

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma
Auto- ja korjaamotekniikka

Tutkintotyö

Janne Määttänen

OPELIN X20DTH-MOOTTORIN OHJELMISTOVIRITYS

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006

Tekniikan lisensiaatti Tauno Kulojärvi
WD Racing oy, valvojana autoins. Jari Inkilä

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Auto- ja korjaamotekniikka

Määttänen, Janne

Opelin X20DTH-moottorin ohjelmistoviritys

Tutkintotyö

34 sivua, 5 liitesivua

Työn ohjaaja

Tekniikan lisensiaatti Tauno Kulojärvi

Työn teettäjä

WD Racing oy, valvojana autoins. Jari Inkilä

Huhtikuu 2006

Hakusanat

ECU, ohjelmistoviritys, vääntömomentti

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä perehdyttiin turboahdetun Opelin X20DTH dieselmoottorin ohjelmistoviritykseen. Ohjelmistoviritys tehtiin vaihtamalla moottorin ohjainlaitteeseen (ECU) uudelleen ohjelmoitujen muistipiirien. Vanhat muistipiirit poistettiin ja korvattiin uusilla. Uusiin muistipiireihin ladattiin tietokoneen ja lisälaitteiden avulla moottorin ohjausjärjestelmälle keskeiset tiedot. Testiautoon suoritettiin uudelleen ohjelmoitujen komponenttien vaihtoja. Kolmas osapuoli suoritti tarvittavat mittaukset, ennen ja jälkeen komponenttien vaihdoksen. Mittaukset suoritettiin tehodynamometrillä. Ohjelmistovirityksellä pyritään saamaan moottorista enemmän tehoa ja vääntömomenttia ja ahdetuissa dieselmoottoreissa saamaan polttoaineenkulutus laskemaan. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että jos ohjelmistoviritys olisi otettu uuteen autoon, olisi saatu taloudellinen säästö, vaikka moottoriteho kasvoikin. Tehon kasvaessa polttoaineenkulutus pienenee, joten ohjelmistovirityksellä saavutetaan jopa suuri hyöty. Saatuja tuloksia voi hyödyntää viritysohjelmia myyvä ja asentava yritys. He voivat esittää konkreettiset tulokset, jotka saavutetaan ohjelmistovirityksellä. Suorittamalla mittaukset puolueettomalla osapuolella saatiin todelliset vaikutukset selville.

TAMPERE POLYTECHNIC

Automobile and Transport Engineering

Automobile and Garage Engineering

Määttänen, Janne Chip tuning Opels X20DTH engine

Engineering Thesis 34 pages, 5 appendices

Thesis Supervisor Tauno Kulojärvi (Lis. Tech)

Commissioning company WD Racing. Supervisor: Jari Inkilä (Professional Automotive Engineer)

April 2006

Keywords ECU, chip tuning, torque

ABSTRACT

In this thesis is being researched a chip tuning of an Opels X20DTH diesel engine. The chip tuning was done by placing into engines control unit (ECU) re-programmed memory chips. The old memory chips were removed and replaced by new ones. The new memory chips were programmed by computer and adapters. The programming contains essential information for ECU. Third party made the measurements needed before and after the chip tuning. The measurements were done on a power dynamometer. By chip tuning the engine will develop more power and torque. In the turbo charged diesel engines the fuel consumption will decrease. The results shows that there would have been achieved some economical saves by chip tuning. As the power and torque increases the fuel consumption will actually decrease meaning that by chip tuning can be achieved great benefits. Based on the results that were achieved will the company that is selling the chip tunes receive concrete results how their chip tunes actually affect on the engine. By making measurements with impartial party the real effects of the chip tuning will reveal.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	5
2 WD RACING OY	6
3 OHJELMISTOVIRITYS	7
4 TYÖN SUORITUS JA TESTIAUTO	9
4.1 Muistipiirien asennus	9
4.2 Muita tapoja ohjainlaitteiden ohjelmoinneille	13
4.3 Testiauto	14
5 DYNAMOMETRIMITTAUKSET	16
5.1 Mittaukset ennen ohjelmiston muutosta.....	16
5.2 Mittaukset ohjelmistomuutoksen jälkeen	20
6 OHJELMISTON VAIKUTUS	22
7 AUTON VIRITTÄMISTÄ KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET	23
7.1 Suomen lainsäädäntö ja auton muuttaminen	23
7.2 Testiauton muuttaminen tieliikennekelpoiseksi.....	25
8 OHJELMISTOVIRITETTY VS. 2.2 DTi	26
9 LOPPUTULOKSET	28
9.1 Tulokset ennen ohjelmistomuutosta.....	28
9.2 Tulokset ohjelmistomuutoksen jälkeen	29
9.3 Tulosten vertailua.....	30
10 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33
Painetut lähteet	
Sähköiset lähteet	
Muut lähteet	
LIITTEET	34

1 JOHDANTO

Moottorin ohjainlaite ECU (electronic control unit) valvoo ja ohjaa moottorin toimintaa. Useat anturit mittaavat moottorista ja sen komponenteista erilaisia suureita, kuten lämpötila, ilmavirta, ahtopaine, jäännöshappi ja niin edelleen. Näitä tietoja hyväksikäyttäen moottorin ohjainlaite säätelee moottorin toiminnan optimaaliseksi. Optimaalinen toiminta on myös taloudellista. Vaihtamalla moottorin ohjainlaitteen ohjelmisto alkaa koko järjestelmä toimia toisella tavalla. Uusi ohjelma saattaa muun muassa lisätä polttoaineensyöttöä, nostaa ahtopainetta, muuntaa sytytysennakkoa ja pienentää pakokaasujen takaisinkieräytystä.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää kannattaako ohjelmistoviritys suorittaa testiautona toimineeseen Opel Vectraan jo uutena ostettaessa. Tutkitaan myös kannattaisiko ostaa kalliimpi auto, jossa on tehokkaampi dieselmoottori vai saataisiinko polttoainekustannuksissa säästöä ottamalla uuteen ostettaessa ohjelmistomuutos.

Tutkimuksessa pyritään selvittämään, säästettäisiinkö polttoainekustannuksissa, jos viritysohjelmisto asennettaisiin uuteen autoon. Sen vuoksi tutkimuksessa vertaillaan auton valmistajan antamia suoritusarvoja ja testiauton mitattuja arvoja ennen ja jälkeen moottorin ohjainlaitteen muutosten.

2 WD RACING OY

WD Racing Oy on ajoneuvojen suorituskykyä parantavia ratkaisuja tuottava yksityinen yritys. Yritys on perustettu vuonna 1991 ja on toiminut tällä toiminimellä ja -alalla vuodesta 2002 lähtien. Yrityksessä työskentelee neljä osa-aikaista työntekijää. Yrityksen tuotteita ovat muun muassa vakioautojen viritysohjelmat, Kumho -merkkisten ralli- ja ratakäyttöisten renkaiden maahantuonti sekä erilaisten viritystuotteiden myynti. WD Racing Oy:n edustamia viritystuotteista ovat AST- ja TEIN-alustasarjat, LapTimer -ajanottolaitteet, Torco-öljyt, tehdasvalmisteiset sekä Torco-merkkiä olevat nokka-akselit ja Upsolute-teholastut/ohjelmistoviritykset. Yrityksen toimintaan kuuluu myös myynnin ohella viritystuotteiden asennukset.



Kuva 1 Teksti WD Racingin hallin ovesta

3 OHJELMISTOVIRITYS

Ohjelmistovirityksestä käytetään puhekielessä nimitystä lastuviritys. Lastusta käytetään useita eri termejä, kuten chip, prom, siru, sipsi tms. Se on osa, eli muistipiiri, joka sijaitsee moottorin ohjainlaitteessa ECU:ssa (electronic control unit). Siinä sijaitsee moottoria ohjaavassa ohjainlaitteessa oleva prosessorin muistidata. Siihen tallennettu tieto ohjaa ja säätää moottorin toimintaa erilaisissa olosuhteissa. Moottorin ohjainlaite ohjaa polttoaineen syöttöä (polttoainekartat), sytytystä (sytytyskartat), polttoaine-ilma -seoksia, turboahtimen ahtopainetta yms. ECU mittaa antureilta jännitteitä. Jännitteet käsitellään tietoina jotka tallentuvat ECU:n muistiin. Tallentuneita tietoja voi olla muun muassa moottorin lämpötila, ulkoilman lämpötila, pyörimisnopeus, kaasupolkimen asento, kampiakselin asentokulma ja turboahtimen ahtopaine. Näiden tietojen perusteella ECU tallentaa tiedot muistiinsa ja säätää esimerkiksi polttoaineruiskutuksen ajoituksen ja keston. Esimerkiksi jos moottori on kylmä, ruiskutetaan enemmän polttoainetta, koska osa siitä kondensoituu sylinterin seinämiin.

ECU-yksiköiden muuttujatiedostot, joita ammattivirittäjät kutsuvat kartoiksi (map), tallennetaan Eprom- tai Flash- muistiin. Näiden muistipiirien sisältöä voidaan lukea, kopioida ja muuttaa yleisilläkin ohjelmilla. OBD- diagnoosiliitännän (On Board Diagnostic) asentaminen henkilöautoihin on itse asiassa tehnyt ECU-muistin lukemisen entistä helpommaksi, koska muistipiiriin ei enää tarvita suoraa fyysistä yhteyttä. /1/

Auton ohjelmistovirittämistä ei pystytä havaitsemaan ulkoapäin. Vanhemmissa autoissa ohjelmistoviritys tapahtuu irrottamalla ja purkamalla alkuperäinen moottorinohjainlaite ja tinaamalla uusi muistipiiri ohjelmistoinen vanhan piirin tilalle. Tässä työssä muistipiirin vaihto suoritettiin vanhalla tavalla, irrottamalla vanhat muistipiirit ja tinaamalla uudet niiden tilalle.

Nykyaikaisissa turbodiesel autoissa, joissa on OBD-pistoke, ohjelmistoviritys onnistuu ohjelmoimalla moottorin ohjainlaite uusille tiedoilla. OBD-pistokkeen kautta tietokoneella tapahtuva ohjelmointi vaihtaa vanhan ohjelman uudempaan. Tällöin tulos on sama kuin uuden muistipiirin asennus, tosin paljon nopeampaa ja vaivattomampaa. Menettely on sama kuin muistipiirin vaihtamisessakin, ECU-parametrien muuttamista auton moottorin virittämiseksi. Tällä tavoin saadaan

karsittua mahdolliset asentajasta aiheutuvat vahingot, joita ovat muun muassa kylmäjuotos sekä oikosulut. Jos ohjelmisto muutetaan OBD- pistokkeen kautta ohjelmoimalla, on aina vaarana mahdollinen sähkökatkos. Tällöin työn suoritus on aloitettava alusta.

Ohjelmistoviritysten valmistajat antavat omat lukemansa siitä, kuinka tehon ja vääntömomentin luvataan nousevan, ja mahdollisesti polttoaineenkulutuksen laskevan. Nykyiset turbodieselmoottorit ovat erittäin kehittyneitä. Ennen dieselmoottorit olivat taloudellisia mutta viritysteeltään alhaisia. Nykyään näitä ahdettuja moottoreita ei ajoltaan erota bensiinikäyttöisestä, nykydieselit ovat jopa suorituskykyisempiä kuin bensiinimoottorit.

Teho on kuitenkin monesti paljon alhaisempia kuin sylinteritilavuudeltaan vastaavissa bensiinimoottoreissa. Vääntömomenttikuvaajista on nähtävissä, että dieselmoottoreista löytyy nykyään runsaasti suorituskykyä, taloudellisesti. Nykyään onkin normaalia, että dieselmoottorit kuluttavat vain 5 l polttoainetta sataa kilometriä kohden. Moottorin teho- ja vääntömomentti ovat korkeita, vaikka polttoaineenkulutus on alhaista.

Lisätehon ja -vääntömomentin saaminen on nykyään yksinkertaista, mutta joskus myös kallista. Korkeasta hinnasta huolimatta suorituskyvyn lisääminen on yleistä ja mahdollisesti pitkällä ajanjaksolla hyödyllistäkin. Monesti lainsäädäntö on asia joka rajoittaa autojen moottoreiden virittämistä korkeampaa tehoa tavoitellessa. Tehon noustessa auton on oltava turvallinen eikä pakokaasupäästöt saa nousta tiettyä määrää enempää.

