauksesta annettavan todistuksen suhteen.

2.2.2.3 OBD-järjestelmistä

Direktiiviä 70/220/ETY muuttava neuvoston direktiivi 98/69/EY edellyttää sisäisten valvontajärjestelmien eli OBD-järjestelmien käyttöönoton myös dieselmootorisissa henkilöautoissa vuoden 2003 alusta lukien uusien ajoneuvotyyppien osalta ja vuoden 2004 alusta kaikkien ajoneuvotyyppien osalta paitsi niiden, jotka on tarkoitettu enemmän kuin kuudelle matkustajalle kuljettaja mukaan lukien tai joiden kokonaismassa on suurempi kuin 2500 kg. Enemmän kuin kuudelle matkustajalle tarkoitettujen henkilöautojen osalta vaatimus tulee voimaan uusille ajoneuvotyypeille vuoden 2005 alusta ja kaikille ajoneuvotyypeille vuoden 2006 alusta. Kokonaismassaltaan yli 2500 kg:n henkilöautoille vaatimus tulee voimaan vuoden 2006 alusta uusille ajoneuvotyypeille ja vuoden 2007 alusta kaikille ajoneuvotyypeille. Dieselmoottoriset luokkaan I kuuluvat pakettiautot (pakettiautot, joiden referenssimassa eli omamassa vähennettynä kuljettajan massalla 75 kg ja lisättynä 100 kg:lla on enintään 1305 kg) on varustettava OBD-järjestelmällä uusien ajoneuvotyyppien osalta vuoden 2005 alusta ja kaikkien ajoneuvotyyppien osalta vuoden 2006 alusta. Muut dieselmoottorilla varustetut pakettiautot on varustettava OBD-järjestelmällä uusien ajoneuvotyyppien osalta vuoden 2006 alusta ja kaikkien ajoneuvotyyppien osalta vuoden 2007 alusta.

Ajoneuvoon asennetun sisäisen valvontajärjestelmän on oltava suunniteltu, rakennettu ja asennettu sillä tavoin, että se kykenee koko ajoneuvon käyttöajan ilmoittamaan erilaisesta kulumisesta ja vioista, jotta pakokaasunpuhdistuslaitteiden häiriöt havaitaan välittömästi ja käytössä olevien ajoneuvojen alkuperäinen päästötaso voidaan säilyttää. Järjestelmässä on oltava vianilmais-

joka on selkeästi kuljettajan nähtävillä. Puristussytytteisellä polttomoottorilla varustettujen ajoneuvojen OBD-järjestelmän on valvottava:

- katalysaattorin toimintatehon heikkenemistä, jos ajoneuvossa on katalysaattori
- hiukkasloukun toimintaa ja eheyttä, jos ajoneuvossa on hiukkasloukku
- polttoaineen ruiskutusjärjestelmässä annostelun ja ajoituksen sähköisiä säätimiä virtapiirien eheyden ja laitteiden toimivuuden osalta
- muita päästöjenrajoitusjärjestelmän osia tai järjestelmiä tai päästöihin vaikuttavia, tietokoneeseen yhteydessä olevia käyttövoimalaitteen osia tai järjestelmiä, joiden vioittuminen voi johtaa päästörajojen ylittymiseen. Tällaisia osia tai järjestelmiä ovat esimerkiksi ilmapvirtauksen massaa ja tilavuutta (sekä lämpötilaa), ahtopainetta ja imusarjan painetta valvovat ja säätävät laitteet (sekä anturit, jotka mahdollistavat nämä toiminnot)
- kaikkia muita tietokoneeseen yhteydessä olevia päästöihin vaikuttavia käyttövoimalaitteen osia tai järjestelmiä on valvottava virtapiirin eheyden osalta, jos niitä ei valvota muutoin

Kaikkia osia tai järjestelmiä ei tarvitse valvoa, jos niiden rikkoutuessa tai ne poistettaessa päästöt eivät ylitä sallittuja raja-arvoja. Jokaisen moottorin käynnistyksen tulee aloittaa sarja tarkastuksia, jotka ainakin kerran viedään loppuun saakka /98/69/EY/.

Päästörajat, joiden ylittyminen dieselkäyttöisen auton OBD-järjestelmän on kyettävä havaitsemaan, on annettu grammoina kilometriä (g/km) kohden CO:n, HC:n, NO_x:n ja hiukkasten (PM) suhteen direktiivin 98/69/EY liitteen XI kohdassa 3.3.2, sellaisena kuin se on muutettuna komission direktiivillä 1999/102/EY. Raja-arvo kunkin komponentin osalta riippuu mm. ajoneuvon luokasta ja massasta.

