



Hondata moottorinohjausjärjestelmä ja sen asentaminen

Luukas Peltokorpi

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2024

Autotekniikan tutkinto-ohjelma
Älykkäät koneet

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Autotekniikan tutkinto-ohjelma
Älykkäät koneet

Peltokorpi, Luukas
Hondata moottorinohjausjärjestelmä ja sen asentaminen

Opinnäytetyö 26 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Joulukuu 2024

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä asennettiin säädettävä moottorinohjausjärjestelmä, tehtiin moottorin vaihto ja asennettiin pakokaasuahdin Honda Civic henkilöautoon. Opinnäytetyössä selvitettiin, miten moottorinohjausjärjestelmää säädetään ja kuinka moottorin vaihto voidaan toteuttaa kohdeajoneuvoon.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada säädettävällä moottorinohjauksella toimiva henkilöauto, jonka moottorinohjaus on säädetty ja auton teho kasvanut alkupe-
räisestä.

Työn tuloksena saatiin täysin säädettävällä moottorinohjausjärjestelmällä toimiva henkilöauto, jonka teho nousi huomattavasti. Työn tuloksista voidaan päätellä, että pakokaasuahdinten asennus lisää moottoriin huomattavan määrän tehoa ja muuttaa auton ajettavuutta. Työn tuloksia voi hyödyntää, mikäli aikoo tehdä samatapäisiä muutoksia autoon.

Jatkokehityskohteenä opinnäytetyölle voisi olla muuttaa polttoainesuuttimien ja pakokaasuahdinten kokoa ja tarkastella niiden vaikutusta moottorin tehoon.

ABSTRACT

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

Peltokorpi, Luukas
Hondata Engine Management System and Its Installation

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 2 pages
December 2024

This practical thesis involved the installation of a programmable engine management system and the engine swap in a Honda Civic passenger car. The study investigated how to tune the engine management system and how to execute the engine swap in the target vehicle.

The goal of the thesis was to create a passenger car functioning with a programmable engine management system, with the engine management properly tuned to increase the car's power.

As a result of this project, a fully programmable engine management system was successfully installed, significantly boosting the car's power. The findings suggest that installing a turbocharger provides a substantial increase in engine performance and alters the car's drivability. The results can be utilized by anyone planning to make similar modifications to their vehicle.

A continuation of this thesis could involve changing the sizes of the fuel injectors and the turbocharger and examining their effects on engine power.

Key words: Hondata, engine management system, Civic

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TEORIA	6
2.1	Moottorinohjausjärjestelmät yleisesti	6
2.1.1	Moottorinohjaimien ominaisuudet	6
2.2	Honda Civic ja valittujen komponenttien esittely	7
2.2.1	Uusi moottori	9
2.2.2	Venttiilien ohjausjärjestelmä	9
2.3	Hondata	10
2.3.1	SManager	10
2.3.2	Hondata S300 V3	10
3	TOTEUTUS.....	12
3.1	Moottorin ja -johtosarjan vaihto.....	12
3.2	Uusi moottorinohjain	14
3.2.1	Hondata S300 V3 asennus	14
3.3	Hondata S300 V3 säätäminen	15
3.3.1	Lähtöarvojen täyttö	15
3.3.2	Polttoainekarttojen säätäminen.....	17
3.3.3	Sytytyskarttojen säätäminen	18
4	TULOKSET	20
4.1	Polttoaine- ja sytytyskartat	20
4.2	Muutos ajettavuuteen	22
5	POHDINTA	23
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Auton teho- sekä vääntökäyrät dynamometrillä mitattuna.....	25
	Liite 2. Lambda-arvon suhde AFR lukuun (AEM).....	26

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on asentaa Honda Civic henkilöautoon Hondan S300 V3 piirilevy, joka muuttaa alkuperäisen moottorinohjainlaitteen täysin säädettäväksi. Työssä vaihdetaan myös auton moottori, johon asennetaan pakokaasuahdin, sillä autossa alkuperäisenä ollut moottori ja moottorin ohjainlaite eivät soveltuneet käytettäväksi Hondan kanssa. Auto muutetaan myös käytettäväksi E85 polttoaineella sekä moottorinohjainlaite säädetään muutoksien jälkeen.

Työ valittiin aiheeksi omasta mielenkiinnosta moottorinohjausjärjestelmiin ja autojen tekniikkaan. Tavoitteena työlle on saavuttaa lisää tehoa kohdeajoneuvoon, sekä säätää moottorin ohjainlaite pakokaasuahdinten asennuksen vuoksi.

2 TEORIA

2.1 Moottorinohjausjärjestelmät yleisesti

Moottorinohjausjärjestelmiä on kahdenlaisia: ajoneuvojen alkuperäisiä ja jälkiasenteisia järjestelmiä. Jälkiasenteiset järjestelmät ovat yleensä standalone-mallisia, jolloin koko alkuperäinen ohjausjärjestelmä vaihdetaan moottorin johtosarja mukaan lukien uuteen. Moottorinohjausjärjestelmään kuuluu moottorinohjain, moottorin johtosarja ja erilaiset anturit. Tunnetuimpia autojen alkuperäisiä moottorinohjaimia valmistavia yrityksiä ovat Robert Bosch GmbH sekä Denso Corporation (Siaelec 2024).

Moottorinohjain on ajoneuvoissa käytetty toimilaite, joka säätelee moottorin käyttäytymistä eri tilanteissa. Moottorinohjaimet sisältävät pienelektroniikkaa, joka kontrolloi ajoneuvon eri komponentteja, kuten esimerkiksi polttoainesuuttimia. Moottorinohjain toimii ikään kuin ajoneuvon aivoina, sillä se säätelee kaikkia toimintoja, joita moottorissa tapahtuu. Moottorinohjain lukee tietoa, jota se saa erilaisilta antureilta, kuten esimerkiksi ilmamääräanturilta. Antureiden lähettämän tiedon perusteella moottorinohjain pystyy säätelemään muita komponentteja, jotta moottori toimisi mahdollisimman hyvin ja puhtaasti. (Automotive Handbook, 2018, 616).

