

CO₂-päästölukema on nykyään henkilöauton tärkein tekninen tieto. Tuo polttoaineenkulutukseen suoraan verrannollinen luku on autoveron ja vuosittaisen ajoneuvoveron perusteena. Harva kuitenkaan tietää, miten CO₂-lukema määräytyy, saati miten totuudenmukainen se on. Päätimme, että on korkea aika perehtyä asiaan. Mittaukset paljastivat huolestuttavia asioita. Huijataanko meitä?

HANNU AHONEN
VELIMATTI HONKANEN
TAPIO KOISAARI

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT,
laboratoriomittaukset

JYRI AJOMAA, LEXI LEHTONEN,
MARKO RANTANEN ja PEKKA RANTANEN,
testiryhmä

VESA PYNNÖNIEMI, grafiikat
JARI KUJALA, kuvat

Muunnettua totu

Moni autoilija on havainnut, että autolle ilmoitettuja virallisia kulutuslukumia on vaikea saavuttaa todellisessa ajossa. Helposti herää epäily, että autonvalmistajat ilmoittavat kulutuslukumat ylioptimisesti, sillä pieni kulutus ja CO₂-päästö tuovat selvää kilpailuetua. Huijaamisen ei kuitenkaan pitäisi olla mahdollista, sillä arvot on määritettävä tarkasti normitetulla ja vertailukelpoisella mittauksella.

Standardoitu menetelmä on kuitenkin aina kompromissi, jossa on

tiettyjä porsaanreikiä, ja autonvalmistajat käyttävät niitä hyväkseen vaihtelevalla innolla ja taidolla.

Aluksi on kuitenkin syytä palauttaa mieleen, mistä pohjimmiltaan on kysymys.

Mitä on CO₂?

Hiilidioksidi eli molekyylikaavaltaan CO₂ on yhdestä hiili- ja kahdesta happimolekyylistä koostuva yhdiste, joka normaaleissa ilmastolämpötiloissa on kaasumaisessa olomuodossa. Se on hajutonta ja väritöntä, pieninä pitoisuuksina myös myrkytöntä.

Ilmaan vapautuu hiilidioksidia ihmisen uloshengityksessä soluhengityksen tuloksena. Vastaavasti kasvit sitovat sitä ilmakehästä yhteyttämiseen eli orgaanisten yhdisteiden muodostamiseen. Hiilipitoisten aineiden palaessa syntyy palamistuotteena ihannetilanteessa ainoastaan hiilidioksidia ja vesihöyryä. Jos kyseessä ovat uusiutuvat energialähteet kuten puu tai kasvipohjainen biopolttoaine, hiilidioksidi pysyy luonnon kiertokulussa eikä lisäännä. Fossiilisia polttoaineita käyttäessämme hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä kuitenkin kasvaa.

Se puolestaan voimistaa elämälle siinänsä välttämätöntä, ilmakehän aikaansaamaa kasvihuoneilmiötä, joka rajoittaa auringon säteilyn heijastumista takaisin avaruuteen.

Hiilidioksidi on tärkein ihmisen toiminnan synnyttämistä kasvihuonekaasuista. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus ennen teollistumisen aikaa 1700-luvulla oli 280 ppm (tilavuuden miljoonasosaa). Nyt pitoisuus on noin 400 ppm, minkä ylittämistä pidetään jo kriittisenä rajana, jotta ilmaston keskilämpötila ei nousisi yli kahta celsiusastetta.

Ilmastomuutoksen ennustami-

BENSIINIAUTOT:

- Audi A5 Coupé 1,8 TFS
- BMW 116i
- Citroen C1 1,0i
- Dacia Sandero 1,6 Hi-Flex
- Toyota Verso-S

DIESELAUTOT:

- Fiat Punto 1,3 M-Jet
- Ford Mondeo 1,6 TDCi
ECONetic
- Opel Insignia Sports Tourer
2,0 CDTI EcoFlex
- Skoda Octavia HB 1,6 TDI
GreenLine
- Volvo V70 1,6D DRIVE

utta

nen on parhaimmillaankin epävarmaa, mutta on itsestään selvää, että fossiilisia polttoaineita on syytä käyttää säästeliäästi.

Ilmastonmuutoksen torjunnassa on päästy vaiheeseen, jossa CO₂-päästö pomppaa myös henkilöauton ostajan ja käyttäjän silmille jatkuvasti.

Syntipukkina auto

EU:n alueella tieliikenne tuottaa CO₂-päästöistä noin viidenneksen. Käytännössä koko maailman tieliikenne liikkuu fossiilisten polttoaineiden voimalla, joten poltto-

aineen kulutuksen vähentäminen on välttämätöntä. Keinoja on paljon: liikenteen vähentäminen ja sujuvoittaminen, ajoneuvo- ja moottoritekniikan kehittäminen, biopolttoaineet, sähköautot, laisäädännön vaatimukset sekä ihmisten käyttäytymisen ohjaaminen verotuksen tai kannustinten avulla.

Henkilöautojen päästöjä on säädelty jo 1970-luvulta alkaen. Polttomoottorin tuottamien haitallisten päästöjen kuten hiilimonoksiidin, hiilivetyjen, typen oksidien ja pienhiukkasten päästöjä rajoitetaan tyyppihyväksyntäsäädöksillä.

Kun terveydelle vaarallisimmat päästöt saatiin katalyysaattoritekniikan avulla hallintaan, suurin huomio kohdistui hiilidioksidiin. Sen synty on suoraan riippuvainen polttoaineen kulutuksesta, eikä sitä voida vähentää lisälaitteilla.

Hiilidioksidille ei ole EU:ssa yksittäistä autoa koskevia raja-arvoja, vaan valmistajakohtainen velvoite, joka edellyttää tietyn keskimääräisen päästötason alitusta.

CO₂ veroperusteena

CO₂-päästö on tyyppihyväksynnän yhteydessä määritettävä pakollinen arvo, ja direktiivin mukaan kulutus- ja päästötiedot on ilmoitettava autoja markkinoitaessa. Monet maat ovat ryhtyneet käyttämään CO₂-päästölukemaa autoilusta perittävien verojen ja maksujen perusteena. Suomi on tästä hyvä esimerkki.

Autoverotuksemme muuttui vuonna 2008 CO₂-pohjaiseksi. Se on edelleen maailmankin mittakaavassa edistysellinen, koska vero kasvaa portaattomasti CO₂-päästön mukaan. Viime huhtikuussa veroasteikkoa säädettiin tarkoituksena kannustaa entistäkin vähäpäästöisempien autojen hankintaan.

Vero-ohjaus on ainakin osittain onnistunut, sillä uusien autojen keskimääräinen CO₂-päästö oli viime vuonna 145 g/km, kun se vuonna 2007 oli 177 g/km.

Maaliskuussa 2011 myös vuosittain perittävä ajoneuvovero muutettiin CO₂-perusteiseksi vuonna 2001 käyttöön otetuille tai uudemmille henkilöautoille.

Vaikka kuluttajat keskimäärin ovatkin kiinnostuneita planeettamme hyvinvoinnista, ostopäätöksiin vaikuttaminen tapahtuu tehokkaammin lompakon kuin maailmantuskan kautta. Viimeistään autoveromuutoksen myötä CO₂-päästö on noussut suomalaisen autonostajan tietoisuuteen. Pienestä kulutuksesta ja CO₂-päästöstä on tullut muutamassa vuodessa paljon tärkeämpi tieto kuin moottorin iskutilavuudesta, tehosta tai kiihtyvyydestä.

Myös monissa yrityksissä työsuhteautojen valintaperusteena on CO₂-päästölukema.

Normin ehdoilla

Koska CO₂-päästölukema on yhä suuremmassa yhteydessä auton hintaan ja käyttökustannuksiin, markkinointiviestintään ja kuluttajien ostopäätöksiin, autonvalmistajat käyttävät paljon rahaa CO₂-lukeman pienentämiseen ja siitä tiedottamiseen.

Luonnollisesti tuotekehitysosastot on valjastettu viilaamaan autot mahdollisimman taloudelliseksi – toki budjetin ja tuotantotekniikan asettamissa rajoissa. Uusimmat autotmallit ovat edeltäjiään kevyempiä, moottoreiden hyötysuhteet paranevat, kitkat pienenevät ja hybriditekniikka yleistyy.

Autonvalmistajalle on olennaista perehtyä menetelmään, jolla virallinen CO₂-päästö määritetään. EU-direktiivin mukainen laboratoriomittaus pyrkii simuloimaan normaalia auton käyttöä, mutta mahdollisimman pienen CO₂-päästöarvon saavuttamiseksi valmistajan on optimoitava auto suoriutumaan mahdollisimman hyvin normikokeesta. Sen seurauksena auto ei välttämättä ole parhaimmillaan normin ulkopuolisissa olosuhteissa kuten kovassa pakkasessa tai yli 120 km/h nopeuksissa.

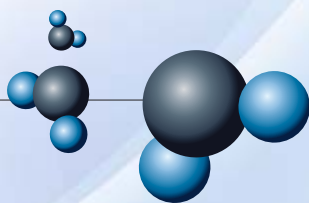
Olisi melko uskaliaista epäillä, että mikään vakavasti otettava autonvalmistaja uskaltaisi suorastaan huijata CO₂-lukemien suhteen. Teknisesti se olisi kyllä mahdollista esimerkiksi siten, että moottorinohjausjärjestelmä tunnistaisi tilanteen, jossa auto on alustadynamometrillä päästömittauksessa. Tapauksia tiedetään vuosien takaa USA:sta.