Koska vikatietojen tulee tallentua auton tietokoneen muistiin ja tiedon on oltava standardoidussa muodossa, on tulevaisuudessa mahdollista määrääaikaiskatsastuksissa tarkastaa auton moottorin kunto pakokaasupäästöjen osalta OBD-järjestelmän tietoihin perustuen. Kun dieselkäyttöiset henkilö- ja pakettiautot poistetaan rekisteristä keskimäärin 16,7 vuoden ikäisinä /1/, on ajoneuvokannan uusiutuminen kuitenkin verraten hidasta ja OBD-järjestelmien tullessa

vaiheittain pakolliseksi uusiin henkilö- ja pakettiautoihin vuosien 2003-2007 aikana ei ainakaan toistaiseksi voida luopua nykyisin käytössä olevasta menetelmästä, ellei sitä korvaamaan löydetä parempaa ajoneuvosta riippumatonta pakokaasupäästöjen tarkastusmenetelmää. Ensimmäinen määräaikauskatsastus yksityiskäytössä olevalle henkilö- tai pakettiautolle tehdään kolmen vuoden kuluttua käyttöönotosta, joten pakollisella OBD-järjestelmällä varustettuja autoja alkaa tulla katsastukseen vasta vuonna 2006. Pakokaasupäästöjen tarkastus perustuu katsastusdirektiiviin eikä liene oletettavaa, että sitä muutettaisiin siten, että siirtymäaikana otettaisiin käyttöön uusi mittaussuunnitelma. Koska liikenteeseen tulee jatkossa jokin osuus ilman OBD-järjestelmää olevia autoja, tarvitaan autosta riippumatonta tarkastusmenettelyä todennäköisesti jatkossakin. Niiden bensinikäyttöisten autojen osalta, joissa OBD-järjestelmä on pakollisena, siirrytään järjestelmän toiminnan tarkastukseen perustuvaan pakokaasupäästöjen tarkastukseen vaiheittain vuodesta 2003 eteenpäin, jolloin se korvaa joutokäynnillä tehtävän pakokaasupäästöjen raja-arvoihin perustuvan tarkastuksen. Toistaiseksi tätä sisäisen valvontajärjestelmän tarkastamiseen perustuvaa menettelyä pakokaasupäästöjen tarkastamiseksi ei sovelleta dieselkäyttöisiin autoihin lainkaan, kun katsastusdirektiivi ei sisällä tällaista vaatimusta tai mahdollisuutta.

OBD-järjestelmän tarkoituksena on siis tarkkailla pakokaasupäästöjen kannalta tärkeitä laitteita ja järjestelmiä, ilmaista päästöjen eri komponenttien ylittetyt raja-arvot ja tallentaa havaitut viat ja puutteellisuudet standardoidussa muodossa. Samalla järjestelmä suojelee tärkeimpiä komponentteja kuten katalyysaattoria.

2.2.2.4 Moottoritekniikan kehityksen vaikutuksista

Moottoritekniikan kehittyessä ei pakokaasupäästöjen läpinäkyvyyden mittaamisen kenties enää voida katsoa kertovan riittävästi ajoneuvon päästöihin liittyvästä kunnosta ja kaasumaisten päästöjen mittauksen merkitys tulee suuremmaksi. Hiukkassuodatuslaitteisto saattaa vähentää päästöjä hiukkasten osalta jopa 50-90 % [5]. Pakokaasun jälkikäsittelylaitteilla varustettujen dieselmootoreiden aiheuttama näkyvä savu saattaa kadota kokonaan. Hiukkasloukun vaikutus pakokaasun opasiteettiin voi olla niin merkittävä, että varustettaessa ajoneuvo hiukkasloukulla nykyisten opasimetrien herkkyys ei ole riittävä savutuk-

sen mittaamiseksi /2/. Savun muodostuksen ollessa riittävän vähäinen voitaneen siirtyä analysoimaan pakokaasun myrkyllisten tai haitallisten aineiden konsentraatiota bensiinimoottoreiden tapaan. Nykyaikainen moottoritekniikka ja kehitys huomioon ottaen olisi tarpeen määrittää tarkempia teknisiä vaatimuksia mittalaitteille, sillä muuten ilmeisesti moottoritekniikka tulisi olemaan hienostuneempaa kuin käytetyt mittaustekniikat /7/.

2.3 Päästötarkastusten nykyinen tilanne

Pakokaasupäästöjä mittaamalla saadaan hyvin satunnaisia tuloksia. Tämä johtuu sekä huolimattomasti tehdyistä mittauksista että itse menetelmän alttiudesta epävakauksille. Ongelmia on erityisesti tietyillä automerkeillä ja mittareilla sekä varsinkin ahdetuilla ja nopeakäyntisillä moottoreilla. Samasta autosta voidaan erimerkkisillä mittareilla mitata systemaattisesti toisistaan poikkeavia arvoja. Poikkeamat saattavat olla hyvinkin suuria ja tulokset äärimmilleen vaihtelevat täysin hyväksyttävän ja peräti ajokiellon määrittämiseen johtavan tuloksen välillä. Erilaiset tulokset johtuvat selvästikin mittalaitteiden ominaisuuksista, joissa on eroja vaikka laitteet täyttävätkin niille asetetut vaatimukset. Tällöin ei voida myöskään luokitella mittalaitteita oikein tai väärin mittaaviin.