2.1.1 Moottorinohjaimien ominaisuudet

Moottorinohjaimen yleisimmät toiminnot ovat polttoaine- ja sytytysjärjestelmän säätely. Moottorinohjain lukee tiedon ilmamassa- tai ilmamäärämittarilta, jonka jälkeen se pystyy säätämään Air Fuel Ration (AFR) ja sytytysennakon sopivaksi. Alkuperäisissä moottorinohjaimissa polttoaineen ja ilman seossuhde sekä sytytysennakko on määritelty ajatellen polttoainetaloudellisuutta ja pakokaasujen vähentämistä. Säädetävässä moottorinohjaimessa käyttäjä kuitenkin voi itse sää-

tää haluamansa arvot moottorinohjaimen halutun lopputuloksen saavuttamiseksi, kuten esimerkiksi mahdollisimman suuren tehon saavuttamiseksi moottorista.

Moottorinohjaimen on kytketty erilaisia antureita sekä tunnistimia, jotka mittaavat lämpötiloja, komponenttien asentoja sekä ilman ja hapen määrää. Mikäli jokin anturi ei toimi, tai antaa väärää tietoa moottorinohjaimelle, moottorinohjain sytyttää moottorin vikavalon ajoneuvon mittaristoon sekä jättää moottorinohjaimen muistiin vikakoodin. Vikakoodi voidaan lukea eri tavoin riippuen ajoneuvosta. Joissakin vanhemmissa ajoneuvoissa vikakoodit ilmenevät moottorin vikavalon vilkkumisella, josta voidaan katsoa lyhyiden sekä pitkien vilkkumisien perusteella minkälainen vikakoodi ajoneuvossa on. Uudemmissa ajoneuvoissa voidaan käyttää vikakoodien lukijaa, joka näyttää suoraan lukulaitteessa tekstin, josta ilmenee vikakoodin syy. Kun vika on korjattu, moottorin vikavallo sammuu ja vikamuisti voidaan tyhjentää vikakoodeista. (Moottorinohjaus toimilaitteet, 2018, 12).

2.2 Honda Civic ja valittujen komponenttien esittely

Kohdeajoneuvoksi valittiin vuoden 1990 Honda Civichen henkilöauto (KUVA 1). Auto valittiin työn kohteeksi kyseisen auton suuresta potentiaalista saavuttaa hyvä tehonpainsuhde.



KUVA 1. Honda Civic 1990 1.5 Sohc.

Autossa on alkuperäisenä D15B2 moottori ja OBD0-moottorinohjainlaite. Alkuperäinen moottori on 1,5-litrainen (1493 cc), 16-venttiilinen, yhdellä nokka-akselilla varustettu 4-sylinterinen bensiinimoottori, joka tuottaa 69 kW (Traficom n.d.). Kyseisessä moottorissa on Programmed Fuel Injection (PGM-FI), jota ohjaa PM5 OBD0-moottorinohjainlaite. PGM-FI on polttoaineen suihkutussjärjestelmä, jota Honda on käyttänyt tietyissä moottoreissa helpottaakseen huoltoa ja vähentääkseen polttoaineenkulutusta ja pakokaasupäästöjä (Hondainfocenter n.d.).

Kyseistä autoa on valmistettu useammalla eri moottorilla ja polttoaineen syöttöjärjestelmällä. Moottorien tilavuus on 1,2 litrasta 1,6 litraan, kun taas polttoaineen syöttöjärjestelmät ovat kaasuttimesta nelipisteruiskutukseen. Auton omamassa on hyvin alhainen, vain 910 kilogrammaa, mikä mahdollistaa hyvän tehopainosuhteen muodostumisen jo hyvin pienellä tehonlisäyksellä.

2.2.1 Uusi moottori

Uudeksi moottoriksi valittiin Hondan valmistama D16Z6 VTEC moottori. Moottorin valintaan suurin syy oli se, että kyseisessä moottorissa on VTEC ja että moottorissa käytetään samoja moottorin kannakkeita kuin alkuperäisessä moottorissa, joten asennus on helppoa.

D16Z6 moottoria on valmistettu kohdeauton jälkeiseen korimalliin vuosina 1992–1995. Moottori eroaa alkuperäisestä moottorista suuremmalla kuutiotilavuudella (1590 cc), nelipisteruiskutuksella sekä siinä on Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (VTEC). Moottori tuottaa vakiona 92kW (Auto-Data n.d.).

2.2.2 Venttiilien ohjausjärjestelmä

VTEC on Hondan 1980-luvun loppupuolella suunnittelema venttiilien ohjausjärjestelmä. VTECin toimintaperiaate perustuu kahdella eri profiililla olevaan nokka-akselin nokkaan, joita ohjataan öljynpaineella toimivalla solenoidiventtiilillä. VTEC suunniteltiin, jotta moottoreista saatiin mahdollisimman suuri hyöty jokaisella kierrosalueella. Pienellä kuormituksella käytössä on matalamman profiilin omaava nokka, jolla saavutetaan taloudellisempi polttoainekulutus ja parempi vääntömomentti. Korkeampi nokka kytkeytyy käyttöön suuremmalla kuormalla, jotta saadaan mahdollisimman suuri teho moottorista ulos.

VTECin ollessa kytkettynä pois päältä moottorissa imupuolen nokka-akselissa on käytössä matalamman profiilin omaavat nokat, jolloin venttiilien aukioloaika ja nosto ovat pienemmät. Kierrosten sekä muiden vaatimusten (moottorin lämpötila ja öljynpaine) täytyttyä VTEC kytkeytyy päälle, kun solenoidi ohjaa öljynpaineen venttiilikoneistolle. Venttiilikoneistossa tällöin lukittuu korkeamman profiilin nokka käyttöön mahdollistaen venttiileille suuremman aukioloajan ja noston (Hondanews 2024).