Joka tapauksessa toiset valmistajat hyödyntävät direktiivin raameja taitavammin kuin toiset. Ilmeisin mahdollisuus tuloksiin vaikuttamiseksi löytyy alustadynamometrillä asetettavista vastusarvoista, joilla simuloidaan ajovastuksia. Normi sallii, että päästöt mittaava sertifioitu laboratorio voi pyytää nämä kertoimet autonvalmistajalta. Näitä arvoja ei käytännössä todenne- ta mitenkään.

Mikä on totuus?

Mielestämme sekä kuluttajien että päättäjien on syytä tietää, mikä on totuus kulutus- ja CO₂-arvoista puhuttaessa. Siksi otimme testiin viisi bensiini- ja viisi dieselkäyttöistä autoa, joille mittasimme todelliset ajovastusarvot ja ajoimme niillä täsmälleen normin mukaisen päästömittauksen VTT:n laboratoriossa. Jos autonvalmistaja on määrittänyt vastusarvot totuudenmukaisesti, pitäisi oman mittauksemme lopputuloksena olla edes kymmenen prosentin tarkkuudella samat lukemat kuin tyypikatsastustodistuksessa.

Seuraavilla sivuilla sukellamme syvemmälle CO₂-n, polttoaineenkulutuksen ja normimittausten maailmaan.



Mihin energia kuluu?

Auton pakoputkesta tupruavan hiilidioksidin määrä riippuu lähes suoraan poltetun polttoaineen määrästä. Tämän vuoksi hiilidioksidipäästöjen alentaminen tarkoittaa myös auton energiankulutuksen pienentämistä.

Suurin osa polttoaineeseen sioutuneesta kemiallisesta energiasta hukataan polttomoottorissa. Esimerkiksi Talvivertailussamme mitatut hyötysuhteet kertovat, että maantieajossa auton liikuttaminen vie vain noin 20 prosenttia polttoaineen energiasta, ja osuus vielä puolittuu tästä kaupunkiajossa.

Pelkistä ajoympäristöstä (maantie/kaupunki) johtuva muutos energiahukassa tulee siitä, että polttomoottorin hyötysuhde, eli sen kyky hyödyntää polttoaine, riippuu voimakkaasti moottorin kuormituksesta. Karkeasti yleistäen hyötysuhde on sitä parempi, mitä kuormitetumpi moottori on.

Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa keskivertohenkilöautolla ajetaan 40 ja 80 km/h tasanopeutta moottorin pyörintänopeuden ollessa 1 800 r/min. Kaupunkinopeudella auton liikuttaminen kuluttaa tehoa reilut pari kilowattia. Tuplanopeudella tehoa kuluu liki nelinkertainen määrä, yli seitsemän kilowattia. Vierinvastuksen voittamiseen tarvittava teho kasvaa miltei suoraanviivaisesti nopeuteen nähden, mutta nopeuden kaksinkertaistuessa ilmanvastuksen voittamiseksi tarvitaan kahdeksankertainen teho.

Moottorin täydellä kuormalla teho voi olla 1 800 r/min pyörintänopeudella esimerkiksi 30 kilowattia, jolloin moottorin kuormitusasteeksi tulee 40 km/h nopeudella vain seitsemän prosenttia ja maantienopeudellakin vain 24

prosenttia. Kuormitusta lisää apulaitteiden tarvitsema teho.

Maantienopeudella moottorin kuormitus on jo sen verran suuri, että moottorin hyötysuhde ei vaihtele pienen nopeudenmuutoksen takia kuin joitain prosentteja. Kaupungissa tilanne on toinen, sillä melko pienikin kuormituksen alentaminen saattaa pudottaa moottorin hyötysuhtetta suhteellisesti muutaman kymmenen prosenttia.

Moottorin kuormituksen hallinta on merkittävin niistä polttoaineenkulutusta alentavista keinoista, jotka ovat kohtuuvaikeasti toteutettavissa. Tähän ideaan pohjautuvat muun muassa hybridiautot. Edellä kuvatussa johtuen niiden suurimmat mahdollisuudet ovat kaupunkiajossa. Talvivertailumme mittauksissa olemme todenneet, että täysybridillä on saavutettu jopa kaksinkertainen hyötysuhde perinteisiin polttomoottoriautoihin nähden.

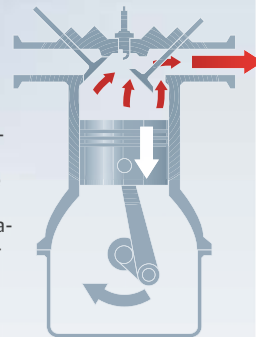
Suomen teiden ajonopeuksilla moottori toimii käytännössä aina osakuormalla tasanopeutta ajettaessa, ja varalla oleva tehoreservi on kiihdytystä varten. Kun kaasupoljin painetaan pohjaan, moottori kuormittuu täysin, ja auto alkaa kiihtyä tehoreservin voimin.

Se osuus polttoaineen energiasta, joka saadaan muutettua auton liikeenergiaksi, hukkuu ajovastusten voittamiseen. Vastukset jakautuvat siten, että ilmanvastuksen osuus on kaupungissa neljännes, mutta 80 km/h nopeudessa jo yli puolet. Lisähukkaa tulee niin sanotuista inertiahäviöistä eli häviöistä, jotka johtuvat auton hidastamisesta jarruilla. Tällöin auton liikeenergia hukataan pyöräjarruissa lämmöksi.

Kun katsotaan jakaumaa, joka osoittaa polttoaineen energian kulumisen, on helppo ymmärtää, miksi auton voimalaitteeseen panostetaan. Toisaalta markkinoinnissa usein esiin nostetut ilmanohjauslistat tai tukitummat etumaskit ovat vaikutukseltaan hyvin marginaalisia.

PAKOHÄVIÖT

■ Polttomoottorissa palokaasut työntävät työtahdin aikana mäntää alaspäin, ja samanaikaisesti kaasujen lämpötila ja paine laskevat. Jotta kaasut saataisiin pois sylinteristä uuden täytöksen tieltä, pakovoventtiili joudutaan avaamaan jo siinä vaiheessa, kun palokaasuissa olisi vielä hyödynnettävää painetta ja lämpöä. Tämä energia hukataan, ja sen osuus on polttoaineen kokonaisenergiasta bensiinimootoreissa reilu kolmannes ja dieselissä jonkin verran alle kolmannes. Useasti mainostetut Atkinson- ja Miller-palamisprosessit pyrkivät vähentämään näitä häviöitä.



APULAITTEIDEN TEHONKULUTUS

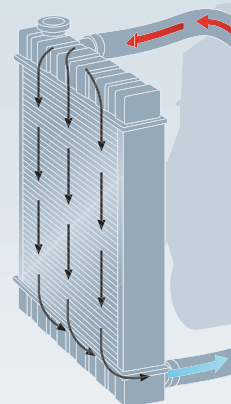
■ Koska ajovastusten voittamiseen tarvittava teho on vielä maantienopeuksillakin melko maltillinen, apulaitteiden tehonkulutus nousee ajoittain jopa suhteellisesti merkittäväksi. Ilmastointi, ohjaus- ja sähkölaitteet haukkaavat pahimmillaan usean kilowatin tehon, jolloin mukavan matkustusympäristön luominen voi viedä jopa enemmän energiaa kuin itse liikkuminen. Polttoainekäytöksen lisälämmittimen energiankulutuksen voi todeta vielä konkreettisemmin, ja Talvivertailumme mittauksissa sen on todettu lisäävän kylmän moottorin kulutusta kahdesta kolmeen litraan sadalla.

Keskimääräisiä tehonkulutuksia:

Ilmastointi, vakiotilavuuksinen kompressori	1100 W
Ilmastointi, muuttuvatilavuuksinen kompressori	400 W
Ohjaustehostin (hydraulinen)	400 W
Ohjaustehostin (sähköinen)	50 W
Valot (halogen-ajovalot, hehkulankaetu- ja takavalot)	130 W
Valot (huomiovalot, takavalot eivät pala)	14 W

LÄMPÖHÄVIÖT

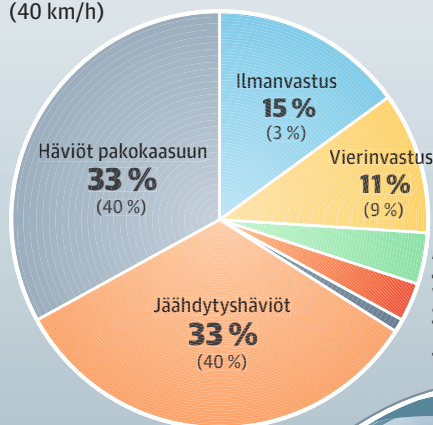
■ Moottorin mekaanisen kestävyysnäkökulmasta eli lähinnä kiinnileikkautumisen estämiseksi moottoria täytyy jäähdyttää. Moottorin sisäisestä kitkasta aiheutuva lämpö pitää johtaa pois moottorista, mutta samalla jäähdytyksellä lämpöä karkaa myös sylinterin sisällä olevista palokaasuista. Jäähdytysjärjestelmän lisäksi moottorista karkaa lämpöä muun muassa säteilemällä ja ilmavirran kuljettamana. Kaikkiaan jäähdytysvähiöt ovat noin kolmannes polttoaineen sisältämästä energiasta.