4 TYÖN SUORITUS JA TESTIAUTO

4.1 Muistipiirien asennus

Muistipiirien asennus tapahtui WD Racing Oy:n tiloissa Tampereen Kalevassa. Työ aloitettiin irrottamalla kaapelit akun navoista. Tämän jälkeen irrotettiin auton moottorin ohjainlaite ECU. ECU sijaitsee auton moottorin oikealla puolella raitisilmasuodattimen vieressä, tuulilasien etupuolella, kuvassa 2 näkyvässä kohdassa. Kuvassa näkyy syvennys, jossa ECU on kosteudelta ja iskuilta suojattuna. Kuvassa 2 ECU on jo poistettu.



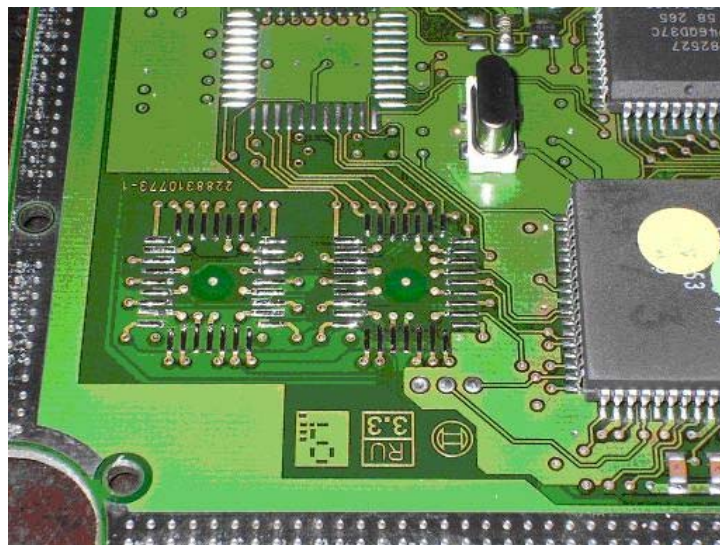
Kuva 2 Moottorin ohjainlaitteen sijainti

Kun ECU oli poistettu suojakotelostaan, irrotettiin sitä suojaava metallikuori, jotta päästäisiin käsiksi itse mikropiireihin. Herkät komponentit sijaitsevat iskuilta ja kosteudelta suojassa, metallikuorien sisässä. Kuvasta 3 nähdään ECU, josta metallikuori on irrotettu.



Kuva 3 ECU ilman suojakuorta

Itse muistipiirit ovat nähtävillä kuvassa 2 vasemmalla alareunassa vierekkäin. Alkuperäiset muistipiirit poistettiin siihen tehtävään suunnitellulla kolvilla, jolla sulatettiin alkuperäinen tina jokaisesta muistipiirin pinnistä. ECU:n vasen kulma josta muistipiirit on poistettu, on nähtävillä kuvasta 4.



Kuva 4 Poistettujen muistipiirien paikat

Kuvassa 5 voidaan nähdä miltä muistipiirit, näyttävät. Muistipiirit ovat mallia Eprom.



Kuva 5 Irralliset Eprom- muistipiirit

Muistipiireihin on ohjelmitava ohjelmat, jotka sisältävät moottorinohjaukselle keskeiset tiedot. Ohjelmistot eivät ole tietokoneella valmiina, vaan ne tilataan valmistajalta Itävallasta internetin välityksellä ennen työn suorittamista. Ohjelmistot saapuvat sähköpostin liitetiedostona ja ne tallennetaan tietokoneella ennen asennusta. Tässä tapauksessa muistipiirejä oli kaksi kappaletta, joten ohjelmistoja tarvittiin kaksi kappaletta. Toinen muistipiiri ohjaa moottorin pienemmät pyörimisnopeudet ja normaalin käyttöalueen, toinen normaaleista pyörimisnopeuksista pyörimisnopeudenrajoittimelle käsittävän alueen.

Muistipiirit asennettiin tietokoneeseen yhdistettyyn lukija-/ohjelmointilaitteeseen, merkiltään Galep-4, jonka välityksellä saadaan ladattua ohjelmistot muistipiireille. Kuvassa 6 nähdään teline, johon muistipiiri ovat kytkettyinä. Galep-4:n avulla ohjelmitavat muistipiirit sijaitsevat usein EDC15-sukupolven ohjainlaitteissa. Kuvassa 7 nähdään teline, johon asennetaan toisen tyyppinen, eri valmistajan ohjainlaitteeseen sopiva muistipiiri. Kuvan 8 tietokoneesta on suoraan yhteys telineeseen. Kaapelin välityksellä ohjelmisto ladataan muistipiireille jotka tämän jälkeen ovat asennusvalmiita.



Kuva 6 Ohjelmistojen lataamista tyhjille muistipiireille

Käytettävät laitteet eivät ole suurikokoisia. Kuvan 6 laitteen pohjapinta-ala on noin 16 cm^2 . Vastaavasti kuvan 7 vasemmanpuoleisen laitteen pohjapinta-ala on noin 35 cm^2 .



Kuva 7 Calep-4 ohjelmointilaite



Kuva 8 Muistipiirien ohjelmoinnissa käytetty tietokone

4.2 Muita tapoja ohjainlaitteiden ohjelmoinneille

On myös ohjainlaitteita, joita voidaan ohjelmoida irrottamatta muistipiirejä. Tällaisia ohjainlaitteita voidaan ohjelmoida kuvan 9 kaltaisella Upsoluten valmistamalla laitteella. Siinä avattu ohjainlaite asennetaan jalustalle oleviin tappeihin, ja laitteessa olevat käpälän pinnit laitetaan kosketuksiin ohjainlaitteessa niitä varten oleviin kohtiin. Tällä laitteella ohjelmoidaan EDC16-sukupolven ohjainlaitteita.



Kuva 9 EDC16-sukupolven ohjainlaitteille tarkoitettu Upsoluten ohjelmointilaite

Laitteen toisella tasolla on nähtävissä eräänlainen ”avaintikku”, myös kuvassa 10, jota ilman laitetta ei voida käyttää.



Kuva 10 EDC16 -ohjainlaitteiden ohjelmointilaitteen avaintikku

Kolmas tapa ohjelmistojen muutokselle on OBD-pistokkeen kautta tapahtuvat ohjelmoinnit. Siinä tietokone kytketään suoraan auton vikadiagnostiikka- eli OBD-pistokkeeseen. Näissäkin tapauksissa ohjelmoidaan EDC15- ja EDC16-sukupolven ohjainlaitteita. Kuvassa 11 on nähtävillä OBD-pistokkeen standardi -malli. Tietokoneen ja pistokkeen välissä on lisäksi kuvan 12 kaltainen välikappale.



Kuva 11 OBD-pistoke



Kuva 12 OBD-ohjelmoinnissa käytettävä välikappale

4.3 Testiauto

Testiauto oli vuosimallin 2001 Opel Vectra 2.0 16V DTi, moottorin mallimerkintä on X20DTH. Voima välittyy kampiakselilta nokka-akselille jakoketjun välityksellä. Moottorissa on yksi nokka-akseli, kahdeksan imu- ja kahdeksan pakoventtiiliä. Moottori on turboahdettu, ja ahtimen lisäksi autossa on ahtoilman

jäähdytin. Jakopäänketju pyörittää syöttöpumpun akselia. Taulukosta 1 on nähtävillä X20DTH- moottorin tiedot. X20DTH- moottoreita käytetään kolmessa eri Opel mallissa, vuosimalleissa 1997 -2001.

Taulukko 1. X20DTH-moottorin tiedot /10/

Moottori	Yksikkö	X20DTH
Sylinteriluku / sijainti		4 /rivissä
Venttiilien lukumäärä		16
Iskutilavuus	cm ³	1995
Porauksen halkaisija	mm	84
Isku	mm	90
Teho	kW/1/min	74/4300
Vääntömomentti	Nm/1/min	205 / 1600-2750
Puristussuhde		18,5:1

Jotta auto olisi tieliikennekelppoinen ja turvallinen, sen jarrut ja alusta tarkastettiin mahdollisen kasvavan tehon ja vääntömomentin vuoksi ennen ohjelmistomuutosta. Alustan nivelissä ei havaittu välyksiä, mutta etujarrulevyissä ja –paloissa kitkapinta oli alle sallitun minimisarjan, joten ne uusittiin turvallisuuden vuoksi. Opel käyttää kaikissa vuosimallien 2000-2002 Vectroissa moottorin koosta riippumatta saman kokoisia jarruja ja alustan osia. Alla olleissa kesärenkaissa kulutus pintaa oli jäljellä vain 2 mm, joten ne uusittiin myös.



Kuva 13 Testiauto

5 DYNAMOMETRIMITTAUKSET

Jotta saataisiin luotettavat mittaustulokset, suoritettiin ne samalla mittauspaikalla samanlaisissa olosuhteissa. Mittaukset suoritettiin Toijalan Autosähkö S. Harinen ky:n (www.hestec.fi) toimitiloissa Valkeakoskella. Toijalan Autosähkö on erikoistunut moottorinohjausjärjestelmien muokkaamiseen ja dynamometrimittauksiin. Heidän päätuotteensa on nimeltään Hestec. Hestec on tietokoneella ohjelmoitava moottorinohjausjärjestelmä niin siviili- kuin rallikäyttöönkin. Asentaessaan Hestec-laitteistoja asentajat käyttävät tehodynamometriä optimaalisten säätöjen savuttamiseksi. Jotkut asiakkaat haluavat auton moottorilta suurta vääntömomenttia, jotkut korkeita tehoja. Tehodynamometrin avulla asiakas saa autonsa sellaisena kuin haluaa, ”mittatilaustyönä”.

5.1 Mittaukset ennen ohjelmiston muutosta

Ensimmäinen mittaus suoritettiin ennen kuin mitään muutoksia autoon oli tehtynä. Dynamometrimittauksessa autossa oli oltava vetävissä pyörissä kesärenkaat jotteivät laitteiston rullat kuluisi. On tärkeää, että renkaissa on riittävästi kulutus pintaa. Renkaiden ja rullien välisen kitkan on oltava riittävän suuri, jotteivät renkaat luistaisi rullien päällä liikaa. Kesärenkaiden kulutus pinnaksi mitattiin 5,5 mm molemmista renkaista ja rengaspaineiksi 2,2 baria. Auto kiinnitettiin sidontaliinojen avulla huolellisesti takaa ja sivuista kiinni lattiaan. Koska mittauksissa autoa ajetaan täydellä teholla, on auton pysyttävä kunnollisesti paikoillaan. Vain renkaat pyörivät rullien päällä. Kuvassa 14 on nähtävillä testiauto dynamometrillä.



Kuva 14 Testiauton mittausvalmistelut

Kuvan 14 oikeassa yläreunassa on nähtävillä eräänlainen tietokoneen näyttö, josta nähdään auton nopeus sekä tehotietyllä nopeudella. Kuvasta 15 on nähtävillä tarkempi kuva Boschin valmistamasta laitteesta.



Kuva 15 Boschin dynamometri- laitteiston näyttöpääte

Tehomittauksen päätyttyä laitteiston näyttöpäätteelle piirtyy kuvat teho- ja vääntömomenttikuvaajista. Vasta sen jälkeen, kun auto on kiinnitetty huolellisesti alustastaan, voidaan testi aloittaa. Kuvista 16 ja 17 nähdään auton kiinnitykset taka- sekä etuosasta.



Kuva 16 Testiauton kiinnitys etuosastaan



Kuva 17 Testiauton kiinnitys takaosastaan

Kiinnittämisen jälkeen auton eteen asennettiin ylimääräinen puhallin, sillä suurella kuormituksella auton moottori lämpenee huomattavan kuumaksi. Puhaltimen avulla vältetään mahdollisilta kannentiiviste- ja muilta korkean lämmön aiheuttamilta vaurioilta. Kuvasta 18 nähdään puhaltimen sijainti auton edestä. Puhallin oli asennettuna noin puolentoista metrin päähän testiauton katsottuna. Puhallin otti ilman suoraan ulkoilmasta, jonka lämpötila $t \approx 0^\circ \text{C}$.