Nykyisessä tilanteessa ympäristönsuojelu ei toteudu tarkoitetulla tavalla eikä voida vakuuttua siitä, että voimakkaasti saastuttavat autot pidettäisiin poissa liikenteestä. Toisaalta myös täysin ehjä auto saatetaan hylätä katsastuksessa.

Kun dieselautojen savutusta alettiin Suomessa mitata, käytiin julkisuudessa voimakasta keskustelua siitä, kuinka moottori saattaa vaurioitua tarkastuksen yhteydessä. Nykyään tällaista keskustelua ei juuri ole, mutta riski ei silti ole poistunut. Suomen Autokatsastus Oy:n tilastojen mukaan vuonna 1995 tehtiin n. 200 korvausvaatimukseen johtanutta ilmoitusta dieselmoottorin vaurioista ja sittemmin n. 25 vuosittain. Nykyisin ainakin Ajoneuvohallintokeskuksen tietoon saatettujen moottorivaurioiden määrä on sängen vähäinen, kysymys on aivan muutamista satunnaisista hajoamisista. Moottorivaurioita on esiintynyt kaikissa jäsenvaltioissa, joten tilanne Suomessa ei siinä mielessä ole eronnut muista /3/. Tietysti kaikkein huonoimmassa kunnossa olleet ajoneuvot aikanaan saattoivatkin vaurioitua katsastuksessa, mikä ainoastaan nopeutti niiden

poistumista liikenteestä tai ottamista korjattavaksi. Lieneekin turvallista olettaa, että tältä osin ajoneuvojen kunto on parantunut. Katsastusdirektiivinkin nojalla ennen mittauksen aloittamista on varmistuttava moottorin olevan mekaanisesti niin tyydyttävässä kunnossa, että mittaus voidaan suorittaa. Puutteellinen esivalmistelu on yleisin moottorivaurioon johtanut tekijä.

2.4 Katsastukseen liittyvä pakokaasupäästöjen tarkastus

2.4.1 Mittaaminen

Katsastuksessa tehdään päästömittaus dieselautoille liitteessä 3 olevan Ajoneuvohallintokeskuksen ohjeen dnro 2115/204/2000 mukaisesti. Kyseinen ohje perustuu katsastusdirektiivin liitteen II kohtaan 8.2, joka on liitteenä 5. Toisaalta direktiivi on varsin yleisluontoinen, minkä takia ohjeen mukainen mittaus sisältää direktiivissä sanottujen vaatimusten lisäksi myös kansallisia vaatimuksia mm. mittauksesta annettavan todistuksen suhteen. Ohje koskee myös muita tarkastuspaikkoja kuin katsastusasemia.

Ennen mittaamista auto tulee esivalmistella, jolloin todetaan moottorin olevan normaalissa käyttölämpötilassa ja ettei pakoputkistossa ole savutusmittaukseen vaikuttavaa vuotoa. Pakokaasujen puhdistusjärjestelmän komponentit tarkastetaan silmämääräisesti. Pakojärjestelmä on puhdistettava vähintään kolmella moottorin vapaalla kiihdytyksellä ja samalla on varmistuttava, että suurin pyörintänopeus on oikein rajoitettu. Puhdistussyklit voidaan haluttaessa sisällyttää varsinaiseen mittaukseen, millä vältetään tarpeeton testaus. Direktiivin mukaan tulisi lisäksi varmistaa, että moottori on mekaanisesti tyydyttävässä kunnossa, millä on ilmeisesti pyritty välttämään moottorien rikkoutumista testauksen aikana.

Varsinainen päästömittaus tehdään moottorin vapaana kiihdytyksenä rajakierrosnopeuteen painamalla kaasupoljin pohjaan nopeasti ja portaattomasti alle yhdessä sekunnissa, jotta ruiskutuspumpon syöttö olisi mahdollisimman suuri. Ennen kutakin vapaata kiihdytystä moottorin ja mahdollisen turboahtimen on oltava joutokäynnillä vähintään 10 sekunnin ajan. Kustakin vapaasta kiihdytyksestä mitataan absorptiokerroin k_f . Suomessa on kansallisesti päätetty, että kolmen puhdistussyklin lisäksi saadaan tehdä enintään kuusi varsinaista mitaussykliä.

2.4.2 Hyväksymisen ja hylkäämisen raja-arvot

Päästötarkastuksen tuloksena käytetään kolmen peräkkäin mitatun absorptiokertoimen aritmeettista keskiarvoa, jota laskettaessa yksittäisen arvon poikkeama keskiarvosta saa olla enintään $0,5 \text{ m}^{-1}$. Keskiarvon laskennassa saadaan käyttää myös puhdistussyklin aikana mitattuja arvoja.