ENERGIANKULUTUKSEN JAKAUTUMINEN

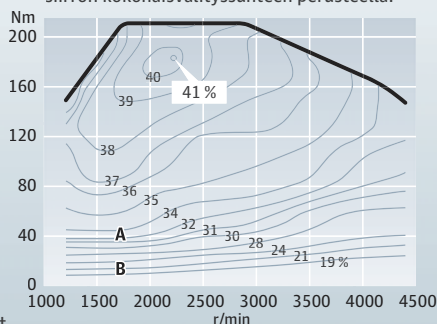
■ Piirakkakuviossa on esitetty tavallisen käsivaihteisen henkilöauton **energiankulutuksen jakautuminen** 80 km/h tasanopeudella. Suluissa ovat vastaavat arvot 40 km/h nopeudella. Kummissakaan luvussa ei ole huomioitu jarrutushäviöitä, jotka ovat merkittäviä erityisesti kaupunkiajossa. Pako- ja jäähdytyshäviöt ovat karkeita arvioita, jotka perustuvat kirjallisuuslähteisiin.

80 km/h
(40 km/h)



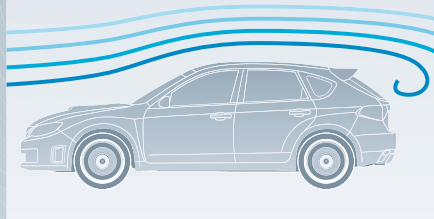
Apulaitteet
4 % (6 %)
Voimansiirron häviöt
3 % (1 %)
Epätavallinen palaminen
1 % (1 %)

■ Alla olevasta ominaiskulutuskäyrästä näkyy **mootorin hyötysuhde** esimerkkitalanteissamme (piste A 80 km/h, piste B 40 km/h). Mootorin kuormitusaste on valittu ajonopeudesta ja apulaitteiden käytöstä määräytyvän tehonkulutuksen ja voimansiirron kokonaisvälityssuhteen perusteella.



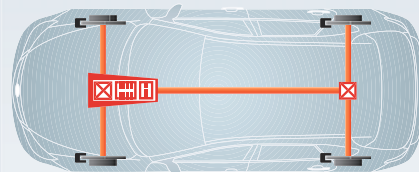
ILMANVASTUS

■ Ilmanvirtaus ajoneuvon ympäri hidastaa liikettä kahdesta syystä. Ensinnäkin auton ulkopinnan ja ilman välillä on kitkaa, josta aiheutuu liikettä vastustava voima. Toiseksi ilman virtaus ei pysty seuraamaan koko korin mitalta auton muotoja, vaan tyypillisesti virtaus irtoaa pinnasta auton takaosassa. Irtoava virtaus on pyörteistä, ja sen alueella vallitsee pienempi (staattinen) ilmanpaine. Auton etu- ja takapoikkipinnan välillä aiheutuvasta paine-erosta aiheutuu myös painevoima, joka hidastaa autoa.



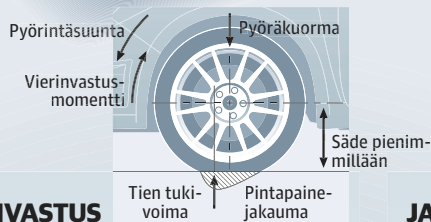
VOIMANSIIRRON HÄVIÖT

■ Ajoneuvon voimansiirto hukkaa osan moottorilta tulevasta akselitehosta. Vanhan peukalo-säännön mukaan jokainen hammaspyöräparin kosketus tarkoittaa prosentin tehon pudotusta, ja myös laakereilla on omat häviönsä, joskin selvästi pienemmät. Monesti myös vetävien pyörien renkaiden luisto lasketaan mukaan voimansiirron häviöihin, ja tällöinkin puhutaan noin prosentin häviöstä, kun ajetaan tasanopeutta. Kaikkiaan voimansiirto hukkaa noin 10 prosenttia moottorin akselitehosta.



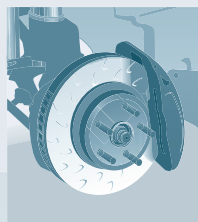
VIERINVASTUS

■ Kumimateriaalin sisäisen kitkan takia pyörivään renkaaseen vaikuttaa pyörimistä hidastava momentti. Tämä johtuu siitä, että tiestä renkaaseen kohdistuva tukivoima ei vaikuta akseliliinjalla, vaan hiukan sen etupuolessa. Pyöriessään rengas puristuu ja palautuu jaksottaisesti, koska renkaan säde on tiekosketuksessa pienempi kuin vapaana. Tiekosketuksen etureunalla säde pienenee (eli rengas puristuu) yhä enemmän tiekosketuksen keskistä kohden, minkä jälkeen puristus alkaa vapautua. Puristuksen vapautuessa ei kuitenkaan saada takaisin koko kimmoenergiaa, joka renkaaseen on varastoitu, koska renkaan sisäinen kitka syö osansa. Tämän takia renkaan pintapainejakauma on epäsymmetrinen, ja pintapaineesta summautuva tukivoima vaikuttaa akseliliinjan etupuolessa.



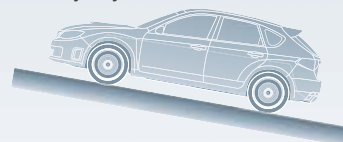
JARRUTUSHÄVIÖT

■ Tasaisella nopeudella ajettaessa auton suoraviivaisen liikkeen ja pyörivien osien liike-energia muuntuu ajovastusten takia lämmöksi. Tämän lisäksi esimerkiksi kaupunkiajossa liike-energiaa joudutaan tahallisesti hukkaamaan jarruilla lämmöksi, kun nopeutta alennetaan. Hetkellinen jarrutusteho on suuresta nopeudesta jarrutettaessa huomattava, esimerkiksi tavallisen henkilöauton jarrutus pidon rajoilla 100 km/h nopeudessa tarkoittaa noin 400 kW:n jarrutustehoa. Suuren hetkellisen tehon takia nykyautojen liike-energian talteenotto ei toimi täysimääräisesti, koska energiaa ei pystytä ottamaan läheskään näin suurella teholla talteen. Liike-energiaa hukkuu hidastuksessa nopeuden neliöön verrannollisesti. Kun nopeus puolittuu, liike-energia tippuu neljänneksen. Kaupunkiajossa noin 50 kiidätystä paikaltaan 50 km/h nopeuteen kuluttaa litran polttoainetta.



MÄKIVASTUS

■ Auton kulkiessa ylämäkeen etenemistä vastustaa niin sanottu mäkiavastus. Tämä vastus johtuu siitä, että auton liikkeessä energiaa sitoutuu paitsi massan liikkeeseen myös massan potentiaalienergiaksi. Auton hilaaminen painovoimakenttää vastaan ylöspäin vaatii työtä, joka saadaan takaisin alamäessä. Tarkasti ottaen ylä- ja alamäen vaikutukset eivät mene tasan, sillä eroa tulee jälleen moottorin kuormituksesta. Ylämäkeen ajettaessa kuormitus pääsääntöisesti parantaa moottorin hyötysuhdetta, ja alamäessä heikentää. Nettovaikutus riippuu hyötysuhteiden muutosten keskinäisestä voimasuhteesta, ja vastaavia yksityiskohtia on toki muitakin.



Miten päästöt mitataan?

EU:n alueella myytävien autojen pakokaasupäästöjen mittaus perustuu joukkoon erilaisia direktiivejä ja säännöksiä. Niissä käytetty virkamieskieli ei helposti avaudu tavalliselle kuluttajalle, mutta menetelmä on periaatteessa yksinkertainen.

Kaikki autojen päästömittaukseen liittyvät direktiivit löytyvät internetistä, ja niiden tunnuksiset ovat oheisessa laatikossa.

Tyyppihyväksymisdirektiivi 70/156/ETY vaatii, että kaikkien EU:ssa tyyppihyväksyttävien uusien automallien polttoaineen kulutus (ja samalla hiilidioksidipäästöt) tulee määrittää osana tyyppihyväksymisprosessia.

Hiilidioksidipäästön osalta vaatimus poikkeaa niin sanottujen säänneltyjen pakokaasupäästöjen eli hiilimonoksidin, palamattomien hiilivetyjen, typen oksidien ja hiukkaspäästöjen mittaamista koskevista vaatimuksista siten, että yksittäisen mallin päästölle ei ole raja-arvoa, joka tulee alittaa. Sen sijaan jokaisella valmistajakonsernilla on sitova velvoite laskea ja raportoida koko vuo-

sittaisen EU:hun myydyin tuotantonsa keskimääräinen päästötaso, jonka tulee alittaa kullekin tavoitevuodelle asetettu arvo.