2.3 Hondata

Hondata on vuonna 1999 perustettu yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Torrancen kaupungissa Yhdysvaltojen Floridan osavaltiossa. Hondata on perustettu valmistamaan Honda merkkisiin henkilöautoihin moottorinohjausjärjestelmiä, joilla saadaan moottorinohjaimet muutettua täysin säädettäviksi. Hondata on maailmanlaajuisesti johtava yritys Hondan valmistamien autojen moottorinohjausjärjestelmiin liittyvissä asioissa. (Hondata n.d)

Tässä työssä käytetty Hondata S300 V3 eroaa hieman yleisimmistä jälkiasenteisista ohjausjärjestelmistä, sillä Hondata S300 V3 on vain piirilevy, joka juotetaan alkuperäiseen moottorinohjaimen, tehden tästä täysin säädettävän. Tämän takia saadaan suuri hyöty, kun voidaan käyttää alkuperäistä ohjainlaitetta, joka on alun perin tarkoitettu kyseiselle moottorille.

2.3.1 SManager

SManager on tietokonesovellus Windows-käyttöjärjestelmälle, jolla pystytään säätämään Hondata S300 V3 moottorinohjainta USB-kaapelin välityksellä. SManager mahdollistaa kaikkien moottorinohjaimen parametrien säädön, kuten esimerkiksi polttoaine- ja sytytyskarttojen muokkaamisen. SManager myös mahdollistaa arkikielessä käytetyn livedatan tarkastelun ja tallennuksen. Livedatalla tarkoitetaan eri parametrien muuttumisen reaaliaikaista tarkastelua, kuten esimerkiksi moottorin lämpötilaa, polttoainesuuttimien käyttöastetta sekä imusarjassa vallitsevaa painetta. SManager on pakollinen sovellus S300 V3:n kanssa, sillä kaikki moottorinohjaimen tapahtuva säätötyö tapahtuu sen kautta.

2.3.2 Hondata S300 V3

Hondata S300 V3 on yksi Hondatan valmistamista piirilevyistä, joka asennetaan alkuperäiseen moottorinohjaimen ja joka tekee siitä täysin säädettävän. S300 V3 on tehty 1990-luvun Honda merkkisiin henkilöautoihin, joissa on P06-, P28-, P30-, P72-, P74- tai P75- OBD1-moottorinohjain.

S300 V3 mahdollistaa esimerkiksi polttoaine- ja sytytyskarttojen muuttamisen, VTECin kytkeytymiseen tarvittavan moottorin kierrosluvun muuttamisen sekä Launch Controlin asettamisen. Hondataa voidaan käyttää joko open-loop tai closed loop tilassa. Open-loop tilaa käytettäessä moottorinohjain ei reagoi moottorin käytökseen, vaan se toimii sille asetettujen arvojen mukaan. Closed loop tilassa moottorinohjain pystyy itse moottorin toiminnan perusteella muuttamaan polttoaine- ja sytytyskarttoja, jotta halutut arvot tulevat toteen. Moottorinohjainta säädettäessä yleensä pidetään open-loop tilaa käytössä, jotta saadaan mahdollisimman tarkasti säädettyä moottorinohjain. Closed loop tila voidaan kytkeä käyttöön säätämisen jälkeen, jolloin moottorinohjain pystyy tekemään hienosäätöä reaaliaikaisesti esimerkiksi lämpötilavaihteluiden takia ilman että käyttäjän tarvitsee kytkeä tietokonetta kiinni ja tehdä itse muutoksia.

3 TOTEUTUS

3.1 Moottorin ja -johtosarjan vaihto

Toimivana kokonaisuutena oleva johtosarjan sisältävä moottori ostettiin yksityiseltä kauppiaalta. Moottorin mekaaninen kiinnitys ei vaatinut suurempia toimenpiteitä, mutta johtosarja vaati hieman uusien johtimien vetämistä ja liittämistä, sillä uudessa johtosarjassa oli useampi johdin kuin alkuperäisessä johtosarjassa (KUVA 2).



KUVA 2. Alkuperäinen johtosarja irrotettuna autosta.

Autolla ehdittiin ajamaan noin 100 kilometriä uuden moottorin ja moottorinohjaimen asennuksen jälkeen, kunnes moottorista rikkoutui yksi kiertokangen laakeri, joten autolla ei voinut enää ajaa. Tämän takia suunnitelmat muuttuivat siten, että moottori remontoitiin uusilla kestävämmillä komponenteilla, sekä lisäksi siihen asennettiin pakokaasuahdin (KUVA 3).



KUVA 3. D16Z6 moottori ja pakokaasuahdin.

Polttoainesuuttimet vaihdettiin myös alkuperäisistä 240 cc/min kokoisista 550 cc/min Bosch EV14 suuttimiin. Suuttimien koko voidaan laskea käyttämällä kaavaa 1,

$$\frac{P \cdot x}{y \cdot z} = \text{Suuttimien koko} \quad (1)$$

jossa P vastaa haluttua tehoa hevosvoimina, x vastaa polttoaineen kulutusta suhteessa tehoon, y vastaa suuttimien lukumäärää ja z vastaa suuttimien haluttua aukioloaikaa prosentteina. Kaavaa käyttämällä saatiin suuttimien kooksi

$$\frac{250 \cdot 0,7}{4 \cdot 0,85} = 540,44 \frac{\text{cc}}{\text{min}} \quad (1)$$

Kaavassa käytetty x:n arvo 0,7 on arvio E85 polttoaineen kulutuksesta suhteessa tehoon.

3.2 Uusi moottorinohjain

Auton alkuperäinen PM5-moottorinohjain vaihdettiin uuden moottorin mukana tulleeseen P28-moottorinohjaimen. Moottorinohjaimen asennuksen jälkeen uudella moottorinohjaimella ajettiin 100 kilometriä ilman Hondata S300 V3:a moottorinohjaimen toiminnan varmistamiseksi. Havainnot koeajon jälkeen osoittivat, että moottorinohjain toimi ilman ongelmia ja moottorinohjain kytki myös VTECin päälle, mistä voitiin päätellä, että kaikki toimi suunnitellusti.