Kuva 18 Mittaustapahtuma ja puhaltimen sijainti testiautoon nähden

Mittauksessa autoa alettiin kiihdyttää kuten normaalissa ajossa, moottorin pyörimisnopeutta lisäämällä ja suurempaan vaihteeseen vaihtamalla. Mittaus tehdään kaksi kertaa. Ensimmäisellä kerralla teho- ja vääntömomenttilukemat ovat enemmän suuntaa-antavia, ja moottorille saadaan ihanteellisempi käyntilämpötila. Auton moottoritilaan asennettiin laite, joka mittaa moottorin pyörimisnopeutta ja lämpötilaa. Myös suuremmat epäpuhtaudet pakoputkistosta saadaan kovalla kuormituksella irtoamaan. Ensimmäisen mittauksen jälkeen ja renkaiden lämmentyä ruiskutettiin kitkaa lisäävää spraytä vetäville pyörille luiston eliminoimiseksi.

Toisella mittauksella saadaan ensimmäistä mittausta suurempi teho, kuten kuvasta 19 nähdään. Siinä alempi kuvaaja on ensimmäisen mittauksen tehokuvaaja ja ylempi kuvaaja toisen mittauksen tehokuvaaja. Maksimiteho saavutetaan molemmilla mittauksilla 4. vaihteella. Kuvan 19 näyttöpäätteeltä nähdään teho nopeuden funktiona ja auton nopeus rullien päällä.

Testin suorittajalla on auton ohjaamosta suora näköyhteys näyttöpäätteeseen. Mittaaja näkee näytöltä hetken, jolloin teholumema ei enää nouse, ja siirtää jalan pois kaasupolkimelta. Tämän jälkeen teho ja vääntömomentti saadaan samalle kuvaruudulle.



Kuva 19 Kahden mittauksen tehokuvaajat

5.2 Mittaukset ohjelmistomuutoksen jälkeen

Toinen mittaus suoritettiin kaksi kuukautta ohjelmistopäivityksen asennuksen jälkeen. Mittauspaikka oli sama paikka, Toijalan Autosähkö Valkeakoskella. Jotta saatava tulos olisi luotettava, oli tärkeätä, että testiauton vetävillä pyörillä oli tarkalleen samat renkaat samoilla rengaspaineilla kuin ensimmäisessäkin mittauksessa.

Rengaspaineet tarkastettiin ennen toista mittausta ja ne olivat samat kuin ennenkin, 2,2 bar. Alkuvalmistelut olivat samat kuin ensimmäisessä mittauksessa..

Ulkolämpötilaksi mitattiin jälleen $t \approx 0^\circ \text{C}$, joten mittatilanteiden olosuhteiden voitiin katsoa olevan samat.

6 OHJELMISTON VAIKUTUS

Ohjelmiston valmistaja Upsolute kertoo web-sivuillaan taulukkomuodossa muutokset tehon ja vääntömomentin kasvusta sekä polttoaineenkulutuksen laskusta. Taulukkoon 2 on kerätty tiedot ohjelmistovalmistajan, Upsoluten kotisivuilta.

Taulukko 2. Alkuperäisen ja ohjelmistoviritetyn auton tekniset tiedot /6/

	Alkuperäinen	Upsolute
Sylinteritilavuus cm ³	1995	1995
Puristussuhde	18.5:1	18.5:1
Teho (hp)	100	127
Teho (kW)	74	92
Vääntömomentti (Nm)	205	275
Huippunopeus (km/h)	187	195
Polttoaineenkulutus, 90 km/h	5 l/100 km	4,9 l/100 km
Polttoaineenkulutus, 120 km/h	6,1 l/100 km	5,9 l/100 km
Polttoaineenkulutus, kaupunkiajo	8,1 l/100 km	7,5 l/100 km

Taulukosta 2 nähdään, että valmistajan ilmoittama teho on 74 kW ja maksimi vääntömomentti on 205 Nm. Kun autoon on asennettu Upsoluten ohjelmisto, ilmoitetaan lukemiksi 92 kW ja 275 Nm; tehon odotetaan siis kasvavan 18 kW ja vääntömomentin 70 Nm. Polttoainekulutuksen oletetaan laskevan kaikilla ajonopeuksilla. Huippunopeuden kasvuksi kerrotaan 8 km/h.

Testiautolla ajettiin yhteensä noin 11000 km, jotta saataisiin todelliset kulutukset selville ennen ja jälkeen muutosten. Ennen ohjelmistomuutosta testiajoa ajettiin 5880 km. Tällä matkalla polttoainetta kului 325 l. Tällöin polttoaineen keskikulutus oli noin 5,5 l/100 km. Ajo oli sekalaista ajoa, josta noin puolet oli kaupunki- ja puolet matka-ajoa 80 -100 km/h nopeudella.

Testiajoa kertyi muutosten jälkeen 5090 km ja polttoainetta kului 260 l.

Polttoaineenkeskikulutus oli noin 5,1 l/100 km. Testiauton polttoaineenkulutus väheni uuden ohjelmiston avulla 0,4 l/100 km, vaikka teho kasvoi.

7 AUTON VIRITTÄMISTÄ KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

Jos autoa, sen moottoria, voimansiirtoa tai koria aletaan muuntaa osia vaihtamalla, tulee muutosten suhteen olla tietoinen myös Suomen lainsäädännöstä. Auto tulee muutoskatsastaa, jos osia vaihdetaan tai moottoria, voimansiirtoa, alustaa tai moottorinohjausta muutetaan. Tieliikennelaissa on määrätty mitä saa ja mitä ei saa tehdä. Pääsääntönä on kuitenkin se, että jos auton moottoritehoa kasvatetaan, pitää alustan ja voimansiirron vastata myös mallisarjassa tehokkaampaa versiota. Kun tehoa nostetaan, tulee myös alustan ja jarrujen olla vastaavat kuin tehokkaammassa versiossa. /3/

Vähäpäästöisen auton päästöihin vaikuttavia rakenteita ja laitteita saa vaihtaa vain auton valmistajatehtaan tai asianomaisen viranomaisen hyväksymiin laitteisiin; tällöin muutoksen kohteena olevaa autoa koskevien tai myöhempien päästövaatimusten tulee täytyä. /3/

7.1 Suomen lainsäädäntö rajoittaa auton muuttamista

Helsingissä 23. päivänä lokakuuta 1998 annettu liikenneministeriön päätös selvittää tarkasti, mitä autossa saa muuttaa ja miten.

2. luku on nimeltään moottorin ja pakoputkiston muutokset. Siinä 5§, moottorin vaihto, määrittää seuraavaa:

”1. Muutoskatsastuksessa saadaan hyväksyä alkuperäistä kevyemmän, teholtaan tai iskuutilavuudeltaan pienemmän moottorin vaihtaminen.” /4/

”2. Muutoskatsastuksessa saadaan hyväksyä myös sellaisen alkuperäistä painavamman, teholtaan tai iskuutilavuudeltaan suuremman moottorin (*vertailumoottori*) vaihtaminen, jonka auton valmistaja on tarkoittanut käytettäväksi samaan mallisarjaan kuuluvassa, yleiseen tieliikenteeseen tarkoitettussa autossa, taikka myös vertailumoottoreita tehokkaamman, painavamman tai iskuutilavuudeltaan suuremman moottorin vaihtaminen. Vaihtaminen on sallittua seuraavin edellytyksin:

a) auton jarrut, voimansiirto ja muut liikenneturvallisuuteen vaikuttavat rakenteet vastaavat vertailumootorilla varustettua autoa, mahdollinen vakiovarusteena oleva lukkiutumaton jarrujärjestelmä mukaan luettuna; ” /4/

Tämä tarkoittaa sitä, että moottoritehon noustessa on auton oltava yhtä turvallinen kuin ennenkin. Siksi auton jarrujen, voimansiirron ja muiden liikenneturvallisuuteen vaikuttavien rakenteiden on vastattava tehokkaampaa versiota. Testiauto, kuten kappaleessa 4.3 mainitaan, vastasi jo valmiiksi alustaltaan ja jarruiltaan mallisarjan tehokkainta versiota.

”c) autoon vaihdettavan vertailumootoreita tehokkaamman moottorin teho on korkeintaan 20 % suurempi kuin tehokkaimman vertailumootorin teho saman normin mukaan mitattuna; /4/”

Tässä työssä tutkitun auton teho on tehtaan ilmoituksen mukaan 74 kW. Mallisarjan tehokkain moottori on 141 kW. Lisäämällä 20 % 141 kW:n teholumemaan saadaan arvoksi 169 kW.

”d) autoon vaihdettavan vertailumootoreita iskuilavuudeltaan suuremman moottorin iskuilavuus on korkeintaan 25 % suurempi kuin iskuilavuudeltaan suurimman vertailumootorin iskuilavuus;” /4/

Iskuilavuus ei muutu ohjelmistovirityksellä. Myöskään mitään mekaanisia muutoksia ei suoritettu. Kaikki suoritettavat muutokset vaikuttavat ainoastaan moottorinohjausjärjestelmän toimintaan.

”g) jos autoon vaihdettavan moottorin käyntinopeusalue ja vääntömomentti poikkeavat huomattavasti vertailumootorin vastaavista arvoista, on myös voimansiirto muutettava vastaavasti.” /4/

Turboahdettujen dieselmootoreiden vaihteistot on suunniteltu kestävänsä suurta vääntömomenttia. Testiauton vaihteisto saattaisi kestää kasvavan tehon ja vääntömomentin. Laki edellyttää kuitenkin vaihteiston vaihtoa.

8§:ssa kerrotaan, kuinka auton pakokaasupäästöt saavat muuttua moottorin vaihdon tai moottorin muutoksen jälkeen:

”2. Vähäpäästöisen auton päästöihin vaikuttavia rakenteita ja laitteita saa vaihtaa vain auton valmistajatehtaan tai asianomaisen viranomaisen hyväksymiin laitteisiin; tällöin muutoksen kohteena olevaa autoa koskevien tai myöhempien päästövaatimusten tulee täytyä. /4/”

Vähäpäästöisen auton tehoa ei saa ruveta kasvattamaan muilla kuin viranomaisen hyväksymillä tarvikkeilla. Tämän kaltainen viranomaislaitos on TÜV (www.tuv.fi), joka antaa maahantuotujen ajoneuvojen vaatimustenmukaisuustodistukset. /4/
VTT (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus) on puolueeton tutkimuslaitos, joka suorittaa päästövaatimukseen liittyviä mittauksia. /7/

7.2 Testiauton muuttaminen tieliikennekelpoiseksi

Moottoritehon noustessa 18 kW tulee testiauton vastata myös tehokkaampaa versiota alustansa ja voimansiirtonsa perusteella. Auto tulisikin muuntaa vastaamaan 2.2 DTi –mallimerkinnällä olevaan Vectraa.

Molempien autojen alusta on sama sekä etu- ja takajarrut ovat toisiaan vastaavat. Jotta testiauto saataisiin tieliikennekelpoiseksi, tulisi sen kytkin sekä vaihteisto muuttaa vastaamaan 2.2 DTi Vectran voimansiirtoa. Lisäksi puolueettoman tutkimuslaitoksen tulisi mitata muutetun moottorin aiheuttamat pakokaasupäästöt, jotta ne olisivat raja-arvojen sisäpuolella. Näitä mittauksia suorittaa Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT). /2/

8 OHJELMISTOVIRITETTY VS. 2.2 DTi

Vuonna 2001 on ollut saatavilla Opel Vectra -henkilöauto 2.0- ja 2.2-litran ahdetulla turbodieselmoottorilla. 2.0-litran dieselmoottorin tekniset tiedot on nähtävillä taulukosta 1. Taulukosta 3 nähdään ahdetun 2,2-litran dieselmoottorin tiedot.