Tänä vuonna 65 prosenttia kun-kin valmistajan autoista pitää saavuttaa 130 g/km keskimääräinen CO₂-päästö. Vuonna 2015 vaatimus koskee kaikkia valmistettuja autoja. Mikäli autonvalmistaja ei siihen kykene, se joutuu maksamaan korvauksia, joka kasvaa progressiivisesti ylityksen mukaan. Tämä menettely ja tavoitearvot on määritelty komission asetuksessa (EY) 443/2009.

Mittaus suoritetaan laboratorioolosuhteissa ajoneuvodynamometrikokeena, jolloin se on luotettavasti toistettavissa. Dynamometrillä voidaan simuloida auton ajovastuksia eli moottorin kuormitusta eri ajo-tilanteissa. Kokeessa käytetään vakioitua, aukeaman alareunan kaa-vion mukaista ajo-ohjelmaa, jossa määritetään ajonopeus ja käytettävä vaihde. Tähän *New European Driving Cycle* (NEDC) -ajo-ohjelmaan sisältyy kaupunkiajoa kuvaava osa (ECE15) ja maantie- sekä moottoritieajoa simuloiva jakso (EUDC).

Ilmoitettu kaupunkikulutus on ajo-ohjelman ECE15-osuuden tulos ja maantiekulutus EUDC-osuuden tulos. Yhdistetty kulutus on näiden ajo-osuuksien pituuksilla painotettu keskiarvo. Kaupunkikulutuksen painokerroin on siten 36,8 ja maantiekulutuksen 63,2 prosenttia.

Tuloksiin vaikuttavat ympäristöolosuhteet, kuten ilman lämpötila ja kosteus, on ennalta määritelty. Lämpötilalle yleisesti käytetty tavoitearvo on +23 °C ja sallittu vaihteluväli on +20...+30 °C. Vastaavasti ilman kosteuden tulee olla välillä 5,5-12,2 g H₂O/kg kuivaa ilmaa. Jokainen koe alkaa aina kylmällä moottorilla, eli autoa on ennen ajoa pidetty vähintään 12 tuntia koetilan lämpötilassa.

Pakokaasujen keräämisestä, laimentamisesta ja analysoinnista sekä niihin käytettävistä laitteista on säädöksessä tarkka kuvaus. Virallisessa tyyppihyväksymistestissä käytetään erityisiä, tarkoin määritettyjä testipolttoaineita, joiden hiilen ja vedyn suhde (C/H) on tunnettu.

Testissä käytettävien autojen pitää olla sisäänajettuja, mutta toisaalta ne eivät saa olla liikaa ajettuja. Normin mukaan ajomäärän ennen mittauksia tulisi olla yli 3 000 km, mutta ei enempää kuin 15 000 km.

Dynamometrimittauksia varten tarvitaan auton ajovastukset, joiden asettamiseen säädös antaa kolme vaihtoehtoa: käytetään valmistajan määrittämiä ja ilmoittamia vastusarvoja, arvot määritetään rullauskokeella tai käytetään niin sanottuja taulukkoarvoja.

Taulukossa vastusarvot valitaan auton vertailumassan ja sitä vastaavan hitausmassaluokan perusteella. Menetelmä ei siis käytännössä huomioi lainkaan autojen aerodynaamisia eroja, joten sen mukaan vali-



ALUSTADYNAMOMETRILLÄ ajettavan päästö- ja kulutusmittauksen suoritustapa on tarkasti ohjeistettu. Autonvalmistaja voi tehdä mittauksen itse, ja jos tyyppihyväksyntäviranomaisen tekemän varmistusmittauksen tulos ei ylitä tuota tulosta yli neljällä prosentilla, voidaan valmistajan ilmoittamat lukemat hyväksyä virallisina.

tut vastusarvot ovat lähes poikkeuksetta huomattavasti suurempia kuin rullauskokeella saadut arvot.

Näitä taulukkoarvoja on käytetty TM:n talvitestien päästö- ja kulutusmittauksissa, jotka suoritetaan ECE15-kaupunkiajo-ohjelman mukaisesti. Tällöin ilmanvastuksen merkitys jää häviävän pieneksi, koska suurin testissä käytetty nopeus on vain 50 km/h.

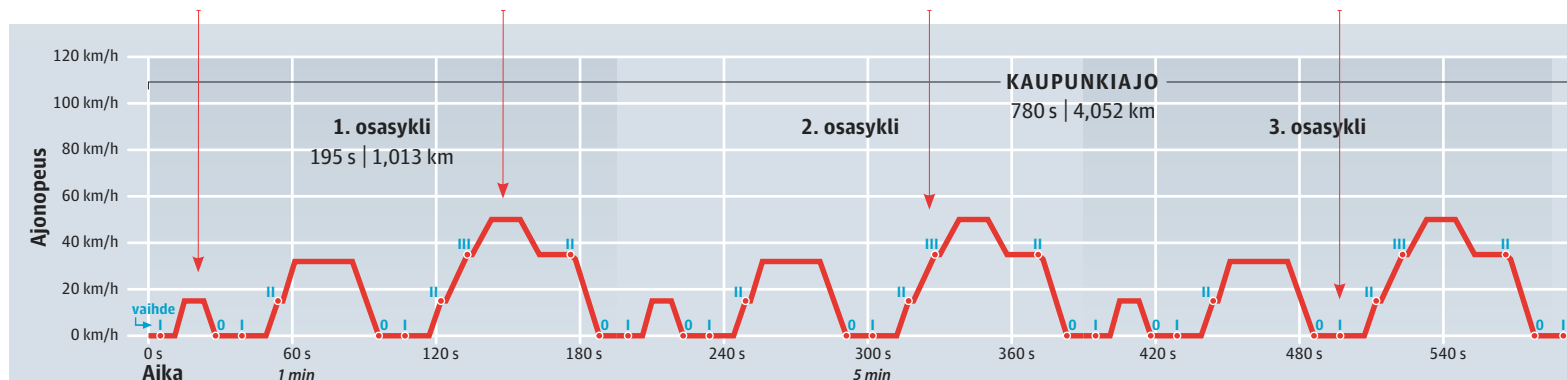
Normimittauksen huonoimmin määritelty kohta ovat siis ajovastukset. Siinä sallitaan valmistajan ilmoitus, jota mittauslaboratorion ei tarvitse mitenkään tarkistaa. Toisaalta

NÄYTTENOTTO alkaa välittömästi moottorin kylmäkäynnistyksestä +23 °C lämpötilassa. Vielä Euro 1 ja Euro 2 -päästötasoissa auton annettiin käydä 40 sekuntia joutokäyntiä käynnistämisen jälkeen.

KAUPUNKIAJON keskinopeus on 18,7 km/h. Siitä ajasta auto on neljä minuuttia paikallaan.

DYNAMOMETRIKOEKKESSA testikuljettaja seuraa monitorissa näkyvää käytävää. Yli 2 km/h poikkeamaa ajonopeudesta ei sallita. Eri toimenpiteiden kuten vaihteiden tai kytkimen käytön ajankohdan suhteen toleranssi on yksi sekunti.

PYSÄHDYSKOHDISSA vaihde on vapaalla puolel ajasta, jonka jälkeen painetaan kytkin pohjaan ja kytketään vaihde. Siten autossa oleva sammuksautomaatiikka on toiminnassa puolet mittaussyklin seisonta-ajasta.



taulukkoihin perustuvat vastukset eivät myöskään ole autokohtaisia, mutta niiden avulla saadut tulokset eivät sentään ole ylioptimistisia. Kaksi kolmesta sallitusta ajovastusten määrittelytavasta ei siis perustu normin mukaisen päästömittauksen tekoon hyväksytyn testilaitoksen mittauksiin.

Normimittauksessa ei suoraan mitata lainkaan polttoaineen kulutusta, vaan auton pakoputkesta tulevat päästöt. Kulutus määritetään laskennallisesti päästöjen ja testipolttoaineen ominaisuuksien perusteella. Laskenta-kaava bensiiniautoille on:

Dieselautoille kaava on muuten sama, mutta ensimmäinen kerroin on 0,1155 eikä 0,1154. Myös neste- ja maakaasukäyttöisille autoille on omat kertoimensa.

Koska testipolttoaineista ei ollut riittävästi tietoja kulutuksen laskennalliseen määrittämiseen, käytettiin meidän testeissämme punnitusmenetelmää.

Hiilidioksidipäästöt voidaan laskea melko tarkasti myös kulutuksen perusteella, kun tiedetään polttoaineen sisältämän hiilen ja vedyn suhde. Tätä laskentatapaa normi ei sisällä, mutta tulos pitää varsin hyvin paikkansa.

$$FC = \frac{0,1154}{D} \times [(0,866 \times HC) + (0,429 \times CO) + (0,273 \times CO_2)]$$

FC = polttoaineen kulutus l/100 km
HC = mitattu hiilivetypäästö g/km
CO = mitattu hiilimonoksidipäästö g/km
CO₂ = mitattu hiilidioksidipäästö g/km
D = testipolttoaineen tiheys

Säädökset

■ **TYYPPIHYVÄKSYMISDIREKTIIVISSÄ** määrätään, että polttoaineen kulutus mitataan direktiivin 80/1268/ETY määrittämän menettelyn mukaan, johon tällä hetkellä on tehty päivitykset muutospäätöksillä 89/491/ETY, 93/116/ETY, 1999/100/ETY sekä 2004/3/ETY. Tarkempi kuvaus dynamometrikokeesta sisältyi alun perin säännelyjä pakokaasupäästöjä koskevaan direktiiviin 70/220/ETY, koska käytännössä sekä hiilidioksidipäästöjen että säännelyjen päästöjen mittaaminen tehdään aina samanaikaisesti.