3.2.1 Hondata S300 V3 asennus

Koeajon jälkeen Hondata S300 V3-piirilevy asennettiin P28-moottorinohjaimen juottamalla se kiinni moottorinohjaimen piirilevyyn. Moottorinohjaimen piirilevyssä on valmiina tyhjät paikat, joihin S300 V3 voidaan juottaa (KUVA 4).



KUVA 4. Hondata S300 V3 asennettuna P28-moottorinohjaimen.

Moottorinohjaimen tarvittavat muutostyöt ovat tehdä lovi sen seinämään, jotta USB-kaapeli saadaan kytkettyä S300 V3:een, poistaa yksi vastus piirilevystä ja juottaa yksi johdin piirilevyyn (KUVA 5).

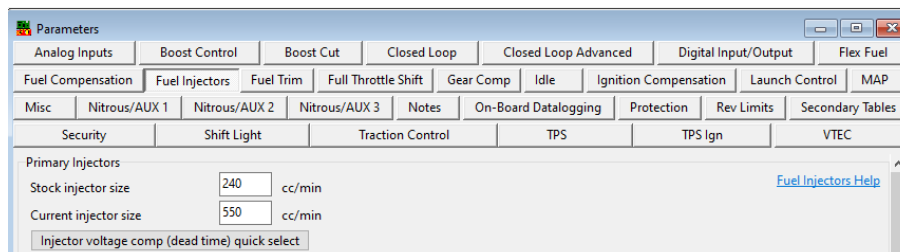


KUVA 5. Moottorinohjain, jonka runkoon on tehty aukko USB-kaapelille.

3.3 Honda S300 V3 säätäminen

3.3.1 Lähtöarvojen täyttö

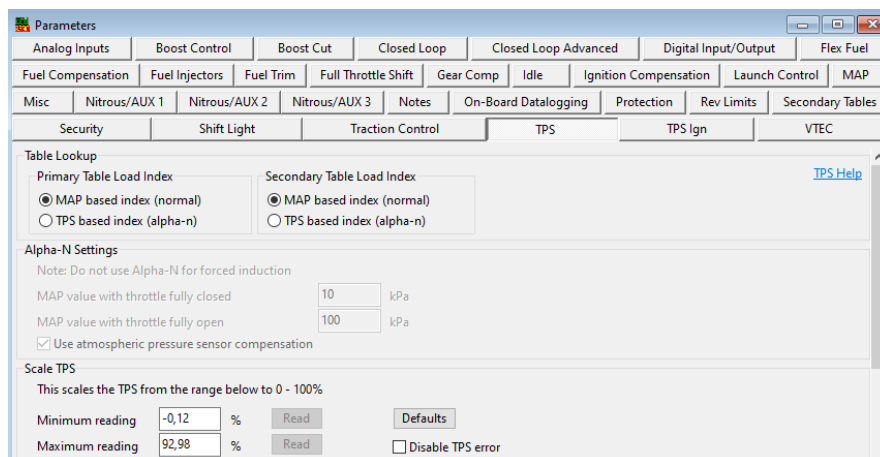
Ennen varsinaista moottorinohjaimen säätötyötä täytyy Smanageriin kirjata lähtöarvot, jotta polttoaine- ja sytytyskarttojen säätäminen on mahdollisimman tarkkaa. Smanagerista löytyy P28-moottorinohjaimen alkuperäiset tiedot suoraan, mutta niitä täytyy hieman muuttaa vaihdettujen komponenttien vuoksi. Polttoainesuuttimien muutos suurempiin voidaan määrittää suoraan Smanageriin (KUVA 6).



KUVA 6. Polttoainesuuttimien koko

Polttoainesuuttimien aukioloajoille löytyy yleisimpien suuttimien arvot suoraan valikosta, mutta ne voi myös itse määrittää, mikäli niitä ei löydy valikosta.

Kaasulämpän asentoanturi on kalibroitava, jotta moottorinohjaimen lukema arvo on sama kuin kaasulämpän fyysinen aukiolo. Kalibrointi saadaan tehtyä Smanagerilla lukemalla kaasulämpän nolla- ja täyskaasuasento, kun kaasupoljin on painettuna ja myös kun se on painamattomana (KUVA 7).



KUVA 7. Kaasulämpän asetukset Smanagerissa.

Moottorinohjaimesta kytkettiin pois päältä nakutustunnistin ja polttoainesuuttimien vikatila. Nakutustunnistin kytkettiin pois päältä, koska moottorissa ei sellaista ole, joten moottorinohjain tunnistaisi olemattoman vian ja sytyttäisi moottorin vikavalon mittaristoon. Alkuperäinen MAP-tunnistin vaihdettiin uuteen tarvike

malliseen ja tunnistin valittiin Smanagerin tietokannasta. MAP-tunnistin oli tarpeen vaihtaa, sillä alkuperäinen MAP-tunnistin ei pysty lukemaan tarpeeksi laajalla skaalalla painetta.

3.3.2 Polttoainekarttojen säätäminen

P28-moottorinohjaimen alkuperäiset polttoainekartat ovat haettavissa Smanagerin tietokannasta suoraan, mutta ne voidaan myös ladata suoraan moottorinohjaimesta Smanageriin. P28-moottorinohjaimessa on kaksi polttoainekarttaa (low speed ja high speed), mikä eroaa yleisemmin käytetystä yhdestä polttoainekartasta. Syynä kahdelle polttoainekartalle on VTEC, joka vaatii erilliset polttoainekartat VTECin ollessa päälle kytkettynä, että pois päältä kytkettynä.

Alkuperäinen polttoainekartta ei sovellu käytettäväksi suoraan, koska autoon asennettiin pakokaasuahdin ja polttoaine muutettiin E85:een, joten polttoaineen tarve lisääntyy samalla huomattavasti. Alkuperäisen kartan solujen arvoja nostettiin ennakoivasti jokaisella kuormitusalueella, jotta vältetään moottorin käyminen laihalla seoksella ennen varsinaista säätötyötä.