Mikäli tarkastuksen tuloksena saatava savutusarvo alittaa hyväksynnän raja-arvon, auto on hyväksyttävä. Hyväksynnässä käytettävänä raja-arvona on katsastusdirektiivin mukaan pidettävä direktiivin 72/306/ETY mukaiseen kilpeen merkittyä arvoa. Jos tätä tietoa ei ole tai jäsenvaltiossa päätetään olla käyttämättä sitä raja-arvona, kuten Suomessa on tehty, on absorptiokertoimen raja-arvo vapaasti hengittävillä dieselmootoreilla $2,5 \text{ m}^{-1}$ ja turboahtimella varustetuilla moottoreilla $3,0 \text{ m}^{-1}$. Suomessa voimassa olevan sinänsä melko väljän käytännön mukaisesti käytetään yleisiä raja-arvoja, paitsi milloin valmistaja on ilmoittanut näitä suuremman raja-arvon. Auto saadaan hyväksyä tarkastusta jatkamatta, jos mitataan yksittäinen absorptiokertoimen arvo, joka huomattavasti alittaa yleisesti asetetut raja-arvot. Direktiiviin perustuen auto saataisiin vastaavasti hylätä heti, jos mitattaisiin yksittäinen raja-arvon huomattavasti ylittävä absorptiokertoimen arvo, mutta Suomessa tätä käytäntöä ei ole vahvistettu perustuen ilmeisesti perinteisesti väljään tulkintaan ja pyrkimykseen olla tarpeettomasti hylkäämättä ajoneuvoa katsastuksessa. Hyväksyttävän tarkastuksen absorptiokertoimen arvot on koottu taulukkoon 1. Tarkastuksen tulos saadaan kaavalla

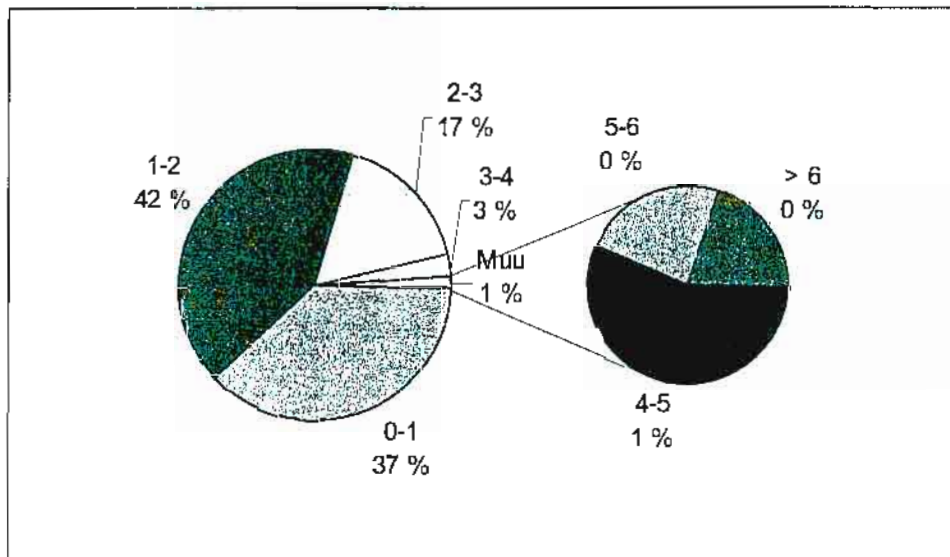
$$k = \begin{cases} \sum_{j=n}^{n+2} \frac{k_j}{3} & , \text{missä } |k - k_j| \leq 0,5 \\ \min(k_j) & , \text{kun } \min(k_j) < K^* \end{cases} \quad (\text{Kaava1}),$$

missä k on tarkastuksen lopullinen tulos, k_j on yksittäisestä ryntäytyksestä saatu absorptiokertoimen arvo ja $K^*=1,5$ ahdetulle ja $K^*=2,0$ vapaasti hengittävälle moottorille.