Sitten kyseinen direktiivi kumottiin asetusparilla (EY) 715/2007 ja (EY) 692/2008. Jälkimmäisen mukaan mittaamisen osalta viitataan nykyään Yhdistyneiden kansakuntien (YK) Euroopan talouskomission (UNECE) säädöksiin, eli tarkemmin sanottuna UNECE-R83-sääntöön, jonka viimeisimmän version tunnus on R83/4, ja mittaamista koskee sen lisäys 4a.

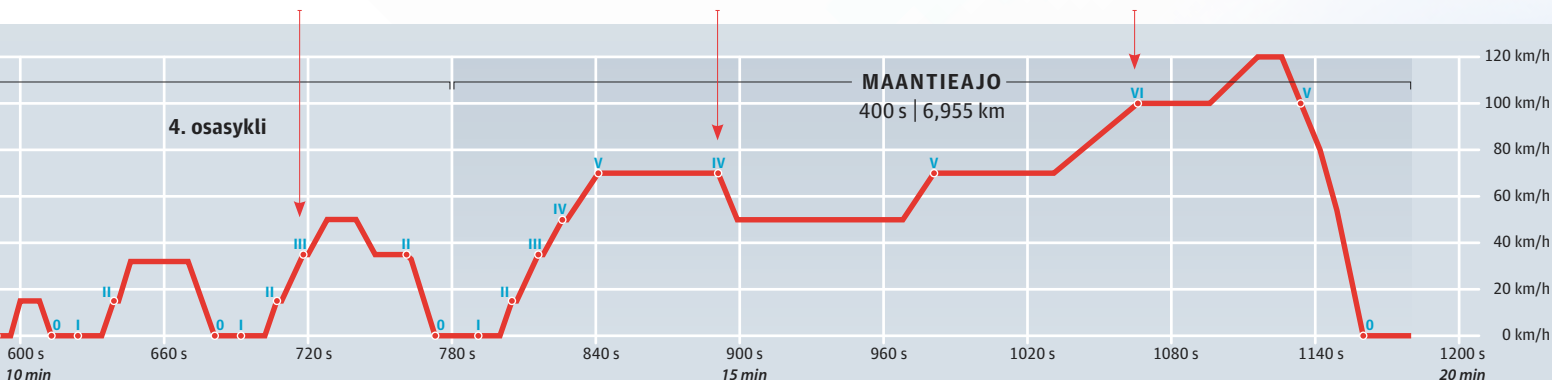
VAIHEITA käytetään ajo-ohjelman mukaisesti, tai jos autossa on vaihto-opastin, noudatetaan sen antamia ohjeita. Vaihto-opastin on tulossa pakolliseksi uusiin käsivaihteisiin automalleihin ensi marraskuun alussa ja kaikkiin uusiin autoihin 1.11.2014.

AUTOMAATTIVAIHTEISISSA autoissa käytetään ohjelmaa, joka sallii suurimman vaihteen käytön eli erinteisesti D-asentoa. Muihin mahdollisiin ohjelmiin (Economy, Sport tms.) direktiivi ei ota kantaa.

SUURIN nopeus maantieajo-osuudessa on 120 km/h ja keskinopeus 62,6 km/h. Yli 100 km/h nopeudessa saadaan käyttää kuudetta vaihdetta.

KOKO SYKLI

- 1 180 s
- 11,007 km



BENSIININ ARVOT	Testipolttoaine ¹⁾		Neste 95E10
	Raja-arvot		Tyypillinen arvo
	Minimi	Maksimi	
Oktaaniluku RON	95	-	94,4
Oktaaniluku MON	85	-	85,2
Tiheys 15 °C (kg/m³)	743	756	740
Höyrynpaine (kPa)	56	60	68
Vesi (%)	-	0,015	ei ilm.
Tislauksen loppupiste (°C)	190	210	185
Tislausjännös (%)	-	2	2
Olefiinipitoisuus (%)	3	13	8
Aromaattipitoisuus (%)	29	35	30
Bentseeni (%)	-	1	0,7
Happi (%)	ilmoitettava	-	3,6
Rikkipitoisuus (mg/kg)	-	10	7
Lyijypitoisuus (mg/l)	-	5	< 3
Etanolipitoisuus (%)	4.7	5.3	ei ilm.

1) = Normi ECE-R83/Rev4, Annex 10: Petrol (E5)

■ **MERKITTÄVIN** poikkeama bensiinin kohdalla on etanolipitoisuus, joka kaupalaatuksella 95E10-bensiinillä on tyypillisesti lähellä ylärajaa 10,0%, kun testipolttoaineessa maksimi on 5,3%. Ero on otettu huomioon laskennassa. Koska polttoaineen kulutus määritettiin massaperusteisesti, tilavuusperusteista kulutusta laskettaessa käytettiin oikeaa tiheyttä, jolloin etanolipitoisuuden ero kompensoitui. VTT:n tutkimuksen mukaan 5 ja 10% etanolia sisältävien bensiinien ero polttoaineen kulutuksessa on noin 1%.

DIESELIN ARVOT	Testipolttoaine ¹⁾		Neste Diesel (-5/-15)
	Raja-arvot		Tyypillinen arvo
	Minimi	Maksimi	
Setaaniluku	52	54	53
Tiheys 15 °C (kg/m³)	833	837	840
Tislauksen loppupiste (°C)	-	370	ei ilm.
Leimahduspiste (°C)	55	-	65
Suodatettavuus (°C)	-	-5	-10
Viskositeetti 40 °C (mm2/s)	2,3	3,3	3,1
Polyaromaattiset hiilivedyt	2	6	2
Rikkipitoisuus (mg/kg)	-	10	5
Vesipitoisuus (%)	-	0,02	0,006
Voitelevuus (HFRR) (µm)	-	400	360
Hapetuskestävyys 110 °C	20	-	ei ilm.
FAME-pitoisuus (%)	4.5	5.5	ei ilm.

1) = Normi ECE-R83/Rev4, Annex 10: Diesel (B5)

■ **DIESELPOLTOAINEEN** kohdalla merkittävin ero kokeissa käytetyn ja testipolttoaineen välillä on FAME-pitoisuus, joka tulisi olla 4,7–5,3%. Neste ei ole-tettavasti käytä lainkaan tätä ensimmäisen sukupolven biopolttoainetta vaan omaa toisen sukupolven NExBTL-biokomponenttiaan, joka on ominaisuuksiltaan ja päästöjen kannalta itse asiassa parempaa. Tiheydessä on myös eroa, joka kuitenkin kompensoituu, kuten bensiinin kohdalla.



Oma normimittaus

Mittaukset toteutettiin täsmälleen samanlaisella menettelyllä kuin tyyppihiyväksymismittaukset. Ainoana erona oli se, että käytettävissä ei ollut normin mukaisia testipolttoaineita. Testi tehtiin normaaleilla kauppalatuksilla polttoaineilla, jotka hankittiin Neste Oilin jakeluasemalta Espoon Otaniemestä yhtenä eränä mittauksia varten niin bensiiniautoille kuin dieselautoille.

Koska kauppalatuksista polttoaineista ei tiedetä riittävällä tarkkuudella hiilen ja vedyn suhdetta (C/H), polttoaineen kulutuksen määrittä-

Tavoitteemme oli yksinkertainen. Halusimme mitata, pitävätkö tutkimukseen valittujen autojen ilmoitetut normikulutuslukemat ja hiilidioksidipäästöarvot paikkansa.

minen tapahtui punnitsemalla. Näin polttoaineiden litramääräinen kulutus voitiin laskea, kun ensin oli määritetty polttoaineen tiheys. Bensi-

nin tiheys oli 754 g/l ja dieselin tiheys 835 g/l.

Punnitseminen tapahtui korvaamalla mittauksen ajaksi auton oma säiliö ja siirtopumppu erilliselle vaa'alle asetetulla polttoainesäiliöllä ja polttoainepumpulla paineen säätiminen. Polttoaineen imuputki oli kiinnitetty erilliseen kannattimeen, jolloin se ei koskettanut lainkaan vaa'alla olevaa säiliötä, eikä näin häirinnyt vaa'an lukemia.

Ajovastukset rullauskokeella

Keskeinen tekijä dynamometrillä ajettavan testin todenmukaisten

tulosten kannalta ovat ajovastukset. Tutkittavista autoista ei ollut käytettävissä valmistajan ilmoittamia arvoja, emmekä edes halunneet niitä käyttää, sillä oletamus oli, että niiden paikkansapitävyys oli syytä epäillä. Määritimme vastusarvot säädöksen mukaisella, kaikille autoille tasapuolisella tavalla eli maantiellä tehtävällä rullauskokeella.

Rullauskokeen tekemiseen mitaussäädöksessä on selkeä ohjeistus. Tärkeimpinä lähtökohtina ovat suora ja tasainen tie, kunnossa oleva puhdas auto, oikeat rengaspaineet sekä riittävän tyyni ja lämmin sää.