Tämän jälkeen päästiin säätämään polttoainekarttoja tyhjäkäynnille, jolloin tavoitteena on saada 9,8:1 AFR, joka on stoikiometrinen palotapahtuma E85 polttoaineelle. Bensiinin stoikiometrinen palotapahtuma on 14,7 osaa ilmaa yhtä osaa polttoainetta kohden. Käytännössä kuitenkin lambdan arvo 1 vastaa kumpaakin edellä mainittua suhdetta (Liite 2).

Tyhjäkäynnin pienin kierrosluku asetettiin 850 kierrokseen minuutissa, jonka jälkeen alettiin säätämään polttoainekartan soluja, jotta saavutetaan haluttu AFR-arvo. AFR lukemaa luettiin laajakaistalambdan ohjaamalla mittarilla, joka ilmoittaa reaaliaikaisen lukeman. Kun havaittiin tyhjäkäynnin säätöjen olevan sopivalla viitealueella, voitiin siirtyä auton ajamiseen ja säätämään pienellä kuormalla polttoainekarttaa tavoitteena sama 9,8 AFR.

Suurella kuormalla tavoitteena on hieman rikkaampi seos ahdetuissa moottoreissa, joka on E85 polttoaineella noin 7,9 AFR. Suuren kuorman säädöt ovat haastavia suorittaa ilman suljettua aluetta, sillä ajoneuvon nopeus kasvaa suureksi hyvin nopeasti. Tämän vuoksi polttoainekarttoja ei säädetty suurelle kuormalle ajamalla.

Kun polttoainekarttojen perussäädöt olivat viitealueella, auto voitiin viedä dynamometriin, jossa pystyttiin säätämään VTECin kytkeytymisen kohta ja suuren kuorman polttoainekartat. VTECin kytkeytymiskohta määritettiin ajamalla kaksi kiihdytystä dynamometrillä. Toinen kiihdytys tehtiin VTECin ollessa kytkettynä kokonaan pois päältä ja toinen kiihdytys VTECin kytkeytymisen ollessa asetettuna hyvin alhaiselle kierrosluvulle. Näiden kiihdytysten vääntökuvaajia tarkasteltiin ja asetettiin VTECin kytkeytymiskohta niiden risteämiskohtaan. Dynamometrin avulla pystytään säätämään polttoaine- ja sytytyskartat mahdollisimman tarkasti, kun voidaan tarkastella, millä arvoilla saadaan suurin teholumema.

3.3.3 Sytytyskarttojen säätäminen

Smanagerin tietokannasta on haettavissa alkuperäiset sytytyskartat P28-moottorinohjaimelle, kuten myös aiemmin mainitut alkuperäiset polttoainekartat. Sytytyskarttoja on myös high- ja low speed kartat, jotka ovat käytössä riippuen VTECin tilasta. Ennen säätötyön aloittamista moottorista tarkistettiin mekaaninen ajoitus ajoituslampulla ja verrattiin sitä Smanagerin ilmoittamaan sytytysennakkoon, jotta säätötyö voidaan suorittaa mahdollisimman tarkasti.

Alkuperäisiä sytytyskarttoja muutettiin ensin alentamalla solujen arvoa sen varmistamiseksi, että nakutusta ei pääse tapahtumaan polttoainekarttojen perussäädön yhteydessä. Sytytysennakkoa ei kuitenkaan voitu säätää vielä kovin tarkasti, koska moottorissa ei ole nakutustunnistinta.

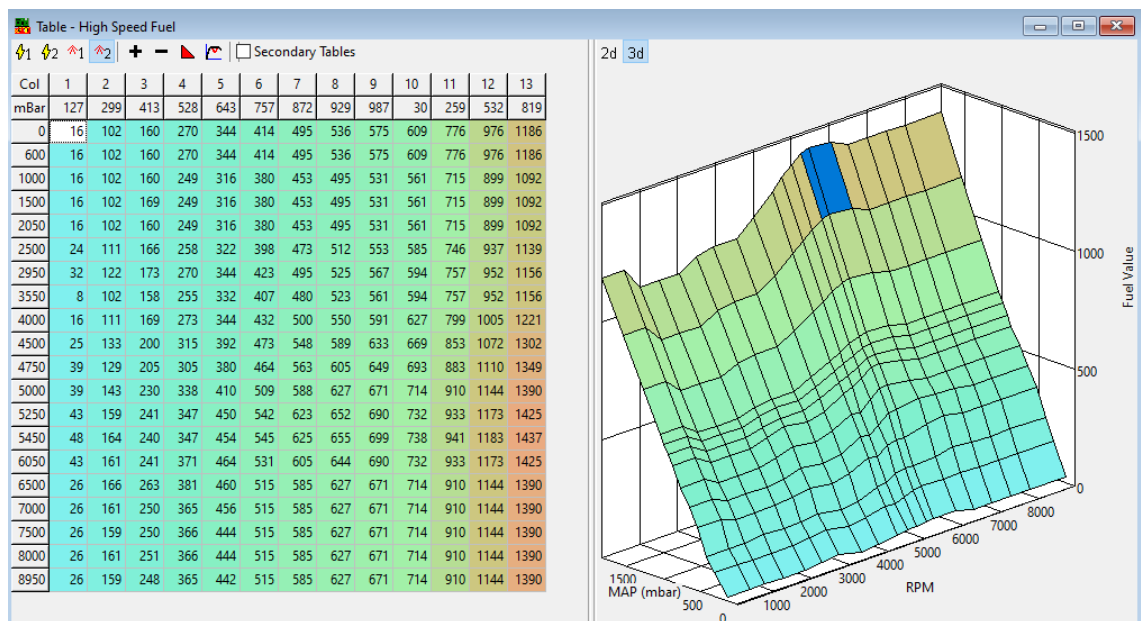
Kun auto saatiin dynamometriin, voitiin aloittaa sytytyskarttojen tarkempi säätäminen. Nakutusta tarkasteltiin sen kuunteluun valmistetuilla kuulosuojaimilla, sillä nakutustunnistin puuttui. Nakutuksen osalta on huomioitava, että nakutustunnistimiin ei kannata täysin luottaa, vaikka sellainen moottorissa olisikin, sillä niiden virhemarginaali voi olla hyvin suuri. Dynamometrissä säädettiin sytytyskartat

aloittaen tyhjäkäynnin säätämällä niin, että moottori kävi mahdollisimman tasaisesti. Osakuormalla ja täyskuormalla säätäminen aloitettiin turvallisista arvoista ja nostettiin ennakkoa hyvin pienissä askelissa niin kauan kunnes teho alkoi laskemaan tai nakutusta alkoi ilmenemään. Tällä tavalla saatiin säädettyä sytytyskartat niin, jotta moottorista saatiin ulos suurin mahdollinen teho ilman, että moottori alkoi nakuttamaan.