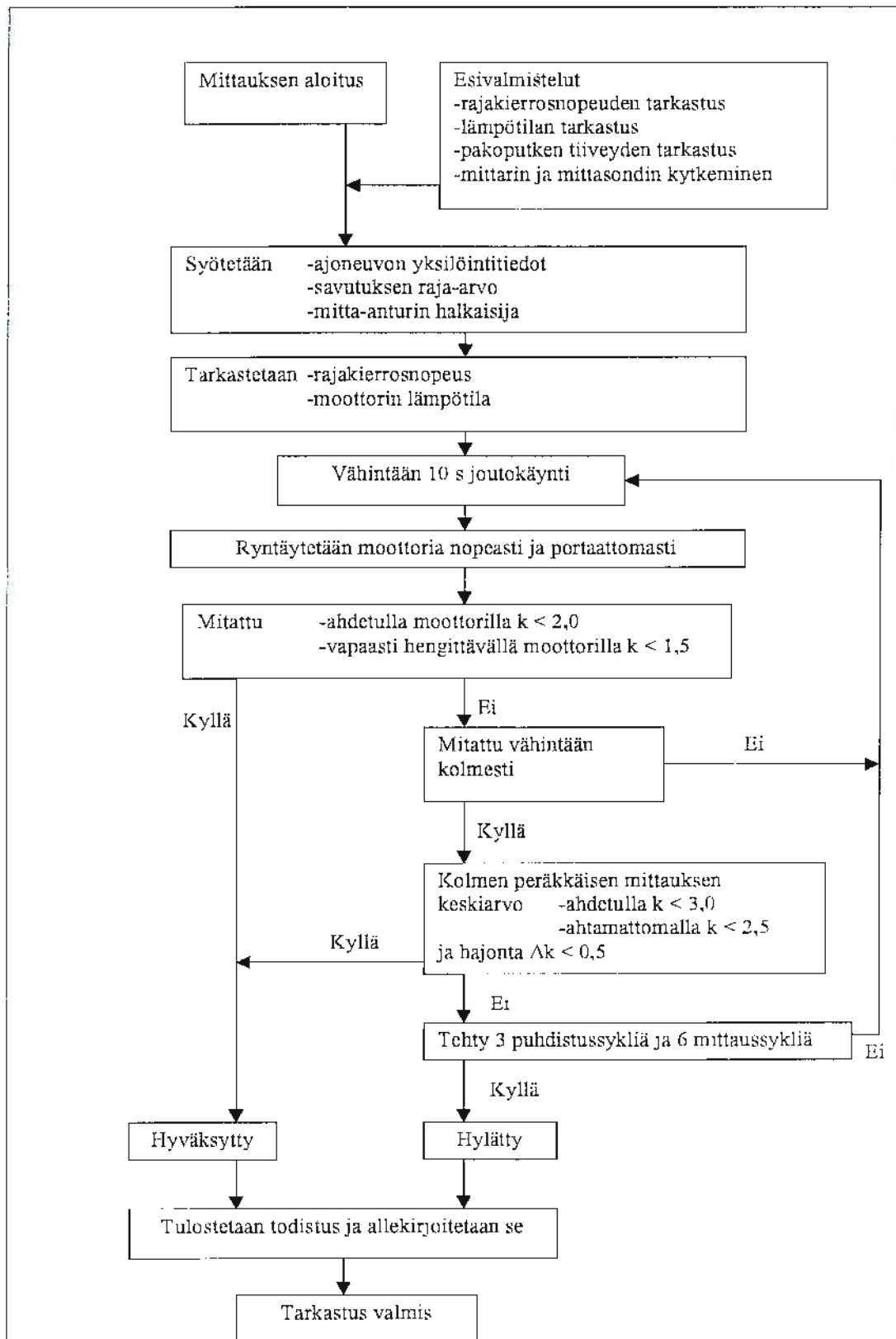
Taulukko 1. Hyväksyttävät raja-arvot

Moottorin tyyppi	Yksittäinen absorptiokerroin	Kolmen peräkkäin mitatun absorptiokertoimen keskiarvo	
Vapaasti hengittävä	$< 1,5 \text{ m}^{-1}$	$\leq 2,5 \text{ m}^{-1}$	Enintään valmistajan ilmoittama suurempi arvo
Ahdettu	$< 2,0 \text{ m}^{-1}$	$\leq 3,0 \text{ m}^{-1}$	