Vuonna 2001 Opel Vectra ahdetulla 2.0-litran dieselmoottorilla maksoi 27734€ ja 2,2-litran moottorilla 31750 €. /3/

Hintaeroa 2-litraiseen on siis ollut uutena noin 4000 €. WD Racing oy:n myymä Upsoluten ohjelmistoviritys maksaa vain noin kymmenesosan (1/10) hintaerosta, 399 €. /8/

Taulukko 3. Y22DTR-moottorin päätiedot /10/

Moottori	Yksikkö	Y22DTR
Sylinteriluku / sijainti		4 /rivissä
Venttiilien lukumäärä		16
Iskutilavuus	cm ³	2171
Porauksen halkaisija	mm	84
Isku	mm	98
Teho	kW/1/min	92/400
Vääntömomentti	Nm/1/min	270/ 1500 -2750
Puristussuhde		18,5:1

Teho- ja vääntömomentti ovat ohjelmistoviritettyllä 2,0-litran dieselmoottorilla suurin piirtein samat, kuin virittämättömässä 2.2-litran dieselmoottorissa, kuten taulukosta 2 nähdään. Ainoastaan maksimivääntömomentin oletetaan nousevan 5 Nm suuremmaksi kuin 2.2-litran dieselmoottorin maksimivääntömomentin. Molemmissa moottoreissa on samanlaiset laakeroinnit, joten moottorin kestävyys ohjelmistovirityksen myötä ei muodostu riskiksi. Ainoa, mikä saattaisi epätaloudellisella ajotavalla rasittaa, on auton vaihteisto. X20DTH-moottorin yhteydessä käytetään F23-tyyppistä vaihteistoa. Vaihteisto on mitoitettu kestäämään 230 Nm jatkuvan vääntömomentin. Taulukosta 2 nähdään, että vääntömomentti nousisi korkeammaksi kuin 230 Nm. Y20DTR-moottorin yhteydessä käytetään

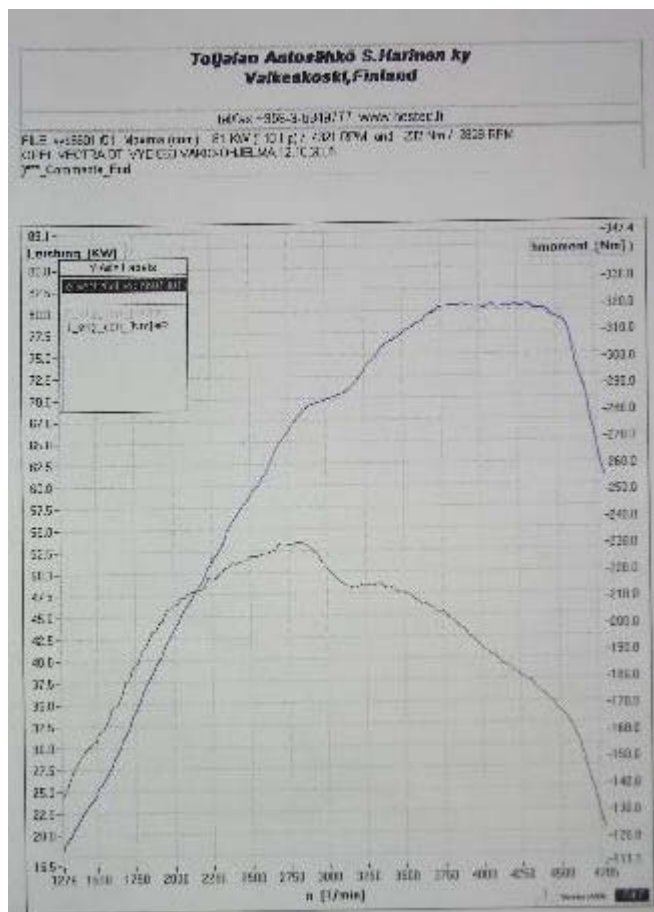
F30-tyyppistä vaihteistoa, jonka on mitoitettu kestämään 300 Nm maksimivääntömomentin.

Todennäköisesti vaihteiston kestävyys on syy, miksi Opelin X20DTH-moottorin maksimivääntömomentti on 205 Nm eikä maksimiteho ole suurempi kuin 74 kW. Se jää vaihteistolle mitoitetusta 230 Nm vääntömomenttilukemasta, joten vaihteisto kestää virittämättömän moottorin vääntömomentin.

9 LOPPUTULOKSET

9.1 Tulokset ennen ohjelmistomuutosta

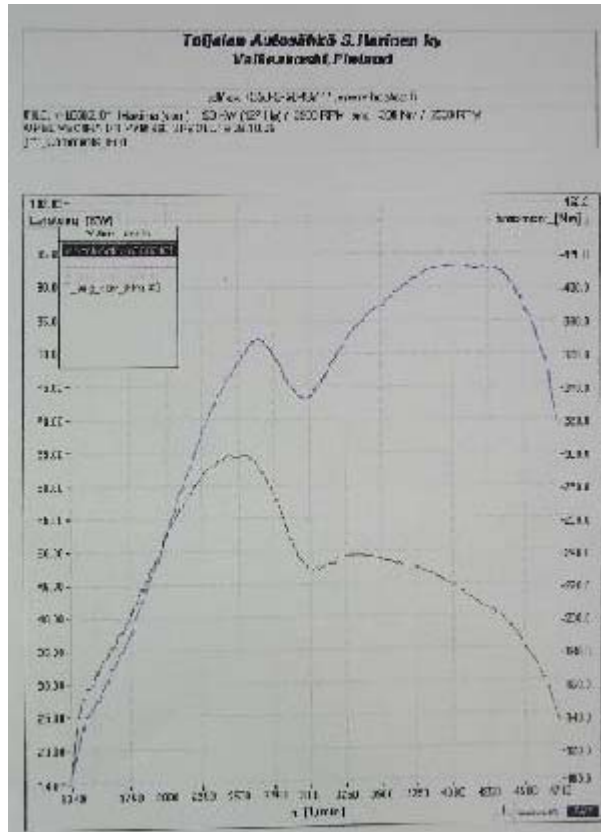
Testiauton ensimmäisen tehomittauskerran tulos oli kuvan 22 mukainen (Liite 1). Maksimitehoksi saatiin ilman muutoksia 81 kW ja maksimivääntömomentiksi 232 Nm. Vertaamalla taulukkoon 1 voidaan havaita, että teho- ja vääntömomentti olivat tehtaan ilmoittamista arvoista 7 kW ja 27 Nm korkeammat. Kuten kuvasta 22 nähdään, nousevat teho- ja vääntömomenttikäyrät tasaisesti. Vääntömomentti alkaa laskea, kun moottorin pyörimisnopeus nousee yli on 2800 1/min. Taulukossa 1 on ilmoitettu, että maksimivääntömomentti saavutetaan keskimäärin moottorin pyörimisnopeuden ollessa 1600 -2750 1/min. Testiauton maksimivääntömomentti saavutetaan suurin piirtein tällä pyörimisnopeusalueella.



Kuva 22 Teho- vääntömomenttikuvaaja ennen ohjelmistomuutosta

9.2 Tulokset ohjelmistomuutoksen jälkeen

Toisessa mittauksessa, kuva 23 (Liite 2), autossa oli asennettuna Upsoluten valmistama ohjelmistoviritys. Ero muuttamattomaan autoon oli huomattava. Huippunopeuksia testiautolla ei kokeiltu, sillä Suomen tieliikenteessä ei ole mahdollisuutta lain puitteissa tätä suorittaa.



Kuva 23 Teho- vääntömomenttikuvaajat ohjelmistomuutoksen jälkeen

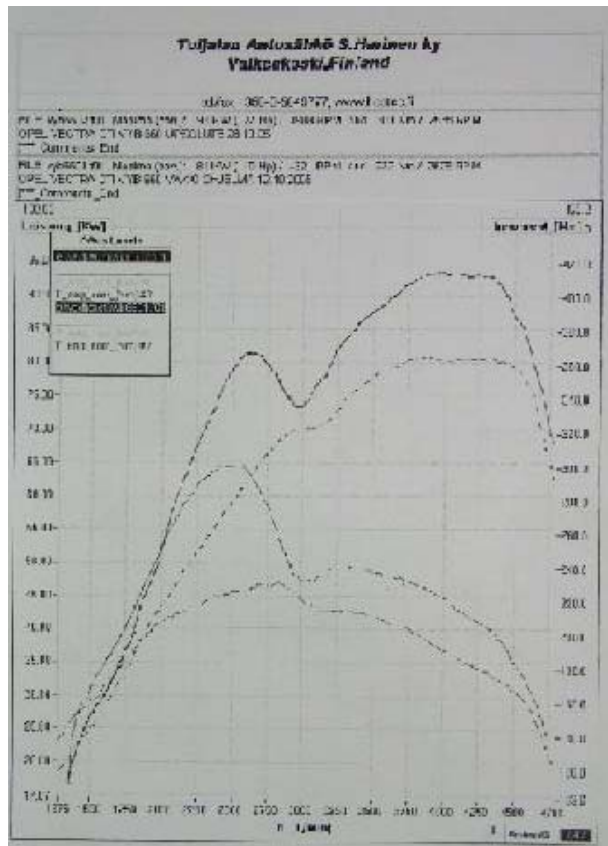
Kuten kuvasta 23 nähdään, muutetulla ohjelmistolla varustetulla moottorin ohjainlaiteella moottorin teho- ja vääntömomenttilukemiksi saadaan 93 kW sekä 301 Nm. Teho- ja vääntömomenttikuvaajat ovat muodoltaan hieman poikkeavat kuten kuvasta 22 voidaan huomata. Maksimivääntömomentin alkaessa laskea, voidaan samalla pyörimisnopeusalueella huomata, että tehokäyrä tekee notkahduksen. Tällä pyörimisnopeudella moottorin ohjainlaitteen oma järjestelmä alkaa estää vääntömomentin kasvua. Sama asia on nähtävissä myös kuvasta 22, mutta paljon heikompana. Upsoluten ohjelmistossa korostuu teho- ja vääntömomentin nousun ohella myös tapahtuma, jossa moottorin ohjainlaite alkaa suojella moottoria mahdollisilta vaurioilta.

9.3 Tulosten vertailua

Testiauton ensimmäisen tehomittauskerran tulos oli kuvan 22 mukainen (Liite 1). Kuvasta 24 (Liite 3) nähtävissä tarkemmin ensimmäisen ja toisen mittauskerran kuvaajien erot eri pyörimisnopeuksilla.

Vertaamalla näitä arvoja taulukkoon 2 voidaan sanoa, että Upsoluten ohjelmistolla varustettu testiauto täytti tehon osalta valmistajan ilmoittaman arvon.

Vääntömomentiksi Upsolute on ilmoittanut 275 Nm, mutta testiautossa muutos oli suurempi. Vertaamalla taulukon 2 arvoja voidaan havaita, että tehon ilmoitetaan nousevan alkuperäisestä 18 kW ja vääntömomentin 70 Nm. Testiauton kohdalla muutos oli tästä hieman poikkeava, sillä lähtöarvot olivat tehtaan ilmoittamista arvoista huomattavasti korkeammat. Jos kyseisen testiauton, tai vastaavalla moottorilla olevan teho- ja vääntömomentti olisivat olleet tehtaan ilmoittamien arvojen mukaiset, olisi näiden arvojen nousu ollut 19 kW ja 96 Nm.



Kuva 24 Tehomittausten kuvaajat samalla asteikolla

Toisesta mittauksesta saatuja arvoja vertaamalla taulukossa 3 oleviin 2,2 litran dieselmoottorin arvoihin voidaan todeta, että teholumemat ovat lähes vastaavat. Liitteistä 4, 5 ja 6 on nähtävillä moottorin eri pyörimisnopeuksia, niitä vastaava teho- ja vääntömomenttilukemat sekä tehohäviöt.

Testiauton kytkimessä ei havaittu luistamista eikä vaihteiston toiminnassa havaittu muutoksia yli 5000 km:n sekalaisessa ajossa.

10 YHTEENVETO

Työn suorittaminen oli mielenkiintoista, ja halu oppia uutta teki siitä mielekästä. Mielenkiintoa lisäsi se, että testattava henkilöauto oli oma. Kuulostaa oudolta, että muistipiirit uudelleen ohjelmoituina, saavat auton käyttäytymisen muuttumaan suuresti. Ohjelmistopäivitys, lastujen asennus, oli tarkkaa työtä. Virhe muistipiirien tinaamisessa siten, että muistipiirit eivät olisi riittävässä kontaktissa piirilevyyn, olisi saattanut saanut aikaan ilmiön jolloin auto ei käynnistyisi. Oli olemassa myös riski, että auton moottorinohjainlaitteen sähköpiirit menisivät oikosulkuun ja ohjainlaite rikkoutuisi. Ohjainlaitteen sijainnista riippuen kuluu ammattimieheltä aikaa muistipiirien vaihtamiseen ja ohjelmointiin tunnista kahteen tuntiin. Jokainen ladattava ohjelmisto tilataan varta vasten sähköpostin välityksellä Upsoluten keskuksesta Itävallasta.