TM-koeajomittaukset

■ KAIKILLE testin autoille tehdään myös TM:n omat, koeajojen ja vertailutestien mukaiset kulutusmittaukset. Niihin kuuluvat tasaisen nopeuden kulutusmittaukset sekä maantieajon ja taajama-ajon kulutusmittaukset.

Näistä tasaisen nopeuden kulutusmittaukset ovat teoreettisin osa, joka antaa kuvan siitä, millaiseen suoritukseen auto pystyy optimaalisissa ja häiriöttömissä olosuhteissa vakionopeudella ajettaessa. Maantieajon ja taajama-ajon kulutukset antavat käsityksen auton todellisesta kulutuksesta käytännön ajossa.

Tasaisen nopeuden kulutukset mittaa kokenut kuljettaja ajamalla kahteen suuntaan kilometrin matkan tasaisella tiellä niin, että kaasupolkimen asento on vakio eikä nopeus muutu matkalla yli 2 km/h. Todellinen ajonopeus määritetään erillisen anturin tai gps-signaalin avulla. Lisäksi tuulen nopeuden ja lämpötilan pitää olla hyväksyttävissä rajoissa.

Sekä maantie- että taajamakulutus mitataan vakiolenkillä ennalta määrätyn ajo-ohjelman mukaisesti. Näihin mittauksiin pätevät samat kelivaatimukset kuin tasaisen nopeuden kulutusmittauksiinkin. Maantiekulutuksen ajolenkin pituus on 56,4 km ja ajonopeudet ovat 50-100 km/h keskinopeuden ollessa 78 km/h.

Taajamakulutus mitataan toistamalla kaksi kertaa sama ajolenkki, jolloin koko mittausmatkaksi tulee 11,9 km ja keskinopeus 40 km/h.

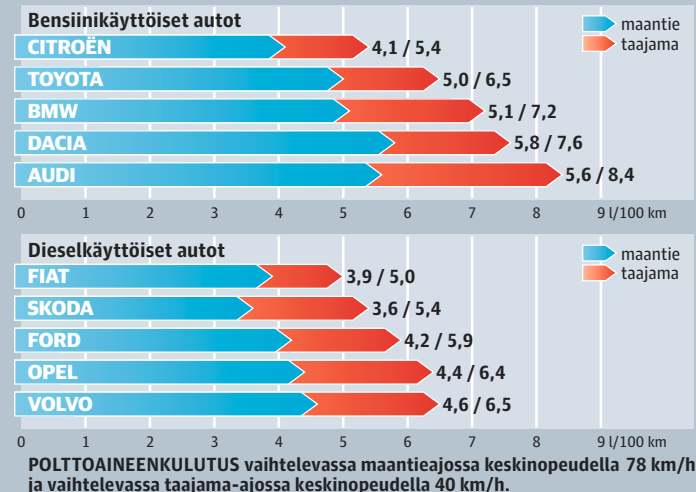
KULUTUS	Tasainen nopeus, suurin vaihde, kuiva asfalttipinta (l/100 km)						
	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h
BENSIINIAUTOT							
Audi A5	4,5	4,8	5,3	5,8	6,4	7,1	7,7
BMW 116i	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,5
Citroen C1	3,2	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,2
Dacia Sandero	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	7,5	8,4
Toyota Verso-S	3,9	4,3	4,7	5,2	5,8	6,5	7,5
DIESELAUTOT							
Fiat Punto	3,1	3,4	3,9	4,4	4,9	5,5	6,1
Ford Mondeo	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,7	6,4
Opel Insignia	-	3,8	4,1	4,3	4,8	5,2	6,0
Skoda Octavia	3,0	3,1	3,3	3,7	4,0	4,5	5,0
Volvo V70	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7

peudeksi 40 km/h. Kummallakin lenkillä on seitsemän pysähdystä, ja lisäksi ajolenkien välillä on 30 sekunnin pysähdys. Suurin käytetty ajonopeus on 60 km/h.

Polttoaineen kulutusta ei TM:n autotesteissä mitata tankkaamalla, sillä vaaditun tarkkuuden saamiseksi autolla pitäisi ajaa useita polttoainetankkailisia, taloudellisimmilla autoilla siis tuhansia kilometrejä.

TM-mittaus tapahtuu polttoainejärjestelmään asennetulla Pierburgin valmistamalla mittarilla. Menetelmä perustuu mittarin läpivirtauskanavan sivussa olevaan mäntään, jonka molemilla puolilla polttoaineen paine pidetään erillisen sähköpumpun avulla samana. Kulutustieto saadaan pumpun pyörintänopeudesta. Mittarin tarkkuudeksi valmistaja ilmoittaa ± 1 prosenttia.

KULUTUS l/100 km



■ TM:n autotesteissä ilmoitettavat polttoaineenkulutukset mitataan vakioituilla maantie- ja taajamalenkeillä.

⬇ KULUTUSMITTARIN asennus nykyaikaiseen dieselautoon vaatii melkoisen letkuviidakon, jotta polttoaineen kierto saadaan muutettua mittarin kautta kulkeväksi. Mittarin lisäksi tarvitaan ylimääräinen siirtopumppu ja polttoaineen lämmönvaihdin. Nämä liittyvät alkuperäisiin polttoainelinjoihin pikaliittimillä, jotka mahdollistivat nopean asennuksen myös vaa'alla suoritettuun kulutusmittaukseen päästölaboratoriossa.



BENSIINIKÄYTTÖISET TEKNIKKAA	Audi A5 Coupé 1,8 TFSI	BMW 116i 5-Ov. Urban Line	Citroen C1 1,0i 5-ov. Attraction	Dacia Sandero 1,6 Hi-Flex Ambiance	Toyota Verso-S Linea Sol
HINTA (€)	44 716	29 770	11 105	11 987	20 616
MITAT JA PAINOT					
Pituus (m)	4,626	4,324	3,440	4,020	3,990
Leveys (m)	1,854	1,765	1,630	1,746	1,695
Korkeus (m)	1,372	1,421	1,470	1,534	1,595
Akseliväli (m)	2,751	2,690	2,340	2,589	2,550
Raideleveys e/t (m)	1,590/1,577	1,521/1,555	1,415/1,405	1,480/1,470	1,470/1,460
Kokonaismassa (kg)	1925	1820	1190	1582	1545
Polttoainesäiliö (l)	63	52	35	50	42
MOOTTORI	R4	R4	R3	R4	R4
Iskutilavuus (cm ³)	1 798	1 598	998	1 598	1 329
Sylinterimitat (mm)	82,5 x 84,1	85,8 x 77,0	71,0 x 84,0	79,5 x 80,5	72,5 x 80,5
Puristussuhde	9,6	10,5	10,5	9,5	11,5
Ahdin	turbo	turbo	-	-	-
Venttiilit (kpl)	16	16	12	8	16
Teho (kW (hv)/r/min)	125 (170)/ 3800-6200	100 (136)/ 4400	50 (68)/ 6000	77 (105)/ 5750	73 (99)/ 6000
Vääntömomentti (Nm/r/min)	320/1400-3700	220 / 1350-4300	93/3600	148/3750	125/4000
VOIMANSIIRTO	Etuveto	Takaveto	Etuveto	Etuveto	Etuveto
Nopeus 1000 r/min					
I vaihde (km/h)	9,6	9,1	8,1	7,2	7,0
II vaihde (km/h)	17,6	16,2	15,0	13,2	13,0
III vaihde (km/h)	27,4	24,9	24,8	19,4	19,0
IV vaihde (km/h)	37,3	33,5	29,6	26,2	24,2
V vaihde (km/h)	44,6	41,3	35,8	34,1	28,5
VI vaihde (km/h)	52,3	49,7	-	-	33,5
RENKAAT					
Rengaskoko	245/40 R 18	225/45 R 17	155/65 R 14	185/65 R 15	185/65 R 15
SUORITUSARVOT (valm. ilm.)					
Huippunopeus (km/h)	230	210	157	185	170
Kiihtyvyys 0-100 km/h (s)	7,9	8,5	13,7	11,3	13,3
EU-kulutus (l/100 km) (kaup./maant./yhd.)	7,4/4,8/5,7	7,2/4,8/5,7	5,1/3,8/4,3	9,5/5,5/6,8	6,5/4,8/5,4
CO ₂ -päästö (g/km)	134	132	99	158	125