4 TULOKSET

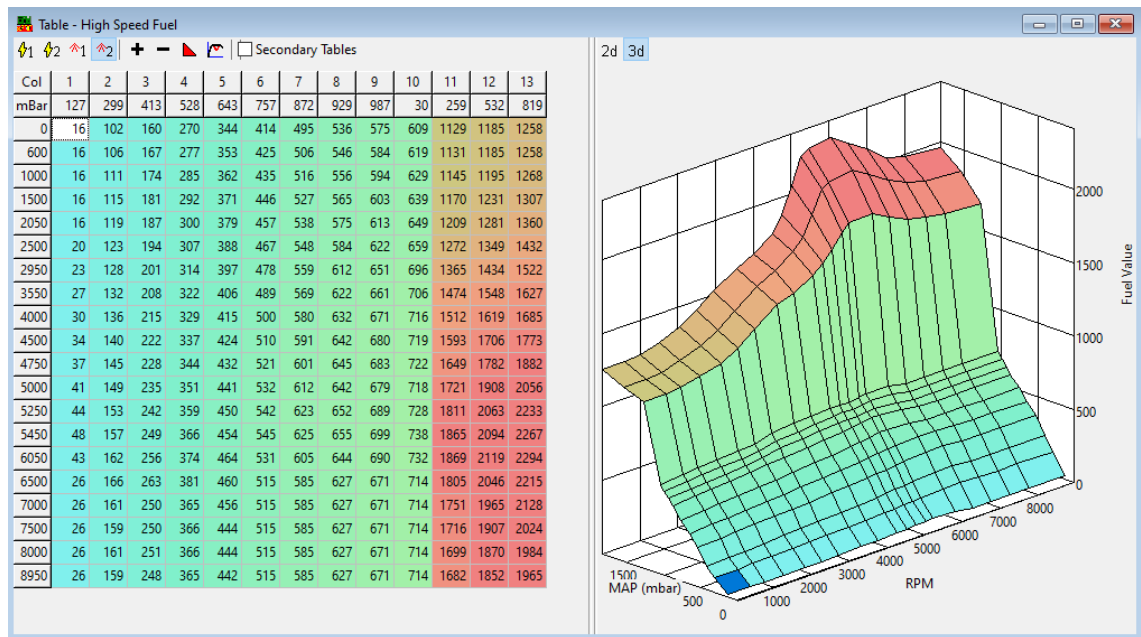
4.1 Polttoaine- ja sytytyskartat

Polttoaine- ja sytytyskartat muuttuivat huomattavasti alkuperäisiin karttoihin verrattuna. Polttoainetta täytyy syöttää huomattavasti enemmän sylintereihin, sillä moottoriin asennettiin pakokaasuahdin, joka ahtaa ilmaa enemmän sylintereihin. Kuvasta 8 voidaan lukea alkuperäisen high speed polttoainekartan arvot eri kuormitustilanteissa.



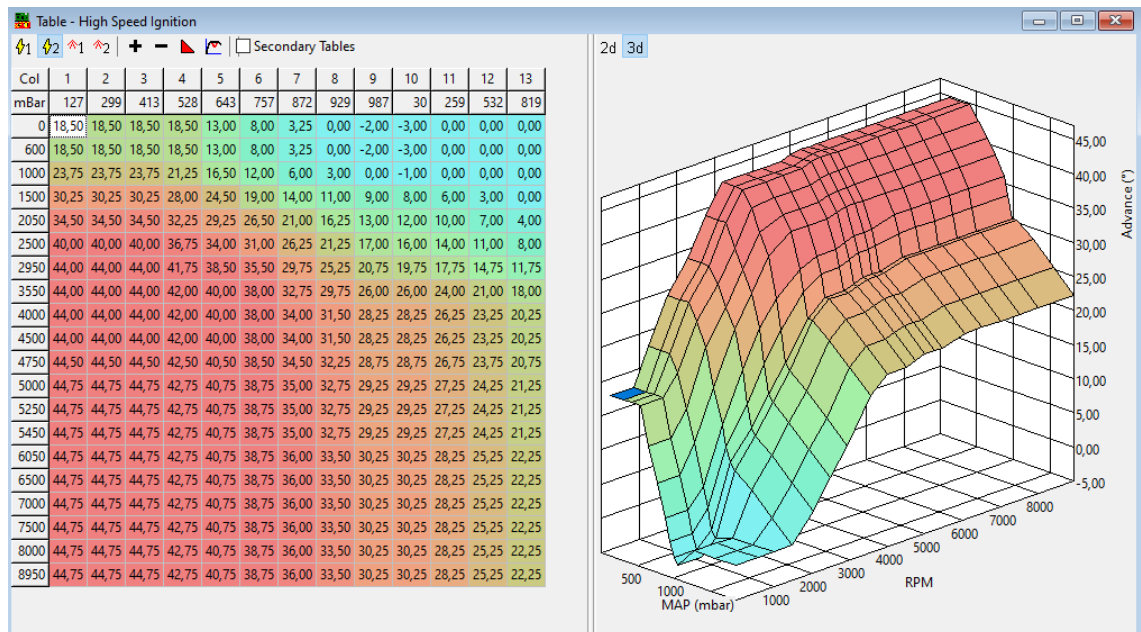
KUVA 8. Alkuperäinen P28-moottorinohjaimen high speed polttoainekartta.