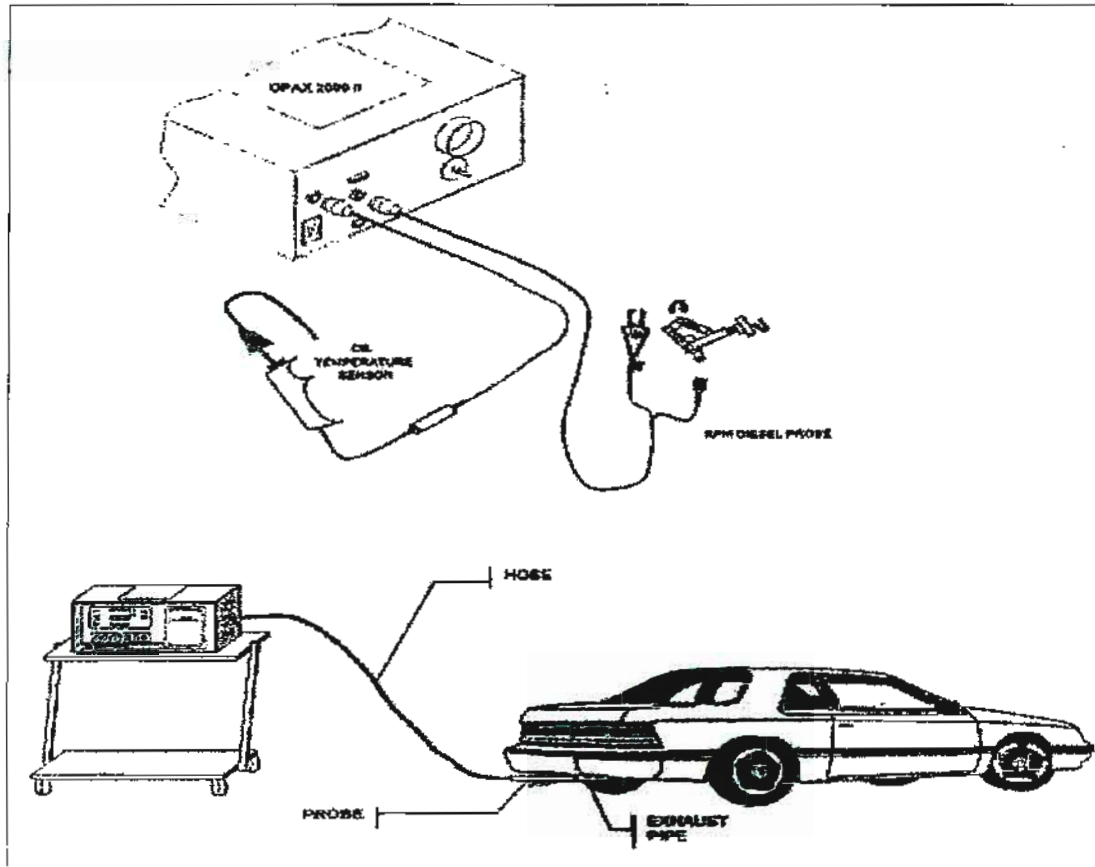
Kuvaan 1 on koottu katsastuksessa mitattujen absorptiokertoimien jakautuma marraskuussa 1999 – helmikuussa 2000. Savutusmittauksen kulku vuokaaviona sekä mittausjärjestely ja kuva savutusmittarista on esitetty kuvissa 2 ja 3.



Kuva 1. K-arvojen jakautuminen katsastuksessa 11/1999 – 2/2000.



Kuva 2. Savutusmittauksen kulkukaavio.



Kuva 3. Savutusmittauksen järjestely /12/.

Vaikka katsastusdirektiivi salliikin hylätä ajoneuvon tarkastusta jatkamatta, kun puhdistussyklin jälkeen on mitattu raja-arvoa oleellisesti suurempia arvoja, ei Suomessa tätä sovelleta. Sen sijaan auto voidaan hyväksyä heti, kun on mitattu raja-arvoa oleellisesti (1 m^{-1}) pienempi arvo. Keskiarvoa laskettaessa on Suomessa katsottu $0,5 \text{ m}^{-1}$:n poikkeama keskiarvosta huomattavaksi poikkeamaksi, jota ei oteta huomioon keskiarvon laskennassa. Tässä valitut arvot ($0,5$ ja 1) ovat linjassa keskenään, mutta mittaustulosten hajonta huomioon ottaen tämä ei välttämättä ole sikäli riittävää, että samastakin autosta mitatut arvot voivat eri mittalaitteilla poiketa toisistaan huomattavasti. Ajoneuvohallintokeskuksen teettämissä tutkimuksissa on samasta ajoneuvosta mitattujen arvojen vaihteluväliksi eri mittauspaikkojen kesken havaittu jopa $2,2 - 3,3 \text{ [m}^{-1}\text{]}$.

2.5 Käytössä olevat laitteet

Liitteenä 6 oleva dieselmoottorin hyväksyntää savutuksen osalta koskevan neuvoston direktiivin 72/306/ETY liite VII asettaa vaatimukset hyväksyntätestissä käytettävälle savutusmittarille. Olennaisimmat vaatimukset ovat

- mittauskammion seinät ovat heijastamattomat ja savu jakautuu tasaisesti
- valolähteenä on hehkulamppu, jonka värielämpötila 2 800 – 3 250 K
- vastaanottimena toimii valokenno, joka vastaa ihmissilmän valoherkyyttä ja jonka ulostulovirta on mahdollisimman lineaarinen koko toiminta-alueella
- alueella $1,6 < k < 1,8 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ poikkeama todellisesta arvosta saa olla enintään $0,05 \text{ m}^{-1}$.
- sähköinen vasteaika on 0,9 – 1,1 s; aika joka kuluu 90 %:n näyttämään täydestä arvosta, kun valon kulku estetään
- fyysinen vasteaika, joka kuluu kaasun virtauksen alkuhetkestä kunnes kammio on täynnä, on enintään 0,4 s
- mittakammiossa olevan kaasun paine-ero ulkoilmaan nähden saa olla enintään 75 mmH₂O ja laite on varustettava paineenmittauslaitteella
- mitattavan kaasun lämpötilan tulee olla vähintään 70°C ja enintään valmistajan ilmoittama
- paineenvaihtelut saavat aiheuttaa enintään $0,05 \text{ m}^{-1}$ ja lämpötilanvaihtelut enintään $0,1 \text{ m}^{-1}$ muutoksen absorptiokertoimeen sen ollessa noin $1,7 \text{ m}^{-1}$.
- mittalaite voidaan nollata, kun mittauskammiossa on puhdasta ilmaa
- näytössä on oltava kaksi asteikkoaluetta: valon absoluuttista absorptiota [m^{-1}] varten ja lineaarista absorptiota varten alueella 0 – 100, jossa 0 vastaa esteetöntä ja 100 täysin estettyä valon kulkua.