DIESELKÄYTTÖISET TEKNIKKAA	Fiat Punto 1,3 M-Jet Lounge 5-ov.	Ford Mondeo 1,6 TDCi ECONetic Titanium	Opel Insignia Sports Tourer 2,0 CDTi EcoFlex	Skoda Octavia HB 1,6 TDI GreenLine	Volvo V70 1,6D DRIVE Momentum
HINTA (€)	17 992	30 410	32 222	24 139	42 991
MITAT JA PAINOT					
Pituus (m)	4,065	4,800	4,908	4,569	4,823
Leveys (m)	1,687	1,886	1,856	1,769	1,861
Korkeus (m)	1,490	1,500	1,520	1,449	1,547
Akseliväli (m)	2,510	2,850	2,737	2,575	2,816
Raideleveys e/t (m)	1,467/1,460	1,589/1,605	1,595/1,587	1,535/1,508	1,588/1,586
Kokonaismassa (kg)	1705	2155	2275	1990	2220
Polttoainesäiliö (l)	45	70	70	55	70
MOOTTORI	R4 diesel	R4 diesel	R4 diesel	R4 diesel	R4 diesel
Iskutilavuus (cm ³)	1 248	1 560	1 956	1 598	1 560
Sylinterimitat (mm)	69,6 x 82,0	75,0 x 88,3	83,0 x 90,4	79,5 x 80,5	75,0 x 88,3
Puristussuhde	16,8	16,0	16,5	16,5	16,0
Ahdin	turbo	turbo	turbo	turbo	turbo
Venttiilit (kpl)	16	8	16	16	8
Teho (kW (hv)/r/min)	62 (84)/3500	85 (116)/3600	118 (160)/4000	77 (105)/4400	84 (115)/3600
Vääntömomentti (Nm/r/min)	200/1500	270/1750-2500	350/1750-2500	250/1500-2500	270/1750-2500
VOIMANSIIRTO	Etuveto	Etuveto	Etuveto	Etuveto	Etuveto
Nopeus 1000 r/min					
I vaihde (km/h)	8,7	8,9	8,9	9,4	8,2
II vaihde (km/h)	16,6	17,3	17,2	18,3	8,215,1
III vaihde (km/h)	25,8	26,7	26,6	30,1	23,7
IV vaihde (km/h)	36,2	36,7	36,9	43,7	33,9
V vaihde (km/h)	48,5	46,5	46,7	57,0	42,8
VI vaihde (km/h)	-	55,5	56,5	-	51,2
RENKAAT					
Rengaskoko	185/65 R 15	215/55 R 16	225/55 R 17	195/65 R 15	205/60 R 16
SUORITUSARVOT (valm. ilm.)					
Huippunopeus (km/h)	172	190	215	192	190
Kiihtyvyys 0-100 km/h (s)	13,1	11,9	9,9	11,8	11,9
EU-kulutus (l/100 km) (kaup./maant./yhd.)	4,5/2,9/3,5	5,0/3,9/4,3	5,6/3,9/4,5	4,7/3,4/3,8	5,3/4,1/4,5
CO ₂ -päästö (g/km)	90	114	119	99	119

Auto kiihdytetään aluksi hieman yli 120 km/h nopeuteen ja annetaan sitten vaihde vapaalla rullata pysähdyksiin rekisteröiden koko ajan nopeus ajan funktiona. Rullauksia tehdään useita ja vastakkaisiin suuntiin tuulen vaikutuksen kompensoimiseksi. Kun myös tien profiilin pienetkin korkeuserot tunnetaan, voidaan niiden aiheuttama vääristymä korjata laskelmissa.

Rullauskokeesta voidaan laskennallisesti erottaa eri vastuskomponentit (vakiot, ajonopeudesta riippuvat ja ajonopeuden neliöstä riippuvat), ja käyttää niitä dynamometrin asetusarvojen valinnassa. Autoille käytettiin niiden omamassojen mukaan valittuja hitausmassa-arvoja. Oma-massana käytettiin ennen rullauskokeita suoritettussa punnituksessa saatuja arvoja.

Testiautot

Valitsimme testiin viisi bensiinimoottorista ja viisi dieselmoottorista autoa. Ne edustavat eri kokoluokkia ja eri valmistajia. Yhteistä niille on joko absoluuttisesti tai auton kokoon nähden pieni CO₂-päästö.

Ainoa poikkeus on Dacia Sandero, joka edustaa hieman vanhempaa suunnittelua ja suurempaa kulutustasoa. Lisäksi se on joukon ainoa flexfuel-auto, eli sen polttoaineeksi kelpaa bensiinin ohella korkeaseosetanoli E85 ja kaikki niiden yhdistelmät. Rekisteröintitodistukseen merkitty CO₂-päästö 153 g/km on saatua E85-polttoaineella. Bensiinillä mitattu arvo on hieman korkeampi, 158 g/km. Suomessa viranomaisen käyttää tällaisessa tilanteessa pienempää ilmoitettua arvoa. Tässä testissä käytimme Daciale bensiinillä mitattua arvoa, koska teimme mittauksemme bensiinillä.

Kaikki testin autot on varustettu käsivaihteisella vaihteistolla. Kuudessa autossa vaihteita on kuusi. Viisivaihteisia ovat Citroën, Dacia, Fiat ja Skoda. Taloudellisuushakuisten mallien, etenkin dieselien vaihdevälitykset ovat pitkät.

Citroënissa, Fordissa ja Volvossa on toiselta merkiltä peräisin oleva moottori. Tähän testiin sillä ei kuitenkaan ollut merkitystä, sillä jokainen merkki tyyppihyväksyttää itse omat autonsa.

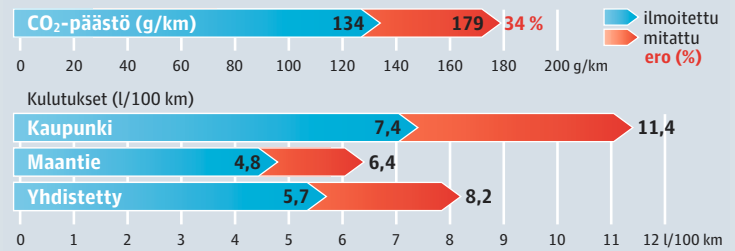
Mittauksista

Autokohtaisissa kuvaajissa kulutuslukemat on ilmoitettu todellisen kulutuksen eli mittauksessa vaa'an kautta syötetyn polttoaineen perusteella, kun taas normimittauksessa viralliset kulutukset laske-taan normissa annetulla laskentakaavalla.

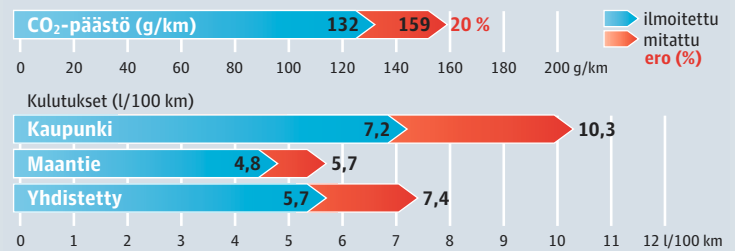
Grafikoiden CO₂-päästö on sekin todellinen mitattu arvo. Kulutuslukemien ja CO₂-päästöjen periaatteessa suorasta riippuvuudesta huolimatta mitatut kulutukset ei aivan vastaa todellisia CO₂-päästöjä. Se taas kertoo siitä, että normissa käytettävät laskentakaavan kertoimet



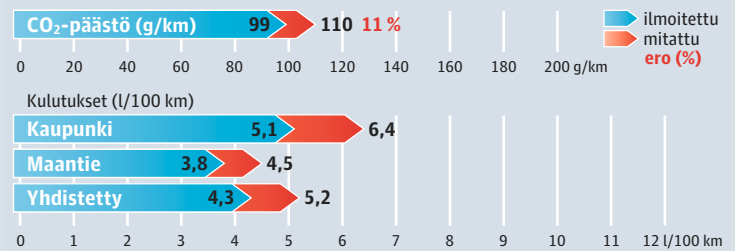
Audi A5 Coupé 1,8 TFSI



BMW 116i 5-Ov. Urban Line



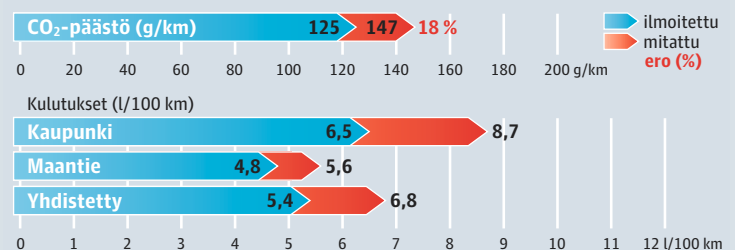
Citroen C1 1,0i 5-ov. Attraction



Dacia Sandero 1,6 Hi-Flex Ambience

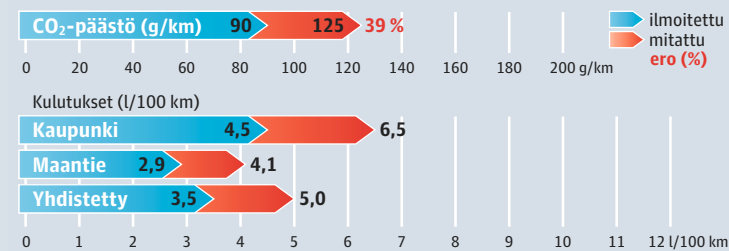


Toyota Verso-S Linea Sol





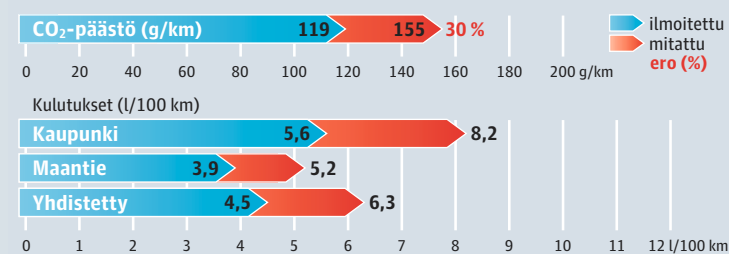
Fiat Punto 1,3 M-Jet Lounge 5-ov.