Alkuperäisessä polttoainekartassa on pieni kohouma, joka sijoittuu VTECin kytkeytymisen kohdalle. Kuvasta 9 voidaan lukea uuden säädetyn high speed polttoainekartan arvot eri kuormitusalueilla. Uudessa säädetyssä polttoainekartassa kohouma sijoittuu suurimman huipputehon kohdalle, jossa on myös suurin ahtopaine.



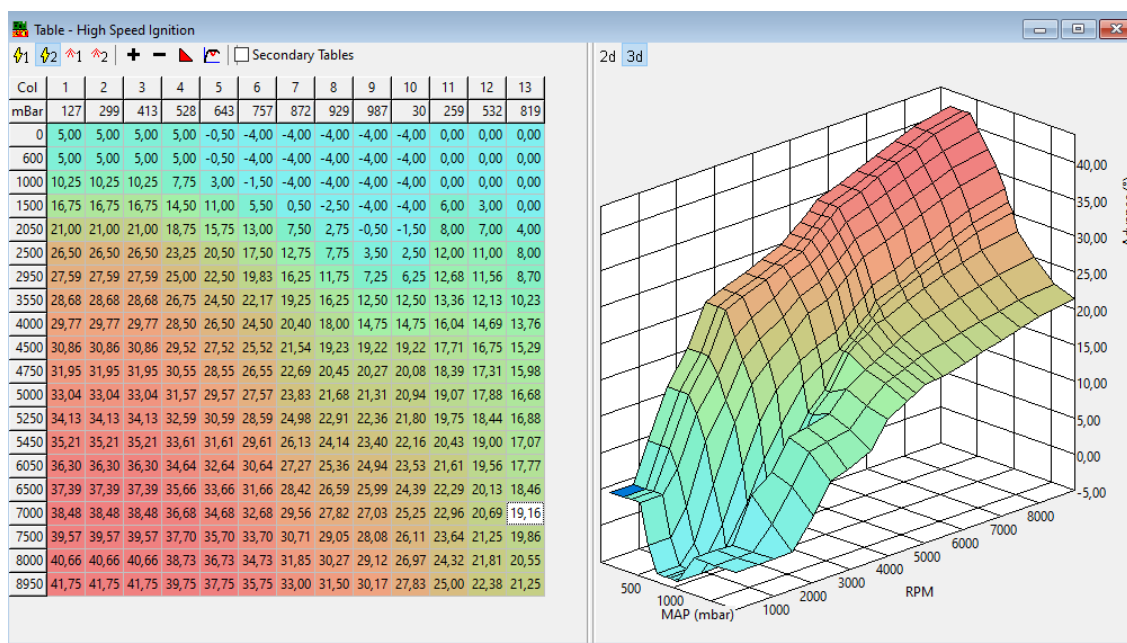
KUVA 9. Uusi säädetty high speed polttoainekartta.

Alkuperäisessä sytytyskartassa (KUVA 10) on hyvin tasaiset erot eri kuormitusalueiden sytytysennakoissa, joka luultavasti johtuu siitä, että karttaa käytetään kaikkiin kyseisen moottorinohjaimen omaaviin moottoreihin. Vapaasti hengittävässä moottorissa voidaan myös käyttää suurempaa sytytysennakkoa verrattuna ahdettuun moottoriin.



KUVA 10. Alkuperäinen high speed sytytyskartta.

Uudessa säädettyssä sytytyskartassa (KUVA 11) on huomattavasti tarkemmat arvot, eikä muutokset ole yhtä tasaisia, kuin alkuperäisessä kartassa.



KUVA 11. Uusi säädetty high speed sytytyskartta.

4.2 Muutos ajettavuuteen

Auton tehot nousivat tehtyjen muutosten takia huomattavasti verrattuna alkuperäiseen moottoriin, kuten myös uuteen vakimoottoriin verrattuna. Liitteestä 1 voidaan lukea, että teho ja vääntö nousivat yli kaksinkertaisiksi uuden moottorin vakioarvoihin verrattuna. Alkuperäisen moottorin arvoihin verrattuna muutos on jo lähes kolminkertainen.

Auton ajettavuus muuttui täysin alkuperäisestä lähtökohdasta tehonmuutosten takia. Auton kiihtyvyys ja huippunopeus kasvoivat huomattavasti, kuitenkin polttoainetalouden kustannuksella, sillä se heikkeni. Aikaisemmin auton yhdistetty kaupunki- ja maantiekulutus oli noin 8 litraa 100 kilometriä kohden. Muutoksien myötä auton yhdistetty keskilukutus nousi noin 15 litraan 100 kilometriä kohden. Polttoaineen kulutukseen tietenkin vaikuttaa myös se, että käytettävä polttoaine muuttui, joten polttoaineen kulutukset eivät ole suoraan verrannollisia toisiinsa.

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada asennettua Hondan S300 V3-moottorinohjausjärjestelmä Honda Civic henkilöautoon ja saada moottorinohjain säädettyä. Työssä myös asennettiin uusi moottori, pakokaasuahdin sekä muutettiin moottori käyttämään E85 polttoainetta. Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin, sillä työn lopputuloksena saatiin toimiva E85 polttoainetta käyttävä auto, jossa teho kasvoi ja moottorin ohjainlaite saatiin asennettua ja säädettyä.

Tämän opinnäytetyön tuloksia voisi hyödyntää, mikäli aikoo tehdä samantapaisia muutoksia auton bensiinimoottoriin. Tulokset ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, sillä jokainen moottori on yksilö, vaikka kaikkien bensiinimoottorien perustoimintaperiaate onkin samanlainen.