Edelleen mainitussa direktiivissä annetaan kaava valon absorptiokertoimen k laskemiseksi

$$\Phi = \Phi_0 e^{-kL}, \quad (\text{Kaava2})$$

jossa ϕ on hetkellinen valovuo, ϕ_0 ominaisvalovuo ja L [m⁻¹] valon kaasussa kul-
kema tehollinen matka. Lineaarisen 0-100 asteikon ja absorptiokertoimen väli-
nen suhde saadaan kaavalla

$$k = -\frac{1}{L} \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right), \quad (\text{Kaava3})$$

jossa N on lineaarisen asteikon lukema. Koska näin lasketut valon absorp-
tiokertoimen arvot ovat hetkellisiä, viitataan niihin jatkossa merkinnällä k , ero-
tukseksi yksittäisen vapaan kiihdytyksen tuloksena saadusta absorptiokerto-
imen arvosta.

Katsastusdirektiivin ainoa vaatimus mittalaitteelle on, että se on suunniteltu
tarkasti mittaamaan onko asetut raja-arvot saavutettu. Suomen kansallisessa
lainsäädännössä ei ole annettu tästä poikkeavaa tai tarkempaa vaatimusta vaan
yksinkertaisesti viitataan direktiiviin.

Toisaalta katsastuksessa sallittu konsentraation taso saa katsastusdirektiivin
nojalla olla enintään savutusdirektiivin mukaisessa kiihdytystestissä saatu taso,
mikäli jäsenvaltion toimivaltaiset viranomaiset eivät ole päättäneet olla käyt-
tämättä sitä viitearvona. Mainittu savutusdirektiivin mukaan tehty kiihdytystes-
tiin tehdään juuri siksi, että saataisiin vertailuluku käytönaikaisten pakoka-
supäästöjen valvomiseksi, joten olisi turvallista katsoa katsastuksessa käytettä-
vältä savutusmittarilta edellytettävän mittaustuloksen tarkkuuteen vaikuttavien
ominaisuuksien suhteen samat vaatimukset kuin hyväksyntätestissä.

Valolähteenä on savutusdirektiivin 72/306/ETY mukaisessa hyväksyntätestissä
oltava hehkulamppu, kun taas dieselmoottoridirektiivi 1999/96/EY sallii vihreää
valoa lähettävän loistediodin, jonka spektrihiippu on välillä 550 – 570 nm. Kat-
sastuksissa käytettävissä mittareissa käytetään usein LED:iä valolähteenä. Savu-
tusdirektiivin mukaisessa hyväksyntätestissä käytettävän mittarin mittauskam-
mion ja pakokaasun siirtoputken lämpötilat on kondensaation estämiseksi mää-
ritelty tarkemmin kuin dieselmoottoridirektiivissä, mutta muuten vaatimukset
eivät sanottavasti eroa toisistaan.

Kun niin yhteisön kuin kansallinenkaan lainsäädäntö ei anna kovin yksityiskohtai-
sia vaatimuksia mittalaitteiden ominaisuuksien eikä kalibroinnin taikka
huollonkaan osalta, jää tarpeellinen ohjeistus näiden osalta samoin kuin mitta-

laitteen suunnittelu ja valmistus laitteen valmistajan vastuulle ja täydelliseen vapauteen. Liitteeseen 2 on koottu Suomessa kaupan oleva laitevalikoima sekä laitteiden valmistajien edustajat.

2.6 Kehitys ja tilanne EU:n alueella

Määräaikauskatsastuksissa tehtävä pakokaasupäästöjen tarkastus perustuu katsastusdirektiiviin ja koskee täten kaikkia jäsenvaltioita. Myös käytettävissä oleva mittalaittevalikoima on pitkälti sama. Direktiivi jättää kuitenkin jäsenvaltioille vapauksia mm. todistuksesta ilmenevien tietojen, mittausten lukumäärän ja raja-arvojen suhteen. Tästä johtuen mittalaitteiden tulostukseen ja tuloksen arvosteluun käytettävät ohjelmat ovat eri jäsenvaltioissa erilaisia, mutta varsinainen valonläpäisykyky mitataan aina samoin.

Mittalaitteiden näyttämät poikkeavat toisistaan ja esimerkiksi Saksassa ja Itävallassa pakokaasupäästöjen tarkastukseen käytettävän mittalaitemallin tulee olla tarkoitukseen hyväksytty. Hyväksyntää varten tutkitaan mittarin ominaisuudet savutusdirektiiviin perustuen ja tehdään koesarja kymmenellä henkilö- ja viidellä tavara-automallilla. Testattavaa mittaria verrataan referenssimittariksi valitun mittarin näyttämään ja jos poikkeamat ovat riittävän vähäiset, hyväksyntä myönnetään. Referenssilaitteina käytetään AVL 437 ja Electra Control DST 200 DX -merkkisiä savutusmittareita /10/.