Ohjelmistoviritys onnistui, ja auto saatiin vastaamaan suorituskäyttöään mallisarjassa seuraavaksi tehokkaampaa versiota. Tosin vääntömomentti oli oletettua korkeampi. Vääntömomentin suurempi kasvu oli positiivinen asia. Korkea moottorin vääntömomentti on tärkeämpi asia kuin korkea teholumena.

Tehodynamometrimittaukset Toijalan Autosähkö Oy:n tiloissa Valkeakoskella olivat antoisia. Molemmilla kerroilla oli mahdollisuus tutustua muihinkin kuin omaan autoon suoritettaviin mittauksiin ja keskustella muiden asiakkaiden kanssa. Mittauksen suorittaja antoi auton muuttamiseen liittyvää tietoa ja tulosti tehomittaukseen liittyviä dokumentteja normaalia käytäntöä suuremman määrän. Nämä dokumentit ovat nähtävillä liitteissä 4-10. Niistä selviää muun muassa teho- ja vääntömomenttilukemat moottorin eri pyörimisnopeuksilla sekä tehohäviöt. Pöytäkirjoissa on myös esillä tehohäviöt niin moottori- kuin pyörätehoista. Myös vääntömomentin häviöt ovat esillä.

LÄHTEET

Painetut lähteet

1. Thijis Schoonbrood, Elektroniikalla ytyä pyttyyn. Prosessori 10/2005, s. 42–43.

Sähköiset lähteet

2. Ajoneuvohallintokeskus. [www-sivu]. [viitattu 26.3.2006] Saatavissa: <http://www.ake.fi>
3. Autotalli. [www-sivu]. [viitattu 12.3.2006] Saatavissa: <http://www.autotalli.fi>
4. Finlex –valtion säädöstietopankki, tieliikennelaki. [www-sivu]. [viitattu 31.3.2006] Saatavissa: <http://www.finlex.fi>
5. TÜV NORD Finland Oy. [www-sivu]. [viitattu 26.3.2006] Saatavissa: <http://www.tuv.fi>
6. Upsolute. [www-sivu]. [viitattu 4.1.2006] Saatavissa: <http://www.upsolute.com>
7. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. [www-sivu]. [viitattu 26.3.2006] Saatavissa: <http://www.vtt.fi>
8. WD Racing Oy. [www-sivu]. [viitattu 13.1.2006] Saatavissa: <http://www.wdracing.net/>

Muut lähteet

10. TIS 2000, Opel jälleenmyyjien käyttämä tiedonhakuohjelma [viitattu 13.3.2006]. Oy Metroauto Ab.

LIITTEET

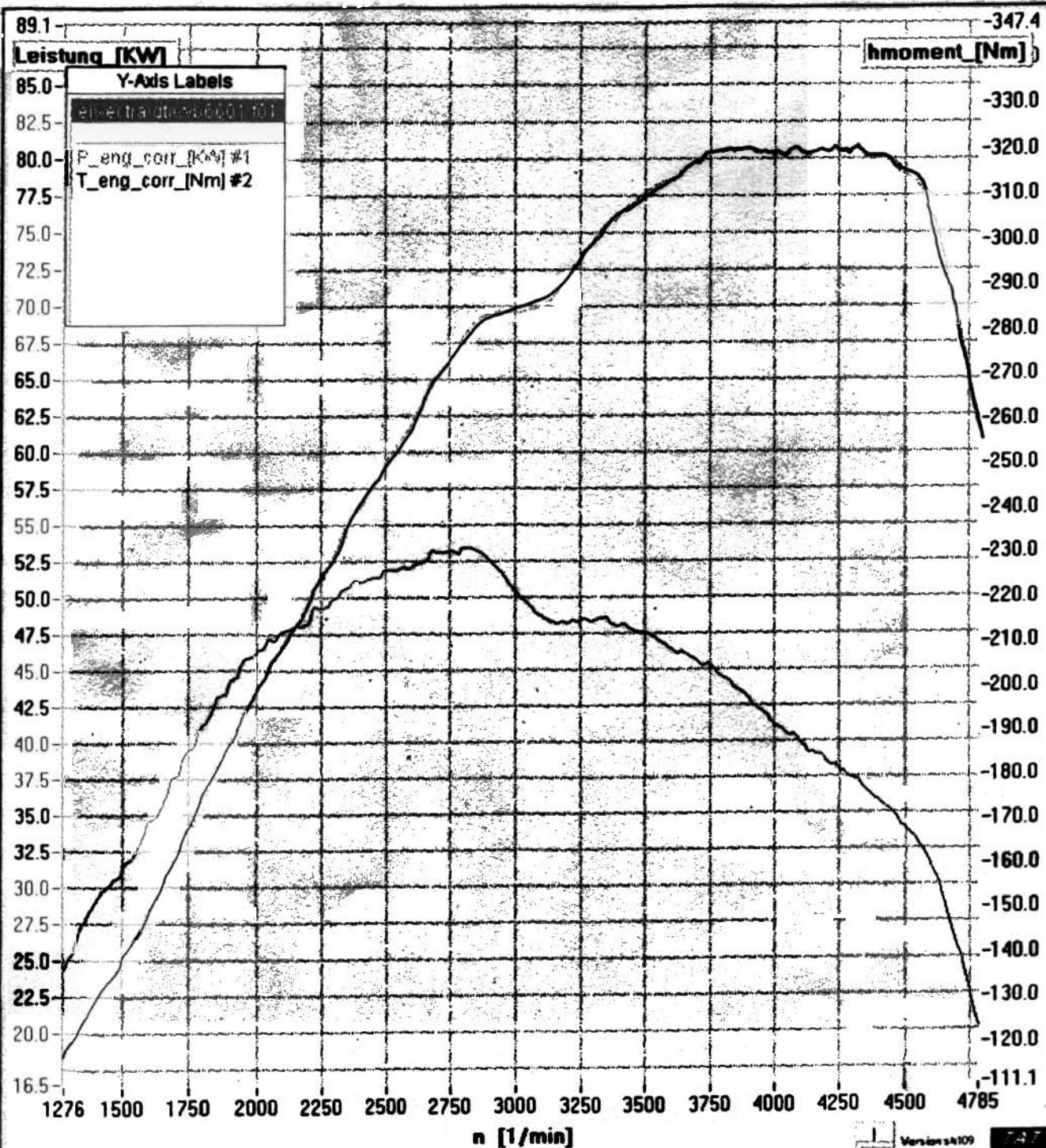
1. Dynamometrimittauksen kuvaaja ennen ohjelmistomuutosta
2. Dynamometrimittauksen kuvaaja ohjelmistomuutoksen jälkeen
3. Virittämättömän ja viritetyn moottorin teho- ja vääntömomenttikuvaajat
4. Mittauspöytäkirja ennen ohjelmistomuutosta
5. Mittauspöytäkirja ohjelmistomuutoksen jälkeen

Toijalan Autosähkö S.Harinen ky
Valkeakoski, Finland

tel/fax +358-3-5849777, www.hestec.fi

FILE: vyb6601.ID1 Maxima (corr.): 81 KW (110 Hp) / 4321 RPM and 232 Nm / 2828 RPM
 OPEL VECTRA DTI VYB-660 VAKIO-OHJELMA 12.10.2005

*** Comments End

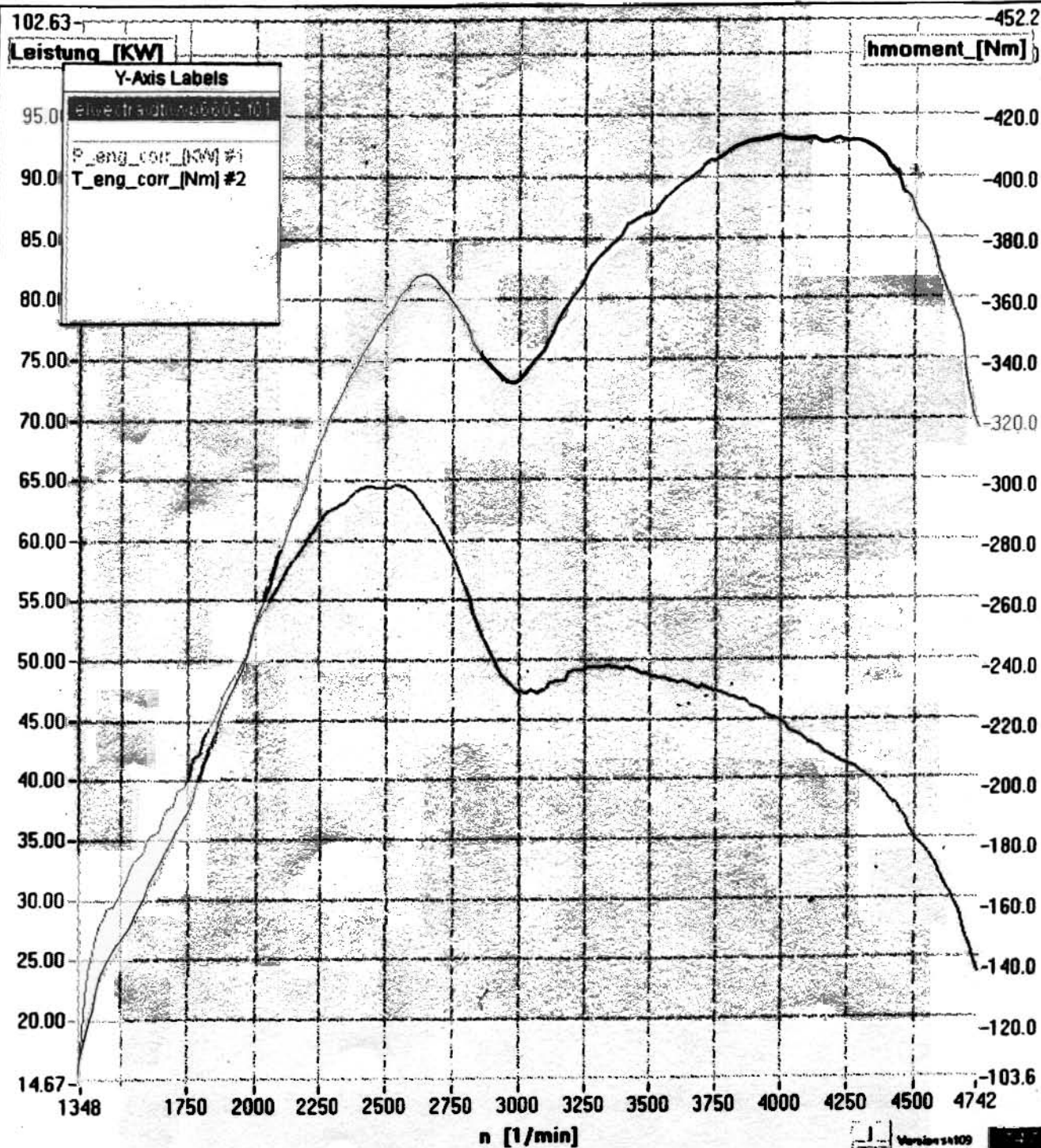


Toijalan Autosähkö S.Harinen ky
Valkeakoski, Finland

tel/fax +358-3-5849777, www.hestec.fi

FILE: vyb6602.D1 Maxima (corr.): 93 KW (127 Hp) / 3988 RPM and 301 Nm / 2538 RPM
 OPEL VECTRA DTI VYB-660 UPSOLUTE 28.10.05