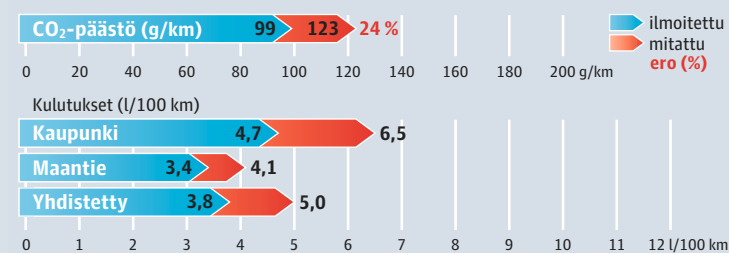
Ford Mondeo 1,6 TDCi EcoNetic Titanium



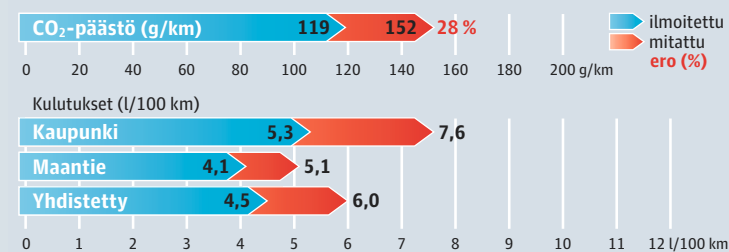
Opel Insignia Sports Tourer 2,0 CDTi EcoFlex



Skoda Octavia HB 1,6 TDI GreenLine



Volvo V70 1,6D DRIVE Momentum





↑ POLTTOAINE syötettiin auton polttoainejärjestelmään tarkkuusvaa'an kautta, jolloin tiheyden perusteella pystyttiin mittaamaan todellinen litramääräinen kulutus kokeen aikana.

eivät täysin toimi ainakaan käyttämällämme kauppalaatuisella polttoaineella.

Testiin valituista autoista kaikkien kulutus ja CO₂-päästöt ylittivät sekä kaupunki- että maantiemittauksen osalta valmistajan ilmoittamat arvot.

Pienimmät ylitykset olivat Citroën C1:llä ja Dacia Sanderolla, joiden CO₂-päästö oli vain 11 prosenttia ilmoitettuja korkeammat. Hurjin ylitys oli Audin kaupunkikulutuksessa, joka oli peräti 4,0 l/100 km ilmoitettua korkeampi. Suhteellisenä ylityksenä se tarkoittaa 54 prosenttia!

Maantieajossa pienimmät poik-

keamat olivat neljällä autolla hie-
man alle 20 prosenttia. Pahimmil-
laan erot meidän mittauksemme ja
ilmoitetun lukeman välillä oli Audi
A5:n maantiekulutuksessa, peräti
33 prosenttia.

Bensiiniautojen kulutuksessa ero
totuuden ja ilmoitetun välillä oli
keskimäärin 28 prosenttia.

Dieselmääräisen autojen ryh-
mässä keskimääräinen ylitys oli vie-
lä paljon suurempi: 36 prosenttia.
Eniten valehtelivat Fiat Punton lu-
kemat, jonka yhdistetty kulutus oli
43 prosenttia ilmoitettua suurempi.
Vaikka Skoda Octavia oli diesela-
toissa lähimpänä totuutta, ei sen-

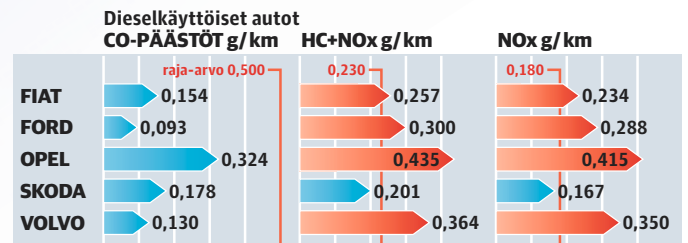
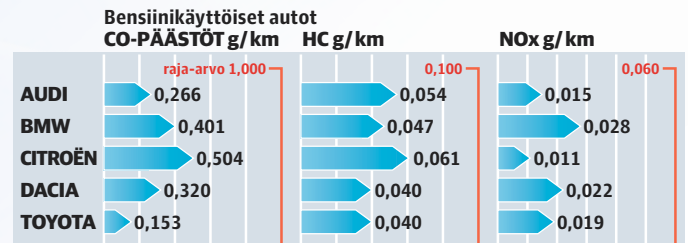
kään 32 prosentin ylitys ole missään
mielessä hyväksyttävissä.

Standardin mukaisen CO₂-pääs-
tömittauksen yhteydessä saadaan
selville tavallaan kaupanpäällisinä
kaikki säännellyt päästöt, ja tulok-
set on esitetty erillisenä kuvaajana.
Kaikki bensiiniautot selvisivät tästä
osiosta puhtain paperein, mutta pe-
rästi neljä viidestä dieselautoista jäi

kiinni typen oksidien raja-arvojen
ylityksestä. Ylitys oli niin reilu, että
samalla hiilivetyjen ja typen oksidi-
en yhteenlasketulle määrälle annet-
tu raja-arvo ylittyi. Ainoastaan Sko-
da Octavian NOx- ja HC+NOx-pääs-
töt alittivat raja-arvot.

Häkä- tai hiukkaspäästöjen osal-
ta dieselautoissakaan ei ollut on-
gelmiä.

PÄÄSTÖT



■ TESTISSÄ mitattiin myös autojen säädellyt päästöt. Bensiiniautojen osalta tulokset olivat kunnossa. Dieseleissä ongelmaksi nousivat typen oksidien (NOx) päästöt. Ainoastaan Skodan NOx-päästöt pysyivät raja-arvojen sisällä. Muiden dieselautojen NOx-päästöt olivat niin paljon yli raja-arvojen, että myös hiilivetyjen (HC) ja typenoksidien (NOx) yhteenlasketut päästöt ylittivät jo pelkistä NOx-päästöistä.

Johtopäätöksiä

Testituloksemme paljastavat henkilöautojen CO₂-päästöjen ja kulutusten mittaukseen liittyvän epämiellyttävän totuuden EU:ssa käytettävän menetelmän osalta.

Emme kritisoi normimittauksia, sillä vakioituissa olosuhteissa ja standardimenetelmällä tehty kokeet ovat ainoa tapa, jolla saadaan vertailukelpoisia ja toistettavissa olevia tuloksia. Myöskään CO₂-arvoille asetetuissa vähennystavoitteissa ei ole moittimista, joskin lukemien taso vaikuttaa todellisuuteen nähden vääraltä.

Nykyinen päästömittausyyskili sältää dynamometrillä asetettaviin vastusarvoihin liittyvän heikkouden. Autonvalmistajan itse ilmoittamat vastukset kelpaavat normimittauksessa, eikä tyyppihyväksyntäviranomaisilla ilmeisesti riitä re-

sursseja tai mielenkiintoa määrittää todellisia ajovastuksia edes pistokoeluohteisesti.

Syyttävällä sormella on turha osoittaa myöskään autonvalmistajia, sillä heidän vain noudattavat yhteisesti hyväksyttyä normia. Eri asia olisi, jos autonvalmistaja jäisi kiinni suoranaisesta sääntöjen rikkomisesta, eli eräänlaisesta dopingista päästömittauksessa.

Autoilijan kannalta tilanne on kaksijakoinen. Autovero ja käyttövoimaverot ovat sievien virallisten päästölukemien ansiosta kohtuullisia, mutta todellisten käyttökustannusten arviointi on ilmoitetun kulutuslukemien perusteella hankalaa.

Kun esimerkiksi Audi A5:n yhdistetty kulutus on 2,5 l/100 km ilmoitettua suurempi, se tarkoittaa, että 20 000 km vuodessa ajava tankkaa

Olisi taatusti niin
autonvalmistajien,
auton ostajien
kuin ympäristön-
kin etu, jos edes
normikulutukset
olisivat totuuden-
mukaisia ja
vertailukelpoisia.

Audiinsa yli 500 litraa enemmän bensiiniä, kuin valmistaja on antanut ymmärtää. Rahaksi muutettuna se vastaa 1,7 euron litrahinnalla 850 euroa suurempaa bensiinilaskua vuodessa!

Mittaamiemme dieselautojen kohdalla kulutukset poikkeavat vie-

lä selvemmin valmistajan ilmoittamista, mikä entisestään vähentää dieselauton kannattavuutta.

Ketä tällainen tilanne palvelee? Emme keksi heti yhtäkään tahoa.

Viime kädessä olisi taatusti niin autonvalmistajien, auton ostajien kuin ympäristönkin etu, jos edes normikulutukset olisivat totuudenmukaisia ja vertailukelpoisia.

Tässä olisi tilaisuus jollekin puolueettomalle organisaatiolle, joka mittaisi säännöllisesti uusien autojen CO₂-päästöjä ja polttoaineenkulutusta samaan tapaan kuin Euro NCAP -testaa autojen kolariturvallisuutta.

CO₂-päästöjen vähentämistä pitää ehdottomasti jatkaa, mutta liikenteen osalta projekti saisi lisää uskottavuutta, jos tämä pieni mittaukseen liittyvä vajavaisuus korjattaisiin. **TM**