Savutusmittareiden ominaisuuksien eroja on tutkittu paljon Itävallassa Technische Universität Wien:ssä, missä tehdään myös hyväksyntätestejä katsastuskäyttöä varten /11/. Erästä TU Wienin savutusmittareita vertailevaa tutkimusta on referoitu kappaleessa 3.4.

2.7 Mittaajat ja niiden valvonta sekä ongelmakohdat

Pakokaasupäästöjen tarkastuksen suorittajasta säädetään katsastusasetuksen 46 b §:ssä. Tämän mukaan autokorjaamo tai muu paikka (tarkastuspaikka), jolla on käytettävissään riittävä tarkastuslaitteisto ja asiantunteva henkilöstö, saa suorittaa pakokaasupäästöjen tarkastuksen edellyttäen, että ennen toiminnan aloittamista tehdään ilmoitus Ajoneuvohallintokeskukselle, joka valvoo tarkastusten suorittamista. Ajoneuvohallintokeskus voi kieltää tarkastuspaikan antamien todistusten hyväksymisen, jos mittauksia ei suoriteta asianmukaisesti

taikka mittalaitteiden huolto tai mittatarkkuuden tarkastus on laiminlyöty. Päästötarkastuksesta on annettava tarkastuksen tuloksen osoittava allekirjoitettu ja nimen selvennyksellä varustettu todistus esitettäväksi katsastuksessa. Todistuksessa on lisäksi oltava vähintään ajoneuvon yksilöintitiedot, tiedot tarkastuspaikasta, mittauksessa käytetyt moottorin käyntinopeudet sekä päiväys ja mittaajan allekirjoitus. Edelleen katsastuksessa voidaan suorittaa pakokaasupäästöjen tarkastus muun tarkastuspaikan tekemän tarkastuksen oikeellisuuden toteamiseksi, jolloin katsastuksessa tehty tarkastus on ratkaiseva.

Ajoneuvohallintokeskus ei tee säännöllisiä tarkastuskäyntejä korjaamoille, vaan niitä valvotaan tutkimusluonteisesti tehtävillä satunnaisilla tarkastuksilla. Käytännössä katsastustoimipaikat valvovat korjaamojen tekemiä mittauksia uusintamittauksin ja korjaamoiden todistuksia tutkimalla. Aikaisemmin Suomen Autokatsastus Oy tarkasti itse kaikkien katsastukseen esitettyjen autojen pakokaasupäästöt riippumatta siitä, onko mittauksesta esittää todistusta, mutta tästä menettelystä on luovuttu. Päätöksen dieselkorjaamon tekemän mittauksen hyväksymisestä tekee katsastustoimipaikka. Ilmoitusmenettely on varsin kevyt, sillä tarkastuspaikan on ainoastaan täytettävä Ajoneuvohallintokeskukseen lähetettävä liitteessä 7 oleva ilmoituslomake, jossa on tiedot ilmoituksen tekijästä ja käytettävästä mittalaitteesta sekä sen ohjelmoinnista ja huollosta.

Ajoneuvohallintokeskus tekee säännöllisiä valvontakäyntejä katsastustoimipaikoille, joiden yhteydessä tarkastetaan myös mittalaitteiden huoltoon ja kalibrointiin liittyvät kohdat. Käytännössä todetaan, onko valmistajan antamia ohjeita huollon ja kalibroinnin määrärajoista noudatettu. Valvontakäyntejä tehdään vuosittain n. 200 katsastustoimipaikalle, mikä vastaa n. 95 %:a katsastustoimipaikoista. Katsastustoiminta on luvanvaraista, joten katsastustoimipaikan on oltava hyväksytty aloitustarkastuksessa ja sillä on oltava toimilupa ennen katsastusten ja siten myös pakokaasupäästöjen mittausten aloittamista. Koska katsastuksen laatua valvotaan tarkasti, voidaan katsastustoimipaikkojen tekemiä mittauksia pitää ehdottomasti asianmukaisesti huolletuilla laitteilla tehtyinä ja ylipäättään luotettavampina kuin muiden tarkastuspaikkojen tekemiä mittauksia.

Katsastustoimipaikalla on oltava laatujärjestelmä ja laatukäsikirja, mutta muilta tarkastuspaikoilta tällaista ei edellytetä. Mittalaitteiden huolto- ja kalibrointi-

vaatimukset otetaan huomioon laatukäsikirjoissa, mutta katsastustoimipaikoil-
takaan ei edellytetä erityistä pakokaasupäästöjen tarkastusta koskevaa menet-
telytapaohjetta. Asianmukaisten toimintanormien ja -vaatimusten puuttuessa
ei liene yllättävää, että tulokset päästömittauksissa ovat melko epätasaisia.