*** Comments_End



Toijalan Autosähkö S.Harinen ky
Valkeakoski, Finland

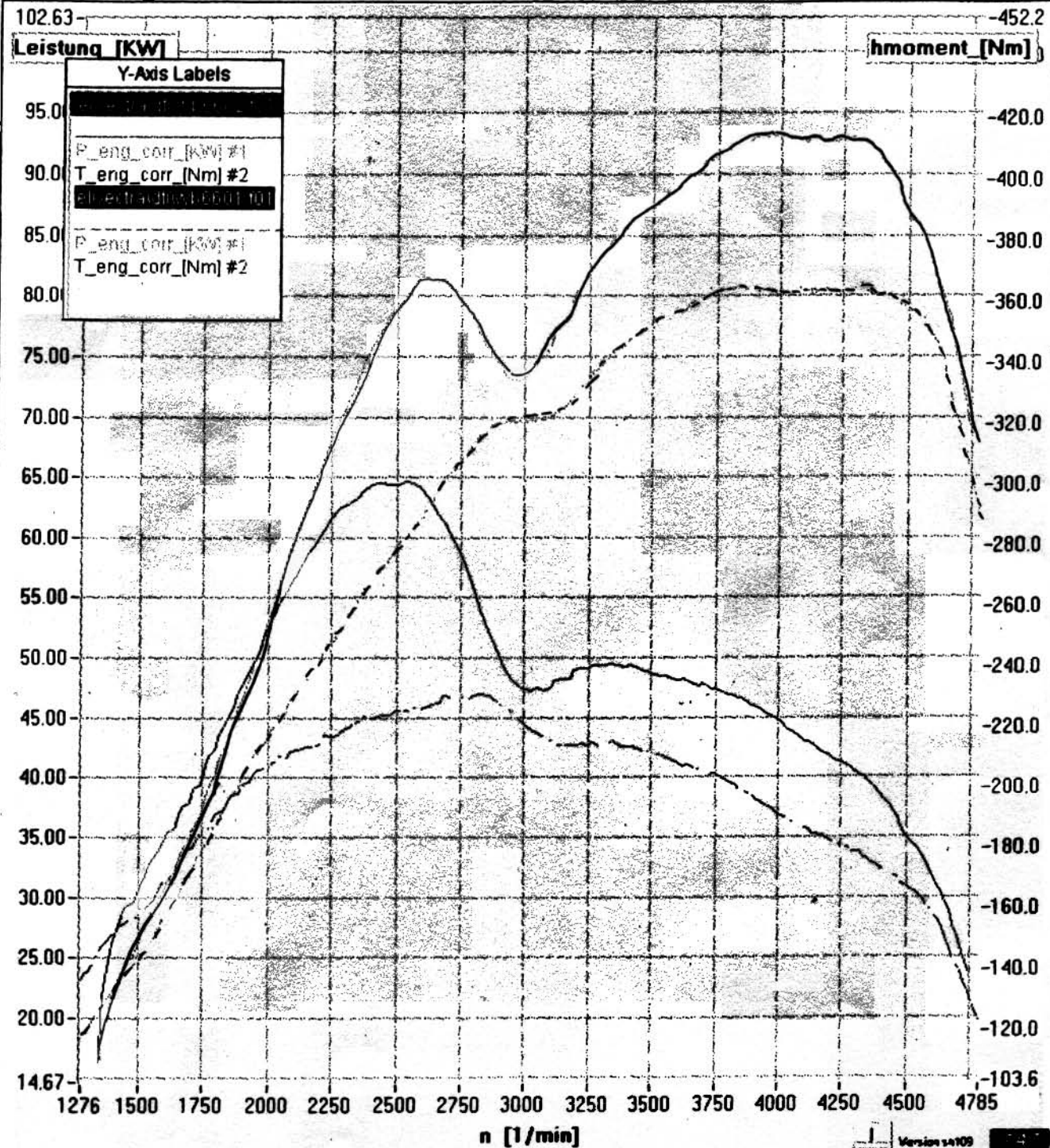
tel/fax +358-3-5849777, www.hestec.fi

FILE: vyb6602.01 Maxima (corr.): 93 KW (127 Hp) / 3988 RPM and 301 Nm / 2538 RPM
 OPEL VECTRA DTI VYB-660 UPSOLUTE 28.10.05

*** Comments End

FILE: vyb6601.01 Maxima (corr.): 81 KW (110 Hp) / 4321 RPM and 232 Nm / 2828 RPM
 OPEL VECTRA DTI VYB-660 VAKIO-OHJELMA 12.10.2005

*** Comments End



FILE: vyb6601.f01 Maxima (corr): 81 KW (110 Hp) / 4321 RPM and 232 Nm / 2828 RPM
 OPEL VECTRA DTI VYB-660 VAKIO-OHJELMA 12.10.2005
)_Comments_End
 <_Parameters_Start
 Source File : 12100841.erg
 Rolling Road : FLA 206
 Vehicle Type : CAR
 Correction : DIN K-Factor: 0.9782
 Temperature : 18 °C Barometer: 1032 hPa
 Drive : Front (FWD) Transmission: Manual
 Ignition : Turbo_Diesel Slip : no SLIP

n	v	P_wheel	P_loss	P_eng	P_eng_co	P_eng	P_eng_co	T_eng	T_eng_co
1/min	[Km/h]	[KW]	[KW]	[KW]	[KW]	[Hp]	[Hp]	[Nm]	[Nm]
1276	44.0	15.4	3.3	18.7	18.3	25.4	24.9	139.9	136.9
1290	44.5	16.0	3.2	19.2	18.8	26.1	25.5	142.1	139.0
1305	45.0	16.4	3.2	19.6	19.2	26.7	26.1	143.4	140.3
1320	45.5	16.8	3.3	20.1	19.7	27.4	26.8	145.8	142.7
1334	46.0	17.3	3.5	20.8	20.3	28.3	27.7	148.9	145.7
1348	46.5	17.7	3.5	21.2	20.7	28.8	28.2	150.1	146.9
1363	47.0	18.2	3.5	21.7	21.2	29.5	28.9	152.0	148.7
1378	47.5	18.6	3.5	22.1	21.6	30.1	29.4	153.2	149.9
1392	48.0	19.1	3.5	22.6	22.1	30.7	30.1	155.0	151.7
1406	48.5	19.4	3.6	23.0	22.5	31.3	30.6	156.2	152.8
1421	49.0	19.8	3.7	23.5	23.0	32.0	31.3	157.9	154.5
1436	49.5	20.1	3.7	23.8	23.3	32.4	31.7	158.3	154.9
1450	50.0	20.5	3.7	24.2	23.7	32.9	32.2	159.4	155.9
1464	50.5	20.8	3.8	24.6	24.0	33.4	32.7	160.2	156.7
1494	51.5	21.3	3.9	25.2	24.7	34.3	33.5	161.1	157.6
1508	52.0	21.9	4.0	25.9	25.3	35.2	34.5	164.0	160.4
1522	52.5	22.2	4.0	26.2	25.6	35.6	34.9	164.3	160.8
1537	53.0	22.6	4.0	26.6	26.0	36.2	35.4	165.3	161.7
1552	53.5	23.0	4.1	27.1	26.5	36.9	36.1	166.8	163.2
1566	54.0	23.5	4.1	27.6	27.0	37.5	36.7	168.3	164.6
1580	54.5	24.1	4.2	28.3	27.7	38.5	37.7	171.0	167.3
1595	55.0	24.8	4.2	29.0	28.4	39.4	38.6	173.6	169.8
1624	56.0	25.4	4.3	29.7	29.1	40.4	39.5	174.6	170.8
1638	56.5	25.8	4.3	30.1	29.4	40.9	40.0	175.4	171.6
1653	57.0	26.4	4.4	30.8	30.1	41.9	41.0	177.9	174.1
1668	57.5	27.0	4.4	31.4	30.7	42.7	41.8	179.8	175.9
1682	58.0	27.8	4.5	32.3	31.6	43.9	43.0	183.4	179.4
1711	59.0	28.5	4.6	33.1	32.4	45.0	44.0	184.7	180.7
1726	59.5	29.3	4.7	34.0	33.3	46.2	45.2	188.2	184.1
1740	60.0	29.9	4.7	34.6	33.8	47.1	46.0	189.9	185.8
1769	61.0	30.6	4.8	35.4	34.6	48.1	47.1	191.1	186.9
1784	61.5	31.3	4.9	36.2	35.4	49.2	48.2	193.8	189.6
1798	62.0	32.0	4.9	36.9	36.1	50.2	49.1	196.0	191.7
1827	63.0	32.8	5.0	37.8	37.0	51.4	50.3	197.6	193.3
1842	63.5	33.6	5.1	38.7	37.9	52.6	51.5	200.7	196.3
1856	64.0	34.3	5.1	39.4	38.5	53.6	52.4	202.7	198.3
1885	65.0	35.0	5.1	40.1	39.2	54.5	53.3	203.1	198.7
1900	65.5	35.8	5.2	41.0	40.1	55.8	54.5	206.1	201.6
1928	66.5	36.5	5.3	41.8	40.9	56.8	55.6	207.0	202.5
1943	67.0	37.3	5.4	42.7	41.8	58.1	56.8	209.9	205.3

2248	77.5	46.1	6.3	52.4	51.3	71.3	69.7	222.6	217.8
2276	78.5	46.7	6.5	53.2	52.0	72.4	70.8	223.2	218.3
2291	79.0	47.2	6.6	53.8	52.6	73.2	71.6	224.2	219.4
2320	80.0	47.9	6.9	54.8	53.6	74.5	72.9	225.6	220.7
2334	80.5	48.6	6.9	55.5	54.3	75.5	73.8	227.0	222.1
2364	81.5	49.3	7.0	56.3	55.1	76.6	74.9	227.5	222.5
2378	82.0	50.0	7.0	57.0	55.8	77.5	75.8	228.9	223.9
2407	83.0	50.5	7.1	57.6	56.3	78.3	76.6	228.5	223.5
2436	84.0	51.3	7.2	58.5	57.2	79.6	77.8	229.3	224.3
2450	84.5	51.7	7.2	58.9	57.6	80.1	78.4	229.5	224.5
2480	85.5	52.2	7.4	59.6	58.3	81.1	79.3	229.5	224.5
2494	86.0	53.0	7.4	60.4	59.1	82.1	80.4	231.3	226.2
2523	87.0	53.5	7.6	61.1	59.8	83.1	81.3	231.3	226.2
2552	88.0	54.2	7.6	61.8	60.5	84.0	82.2	231.2	226.2
2566	88.5	54.7	7.7	62.4	61.0	84.9	83.0	232.2	227.1
2596	89.5	55.2	7.8	63.0	61.6	85.7	83.8	231.8	226.7
2610	90.0	55.7	7.8	63.5	62.1	86.4	84.5	232.3	227.3
2639	91.0	56.5	7.9	64.4	63.0	87.6	85.7	233.0	228.0
2668	92.0	57.3	8.0	65.3	63.9	88.8	86.9	233.7	228.6
2682	92.5	58.0	8.3	66.3	64.9	90.2	88.2	236.0	230.9
2712	93.5	58.6	8.3	66.9	65.4	91.0	89.0	235.6	230.5
2726	94.0	59.1	8.1	67.2	65.7	91.4	89.4	235.4	230.3
2755	95.0	59.6	8.4	68.0	66.5	92.5	90.5	235.7	230.6
2784	96.0	60.1	8.5	68.6	67.1	93.3	91.3	235.3	230.2
2798	96.5	60.7	8.6	69.3	67.8	94.2	92.2	236.5	231.3
2828	97.5	61.2	8.9	70.1	68.6	95.3	93.3	236.7	231.6
2856	98.5	61.7	8.9	70.6	69.1	96.0	93.9	236.0	230.9
2871	99.0	61.9	8.9	70.8	69.3	96.3	94.2	235.5	230.4
2900	100.0	61.9	9.1	71.0	69.5	96.6	94.5	233.8	228.7
2914	100.5	61.9	9.1	71.0	69.5	96.6	94.5	232.6	227.6
2944	101.5	62.1	9.1	71.2	69.7	96.8	94.7	231.0	226.0
2972	102.5	62.0	9.1	71.1	69.6	96.7	94.6	228.4	223.4
2987	103.0	62.0	9.2	71.2	69.7	96.8	94.7	227.6	222.7
3016	104.0	61.9	9.2	71.1	69.6	96.7	94.6	225.1	220.2
3030	104.5	61.9	9.4	71.3	69.7	97.0	94.9	224.7	219.8
3060	105.5	62.0	9.4	71.4	69.8	97.1	95.0	222.9	218.0
3074	106.0	61.9	9.5	71.4	69.8	97.1	95.0	221.8	217.0
3103	107.0	62.1	9.6	71.7	70.1	97.5	95.4	220.7	215.8
3118	107.5	62.3	9.6	71.9	70.3	97.8	95.7	220.2	215.4
3132	108.0	62.4	9.6	72.0	70.4	97.9	95.8	219.5	214.7
3161	109.0	62.9	9.7	72.6	71.0	98.7	96.6	219.3	214.5
3176	109.5	63.4	9.6	73.0	71.4	99.3	97.1	219.5	214.7
3204	110.5	63.8	9.8	73.6	72.0	100.1	97.9	219.3	214.6
3219	111.0	64.3	9.9	74.2	72.6	100.9	98.7	220.1	215.3
3248	112.0	64.8	9.9	74.7	73.1	101.6	99.4	219.6	214.8
3262	112.5	65.3	10.0	75.3	73.7	102.4	100.2	220.4	215.6
3292	113.5	65.7	10.0	75.7	74.1	103.0	100.7	219.6	214.8
3306	114.0	66.2	10.0	76.2	74.5	103.6	101.4	220.1	215.3
3335	115.0	66.7	10.2	76.9	75.2	104.6	102.3	220.2	215.4
3350	115.5	67.1	10.3	77.4	75.7	105.3	103.0	220.7	215.9
3378	116.5	67.2	10.3	77.5	75.8	105.4	103.1	219.1	214.3
3393	117.0	67.4	10.3	77.7	76.0	105.7	103.4	218.7	213.9
3422	118.0	67.9	10.5	78.4	76.7	106.6	104.3	218.8	214.0
3436	118.5	68.0	10.5	78.5	76.8	106.8	104.4	218.1	213.4
3466	119.5	68.4	10.4	78.8	77.1	107.2	104.8	217.1	212.4
3480	120.0	68.6	10.6	79.2	77.5	107.7	105.4	217.3	212.6
3494	120.5	68.7	10.7	79.4	77.7	108.0	105.6	217.0	212.3

3784	130.5	70.8	11.5	82.3	80.5	111.9	109.5	207.7	203.1
3799	131.0	70.9	11.4	82.3	80.5	111.9	109.5	206.9	202.4
3828	132.0	70.9	11.6	82.5	80.7	112.2	109.8	205.8	201.3
3842	132.5	70.5	11.7	82.2	80.4	111.8	109.4	204.3	199.8
3857	133.0	70.6	11.8	82.4	80.6	112.1	109.6	204.0	199.6
3886	134.0	70.6	11.9	82.5	80.7	112.2	109.8	202.7	198.3
3900	134.5	70.6	11.9	82.5	80.7	112.2	109.8	202.0	197.6
3915	135.0	70.2	12.0	82.2	80.4	111.8	109.4	200.5	196.1
3930	135.5	70.3	12.0	82.3	80.5	111.9	109.5	200.0	195.6
3958	136.5	70.2	12.1	82.3	80.5	111.9	109.5	198.5	194.2
3973	137.0	70.2	12.2	82.4	80.6	112.1	109.6	198.1	193.7
3988	137.5	69.8	12.2	82.0	80.2	111.5	109.1	196.4	192.1
4002	138.0	69.7	12.3	82.0	80.2	111.5	109.1	195.7	191.4
4031	139.0	69.7	12.4	82.1	80.3	111.7	109.2	194.5	190.3
4046	139.5	69.6	12.4	82.0	80.2	111.5	109.1	193.6	189.3
4060	140.0	69.6	12.6	82.2	80.4	111.8	109.4	193.3	189.1
4074	140.5	70.0	12.6	82.6	80.8	112.3	109.9	193.6	189.4
4104	141.5	69.5	12.7	82.2	80.4	111.8	109.4	191.3	187.1
4118	142.0	69.5	12.8	82.3	80.5	111.9	109.5	190.8	186.7
4132	142.5	69.0	12.8	81.8	80.0	111.2	108.8	189.0	184.9
4147	143.0	69.3	12.9	82.2	80.4	111.8	109.4	189.3	185.2
4162	143.5	69.3	12.9	82.2	80.4	111.8	109.4	188.6	184.5
4176	144.0	69.5	13.0	82.5	80.7	112.2	109.8	188.7	184.5
4205	145.0	69.1	13.1	82.2	80.4	111.8	109.4	186.7	182.6
4220	145.5	69.3	13.1	82.4	80.6	112.1	109.6	186.5	182.4
4234	146.0	69.3	13.3	82.6	80.8	112.3	109.9	186.3	182.2
4248	146.5	68.8	13.3	82.1	80.3	111.7	109.2	184.5	180.5
4263	147.0	69.1	13.4	82.5	80.7	112.2	109.8	184.8	180.8
4278	147.5	69.0	13.4	82.4	80.6	112.1	109.6	184.0	179.9
4292	148.0	68.8	13.5	82.3	80.5	111.9	109.5	183.1	179.1
4321	149.0	69.2	13.6	82.8	81.0	112.6	110.2	183.0	179.0
4336	149.5	68.6	13.6	82.2	80.4	111.8	109.4	181.1	177.1
4350	150.0	68.5	13.7	82.2	80.4	111.8	109.4	180.4	176.5
4364	150.5	68.3	13.7	82.0	80.2	111.5	109.1	179.4	175.5
4379	151.0	68.2	13.8	82.0	80.2	111.5	109.1	178.8	174.9
4394	151.5	68.1	13.8	81.9	80.1	111.4	109.0	178.0	174.1
4408	152.0	67.9	14.0	81.9	80.1	111.4	109.0	177.4	173.6
4422	152.5	67.8	14.0	81.8	80.0	111.2	108.8	176.6	172.8
4437	153.0	67.6	14.1	81.7	79.9	111.1	108.7	175.8	172.0
4452	153.5	67.5	14.1	81.6	79.8	111.0	108.6	175.0	171.2
4466	154.0	67.3	14.2	81.5	79.7	110.8	108.4	174.3	170.5
4480	154.5	66.7	14.2	80.9	79.1	110.0	107.6	172.4	168.7
4495	155.0	66.5	14.3	80.8	79.0	109.9	107.5	171.7	167.9
4510	155.5	66.4	14.3	80.7	78.9	109.8	107.4	170.9	167.2
4524	156.0	66.1	14.4	80.5	78.7	109.5	107.1	169.9	166.2
4538	156.5	66.0	14.4	80.4	78.6	109.3	107.0	169.2	165.5
4553	157.0	65.3	14.6	79.9	78.2	108.7	106.3	167.6	163.9
4568	157.5	65.1	14.6	79.7	78.0	108.4	106.0	166.6	163.0
4582	158.0	64.4	14.7	79.1	77.4	107.6	105.2	164.9	161.3
4596	158.5	63.8	14.7	78.5	76.8	106.8	104.4	163.1	159.5
4611	159.0	63.1	14.8	77.9	76.2	105.9	103.6	161.3	157.8
4626	159.5	62.5	14.8	77.3	75.6	105.1	102.8	159.6	156.1
4640	160.0	61.3	14.9	76.2	74.5	103.6	101.4	156.8	153.4
4654	160.5	60.1	14.9	75.0	73.4	102.0	99.8	153.9	150.5
4669	161.0	58.6	15.0	73.6	72.0	100.1	97.9	150.5	147.3
4684	161.5	57.1	15.0	72.1	70.5	98.1	95.9	147.0	143.8
4698	162.0	55.9	15.2	71.1	69.6	96.7	94.6	144.5	141.4

LIITE 5 Mittauspöytäkirja ohjelmistomuutoksen jälkeen

K-Factor: 0.9734
 Barometer: 1030 hPa
 Transmission: Manual
 Slip : no SLIP

n	v	P_wheel	P_loss	P_eng	P_eng_co	P_eng	P_eng_co	T_eng	T_eng_co
1/min	[Km/h]	[KW]	[KW]	[KW]	[KW]	[Hp]	[Hp]	[Nm]	[Nm]
1348	46.5	13.3	3.4	16.7	16.3	22.7	22.1	118.3	115.1
1363	47.0	15.9	3.5	19.4	18.9	26.4	25.7	135.9	132.3
1378	47.5	17.3	3.5	20.8	20.2	28.3	27.5	144.2	140.4
1392	48.0	18.4	3.6	22.0	21.4	29.9	29.1	150.9	146.9
1406	48.5	19.3	3.7	23.0	22.4	31.3	30.4	156.2	152.0
1421	49.0	20.1	3.6	23.7	23.1	32.2	31.4	159.3	155.0
1436	49.5	20.7	3.7	24.4	23.8	33.2	32.3	162.3	158.0
1450	50.0	21.3	3.8	25.1	24.4	34.1	33.2	165.3	160.9
1479	51.0	22.0	3.9	25.9	25.2	35.2	34.3	167.2	162.8
1494	51.5	22.7	3.9	26.6	25.9	36.2	35.2	170.1	165.5
1508	52.0	23.4	3.9	27.3	26.6	37.1	36.1	172.9	168.3
1522	52.5	24.1	4.0	28.1	27.4	38.2	37.2	176.2	171.6
1537	53.0	24.8	4.1	28.9	28.1	39.3	38.3	179.6	174.8
1552	53.5	25.5	4.1	29.6	28.8	40.3	39.2	182.2	177.3
1580	54.5	26.3	4.2	30.5	29.7	41.5	40.4	184.3	179.4
1595	55.0	27.1	4.2	31.3	30.5	42.6	41.4	187.4	182.4
1610	55.5	27.8	4.3	32.1	31.2	43.7	42.5	190.5	185.4
1638	56.5	28.6	4.3	32.9	32.0	44.7	43.6	191.7	186.6
1653	57.0	29.5	4.3	33.8	32.9	46.0	44.7	195.3	190.1
1668	57.5	30.3	4.5	34.8	33.9	47.3	46.1	199.3	194.0
1696	58.5	31.1	4.6	35.7	34.7	48.6	47.3	200.9	195.6
1711	59.0	32.2	4.6	36.8	35.8	50.0	48.7	205.4	199.9
1740	60.0	33.1	4.6	37.7	36.7	51.3	49.9	206.9	201.4
1754	60.5	34.2	4.7	38.9	37.9	52.9	51.5	211.7	206.1
1769	61.0	35.3	4.9	40.2	39.1	54.7	53.2	217.0	211.2
1798	62.0	36.4	4.8	41.2	40.1	56.0	54.5	218.8	213.0
1812	62.5	37.7	4.9	42.6	41.5	57.9	56.4	224.4	218.5
1842	63.5	39.1	5.1	44.2	43.0	60.1	58.5	229.2	223.1
1870	64.5	40.5	5.3	45.8	44.6	62.3	60.6	233.8	227.6
1885	65.0	41.9	5.3	47.2	45.9	64.2	62.5	239.1	232.7
1914	66.0	43.4	5.4	48.8	47.5	66.4	64.6	243.5	237.0
1943	67.0	44.9	5.5	50.4	49.1	68.5	66.7	247.7	241.1
1972	68.0	46.7	5.6	52.3	50.9	71.1	69.2	253.3	246.5
1986	68.5	48.2	5.6	53.8	52.4	73.2	71.2	258.6	251.7
2016	69.5	49.9	5.8	55.7	54.2	75.8	73.7	263.9	256.9
2044	70.5	51.7	5.9	57.6	56.1	78.3	76.3	269.0	261.9
2074	71.5	53.3	6.0	59.3	57.7	80.6	78.5	273.1	265.8
2102	72.5	55.0	6.1	61.1	59.5	83.1	80.9	277.5	270.1
2132	73.5	56.8	6.2	63.0	61.3	85.7	83.4	282.2	274.7
2160	74.5	58.4	6.3	64.7	63.0	88.0	85.6	286.0	278.4

2132	73.5	56.8	6.2	63.0	61.3	85.7	83.4	282.2	274.7
2160	74.5	58.4	6.3	64.7	63.0	88.0	85.6	286.0	278.4
2190	75.5	60.1	6.3	66.4	64.6	90.3	87.9	289.6	281.9
2218	76.5	61.8	6.4	68.2	66.4	92.8	90.3	293.6	285.7
2248	77.5	63.5	6.6	70.1	68.2	95.3	92.8	297.8	289.9
2276	78.5	65.0	6.7	71.7	69.8	97.5	94.9	300.8	292.8
2320	80.0	66.6	6.9	73.5	71.5	100.0	97.3	302.5	294.5
2349	81.0	68.0	6.9	74.9	72.9	101.9	99.2	304.5	296.4
2378	82.0	69.4	7.0	76.4	74.4	103.9	101.1	306.8	298.6
2407	83.0	70.8	7.1	77.9	75.8	105.9	103.1	309.1	300.8
2436	84.0	71.7	7.3	79.0	76.9	107.4	104.6	309.7	301.4
2480	85.5	72.9	7.3	80.2	78.1	109.1	106.2	308.9	300.6
2508	86.5	73.6	7.5	81.1	78.9	110.3	107.4	308.7	300.5
2538	87.5	74.6	7.7	82.3	80.1	111.9	108.9	309.7	301.5
2566	88.5	75.3	7.8	83.1	80.9	113.0	110.0	309.2	301.0
2596	89.5	75.7	7.8	83.5	81.3	113.6	110.5	307.2	299.0
2624	90.5	75.9	7.9	83.8	81.6	114.0	110.9	304.9	296.8
2668	92.0	75.5	8.0	83.5	81.3	113.6	110.5	298.9	290.9
2697	93.0	75.1	8.2	83.3	81.1	113.3	110.3	294.9	287.1
2726	94.0	74.3	8.3	82.6	80.4	112.3	109.3	289.4	281.6
2755	95.0	73.6	8.4	82.0	79.8	111.5	108.6	284.2	276.7
2784	96.0	72.5	8.5	81.0	78.8	110.2	107.2	277.8	270.4
2813	97.0	71.3	8.7	80.0	77.9	108.8	105.9	271.6	264.3
2828	97.5	70.1	8.7	78.8	76.7	107.2	104.3	266.1	259.0
2856	98.5	68.8	8.9	77.7	75.6	105.7	102.9	259.8	252.8
2886	99.5	67.7	9.0	76.7	74.7	104.3	101.5	253.8	247.1
2914	100.5	66.9	9.1	76.0	74.0	103.4	100.6	249.0	242.4
2929	101.0	66.1	9.1	75.2	73.2	102.3	99.5	245.2	238.6
2958	102.0	65.9	9.2	75.1	73.1	102.1	99.4	242.4	236.0
2987	103.0	65.6	9.4	75.0	73.0	102.0	99.3	239.8	233.4
3002	103.5	65.9	9.4	75.3	73.3	102.4	99.7	239.6	233.2
3030	104.5	66.4	9.4	75.8	73.8	103.1	100.3	238.9	232.5
3045	105.0	67.0	9.5	76.5	74.5	104.0	101.3	239.9	233.5
3074	106.0	67.5	9.5	77.0	74.9	104.7	101.9	239.2	232.8
3103	107.0	68.4	9.8	78.2	76.1	106.4	103.5	240.7	234.2
3118	107.5	69.6	9.7	79.3	77.2	107.8	105.0	242.9	236.4
3146	108.5	70.5	9.6	80.1	78.0	108.9	106.0	243.1	236.6
3176	109.5	71.0	9.9	80.9	78.7	110.0	107.1	243.3	236.8
3190	110.0	72.3	9.9	82.2	80.0	111.8	108.8	246.1	239.5
3219	111.0	73.2	9.9	83.1	80.9	113.0	110.0	246.5	240.0
3248	112.0	74.1	9.9	84.0	81.8	114.2	111.2	247.0	240.4
3262	112.5	74.7	10.0	84.7	82.4	115.2	112.1	247.9	241.3
3292	113.5	75.3	10.2	85.5	83.2	116.3	113.2	248.1	241.4
3320	114.5	75.9	10.3	86.2	83.9	117.2	114.1	247.9	241.3
3335	115.0	76.5	10.3	86.8	84.5	118.0	114.9	248.5	241.9

3335	115.0	76.5	10.3	86.8	84.5	118.0	114.9	248.5	241.9
3364	116.0	76.8	10.5	87.3	85.0	118.7	115.6	247.8	241.2
3393	117.0	77.4	10.4	87.8	85.5	119.4	116.2	247.1	240.5
3408	117.5	78.0	10.5	88.5	86.1	120.4	117.2	248.0	241.4
3436	118.5	78.3	10.7	89.0	86.6	121.0	117.8	247.3	240.7
3466	119.5	78.5	10.7	89.2	86.8	121.3	118.1	245.8	239.2
3480	120.0	78.8	10.7	89.5	87.1	121.7	118.5	245.6	239.1
3509	121.0	79.1	10.8	89.9	87.5	122.3	119.0	244.7	238.1
3538	122.0	79.7	10.8	90.5	88.1	123.1	119.8	244.3	237.8
3552	122.5	79.9	11.0	90.9	88.5	123.6	120.3	244.3	237.8
3582	123.5	80.2	11.0	91.2	88.8	124.0	120.7	243.2	236.7
3610	124.5	80.7	11.1	91.8	89.4	124.8	121.5	242.8	236.3
3625	125.0	80.9	11.4	92.3	89.8	125.5	122.2	243.1	236.7
3654	126.0	81.2	11.2	92.4	89.9	125.7	122.3	241.5	235.0
3683	127.0	81.4	11.4	92.8	90.3	126.2	122.8	240.6	234.2
3698	127.5	82.0	11.6	93.6	91.1	127.3	123.9	241.7	235.3
3726	128.5	82.1	11.6	93.7	91.2	127.4	124.0	240.1	233.7
3741	129.0	82.3	11.6	93.9	91.4	127.7	124.3	239.7	233.3
3770	130.0	82.5	11.9	94.4	91.9	128.4	125.0	239.1	232.7
3799	131.0	82.7	11.8	94.5	92.0	128.5	125.1	237.5	231.2
3814	131.5	82.9	12.0	94.9	92.4	129.1	125.6	237.6	231.3
3842	132.5	83.0	12.1	95.1	92.6	129.3	125.9	236.3	230.0
3857	133.0	83.2	12.2	95.4	92.9	129.7	126.3	236.2	229.9
3886	134.0	83.0	12.3	95.3	92.8	129.6	126.2	234.2	228.0
3900	134.5	83.2	12.3	95.5	93.0	129.9	126.4	233.8	227.6
3930	135.5	83.3	12.4	95.7	93.2	130.2	126.7	232.6	226.4
3944	136.0	83.1	12.5	95.6	93.1	130.0	126.6	231.5	225.3
3973	137.0	83.2	12.6	95.8	93.2	130.3	126.8	230.3	224.1
3988	137.5	83.3	12.6	95.9	93.3	130.4	127.0	229.7	223.5
4016	138.5	83.0	12.7	95.7	93.2	130.2	126.7	227.5	221.5
4031	139.0	82.7	12.8	95.5	93.0	129.9	126.4	226.2	220.2
4060	140.0	82.5	12.9	95.4	92.9	129.7	126.3	224.4	218.4
4074	140.5	82.6	12.9	95.5	93.0	129.9	126.4	223.8	217.9
4104	141.5	82.2	13.0	95.2	92.7	129.5	126.0	221.5	215.6
4118	142.0	82.3	13.2	95.5	93.0	129.9	126.4	221.5	215.6
4147	143.0	82.3	13.3	95.6	93.1	130.0	126.6	220.1	214.3
4162	143.5	81.9	13.3	95.2	92.7	129.5	126.0	218.5	212.6
4176	144.0	82.0	13.4	95.4	92.9	129.7	126.3	218.2	212.3
4205	145.0	81.7	13.5	95.2	92.7	129.5	126.0	216.2	210.4
4220	145.5	81.7	13.5	95.2	92.7	129.5	126.0	215.5	209.7
4234	146.0	81.7	13.6	95.3	92.8	129.6	126.2	214.9	209.2
4263	147.0	81.7	13.7	95.4	92.9	129.7	126.3	213.7	208.0
4278	147.5	81.8	13.7	95.5	93.0	129.9	126.4	213.2	207.5
4292	148.0	81.7	13.8	95.5	93.0	129.9	126.4	212.5	206.8
4321	149.0	81.3	13.9	95.2	92.7	129.5	126.0	210.4	204.8

3973	137.0	83.2	12.6	95.8	93.2	130.3	126.8	230.3	224.1
3988	137.5	83.3	12.6	95.9	93.3	130.4	127.0	229.7	223.5
4016	138.5	83.0	12.7	95.7	93.2	130.2	126.7	227.5	221.5
4031	139.0	82.7	12.8	95.5	93.0	129.9	126.4	226.2	220.2
4060	140.0	82.5	12.9	95.4	92.9	129.7	126.3	224.4	218.4
4074	140.5	82.6	12.9	95.5	93.0	129.9	126.4	223.8	217.9
4104	141.5	82.2	13.0	95.2	92.7	129.5	126.0	221.5	215.6
4118	142.0	82.3	13.2	95.5	93.0	129.9	126.4	221.5	215.6
4147	143.0	82.3	13.3	95.6	93.1	130.0	126.6	220.1	214.3
4162	143.5	81.9	13.3	95.2	92.7	129.5	126.0	218.5	212.6
4176	144.0	82.0	13.4	95.4	92.9	129.7	126.3	218.2	212.3
4205	145.0	81.7	13.5	95.2	92.7	129.5	126.0	216.2	210.4
4220	145.5	81.7	13.5	95.2	92.7	129.5	126.0	215.5	209.7
4234	146.0	81.7	13.6	95.3	92.8	129.6	126.2	214.9	209.2
4263	147.0	81.7	13.7	95.4	92.9	129.7	126.3	213.7	208.0
4278	147.5	81.8	13.7	95.5	93.0	129.9	126.4	213.2	207.5
4292	148.0	81.7	13.8	95.5	93.0	129.9	126.4	212.5	206.8
4321	149.0	81.3	13.9	95.2	92.7	129.5	126.0	210.4	204.8
4336	149.5	81.3	13.9	95.2	92.7	129.5	126.0	209.7	204.1
4350	150.0	80.8	14.0	94.8	92.3	128.9	125.5	208.1	202.6
4379	151.0	80.0	14.2	94.2	91.7	128.1	124.7	205.4	200.0
4394	151.5	79.6	14.2	93.8	91.3	127.6	124.2	203.9	198.4
4408	152.0	79.0	14.3	93.3	90.8	126.9	123.5	202.1	196.7
4437	153.0	78.6	14.4	93.0	90.5	126.5	123.1	200.2	194.8
4452	153.5	77.6	14.4	92.0	89.6	125.1	121.8	197.4	192.1
4466	154.0	77.1	14.5	91.6	89.2	124.6	121.3	195.9	190.6
4480	154.5	75.7	14.5	90.2	87.8	122.7	119.4	192.2	187.1
4495	155.0	74.7	14.6	89.3	86.9	121.4	118.2	189.7	184.7
4510	155.5	74.2	14.6	88.8	86.4	120.8	117.6	188.0	183.0
4538	156.5	73.6	14.7	88.3	85.9	120.1	116.9	185.8	180.8
4553	157.0	72.6	14.8	87.4	85.1	118.9	115.7	183.3	178.4
4568	157.5	72.0	14.8	86.8	84.5	118.0	114.9	181.5	176.6
4582	158.0	71.0	15.0	86.0	83.7	117.0	113.8	179.2	174.5
4596	158.5	69.8	15.0	84.8	82.5	115.3	112.3	176.2	171.5
4611	159.0	68.8	15.1	83.9	81.7	114.1	111.1	173.8	169.1
4626	159.5	67.7	15.1	82.8	80.6	112.6	109.6	170.9	166.4
4640	160.0	67.1	15.2	82.3	80.1	111.9	108.9	169.4	164.9
4654	160.5	65.9	15.2	81.1	78.9	110.3	107.4	166.4	162.0
4669	161.0	64.9	15.3	80.2	78.1	109.1	106.2	164.0	159.7
4684	161.5	62.7	15.3	78.0	75.9	106.1	103.3	159.0	154.8
4698	162.0	60.9	15.4	76.3	74.3	103.8	101.0	155.1	151.0
4712	162.5	59.4	15.4	74.8	72.8	101.7	99.0	151.6	147.5
4727	163.0	57.7	15.5	73.2	71.3	99.6	96.9	147.9	143.9
4742	163.5	55.6	15.5	71.1	69.2	96.7	94.1	143.2	139.4