Moottorin tultua lopullisiin säätöihin huomattiin pakokaasuahdinten olevan hieman liian suuri käytössä olevalle moottorille, koska ahdin alkaa tuottamaan ahtopainetta vasta hyvin myöhäisellä kierrosalueella. Pienemmän ahtimen asennuksella voisi saada lisää tehoa, kun tehoalue olisi laajempi. Huipputehomittauksessa huomattiin myös, että suuttimet ovat liian pienet ja ne ovat täyskaasukiihdytyksessä niiden maksimi arvossa, eli 99 prosentissa. Suuttimien kokoa suurentamalla saataisiin myös lisää tehoa tai vaihtoehtoisesti voisi lisätä polttoainepainetta, jolloin suuttimet suihkuttaisivat enemmän polttoainetta. Jatkokehityskohteenä voisi muuttaa polttoainesuuttimien ja pakokaasuahdinten kokoa ja säätää polttoaine- ja sytytyskartat uudelleen, jonka jälkeen voisi tarkastella vaikuttivatko ne moottorin tehoon.

LÄHTEET

Traficom n.d. Tekniset tiedot. Viitattu 9.10.2024. Pääsy rajoitettu.

Hondainfocenter. n.d. PGM-FI järjestelmä. Viitattu 9.10.2024.

<https://www.hondainfocenter.com/Shared-Technologies/Engines/Programmed-Fuel-Injection-PGM-FI/>

Auto-Data. n.d. D16Z6 tekniset tiedot. Viitattu 9.10.2024.

<https://www.auto-data.net/en/honda-civic-v-1.6-16v-vtec-125hp-12273>

Hondanews. 16.5.2024. VTEC toiminta. Viitattu 9.10.2024

<https://hondanews.com/en-US/honda-automobiles/releases/release-b50efa689496a1943cdccc46490f00df-vtec#>

Automotive Handbook. 2019. 10 painos. Robert Bosch GmbH. Karlsruhe: Bosch.

Moottorinohjaus toimilaitteet. 2018. 1. painos. Krafthand Medien GmbH. Bad Wörishofen: Schneehage

Hondata. n.d. Hondata yritys. Viitattu 14.10.2024

<https://hondata.com/about-hondata?route=information/information>

Siaelec. 28.5.2024. Viitattu 16.11.2024.

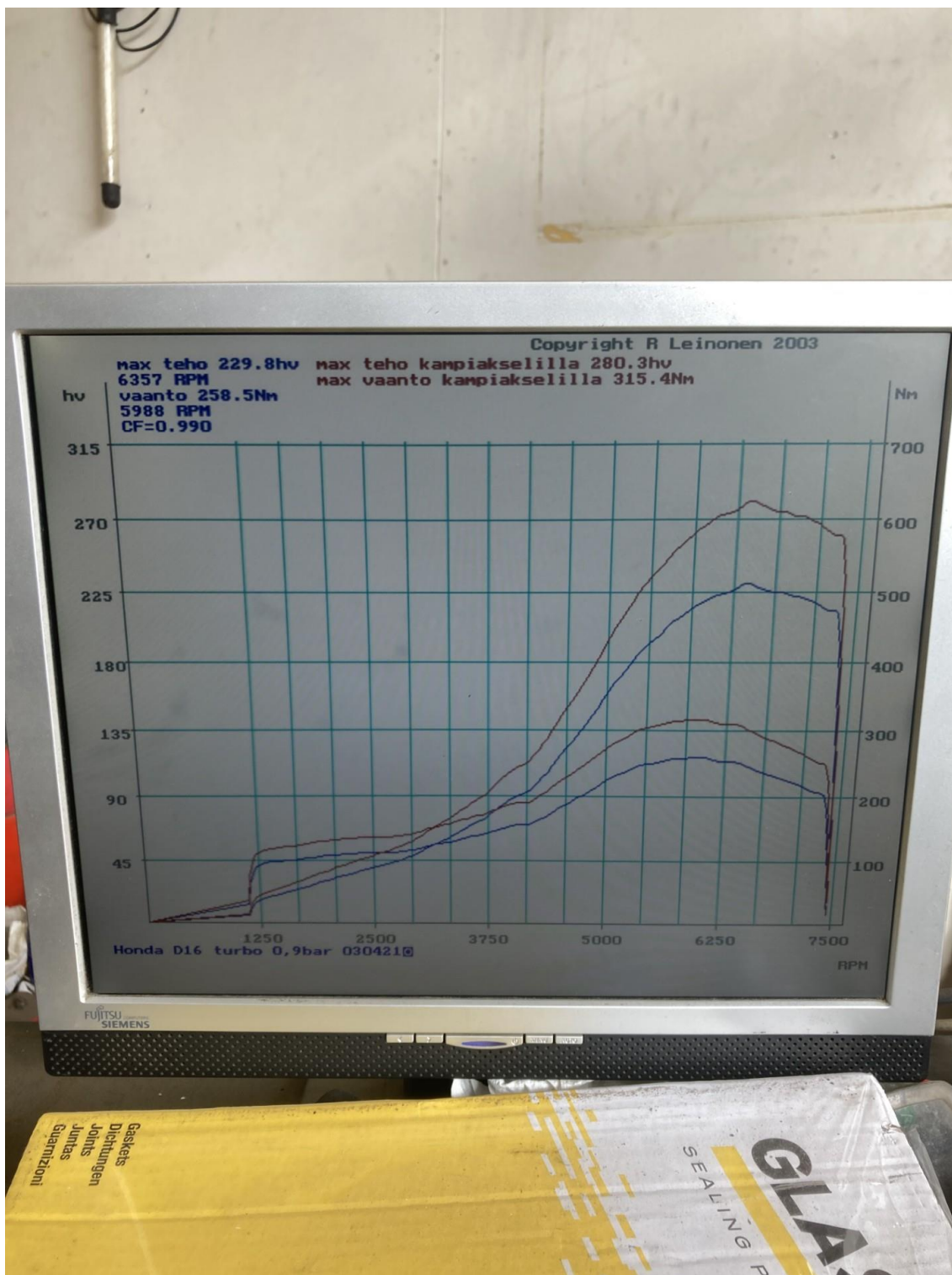
<https://blog.siaelec.com/automotive-ecu-manufacturers>

AEM. 2014. AEM 30-4110 AFR-mittarin käyttöohje. pdf.

<https://documents.aemelectronics.com/64fa707c21a65cf90802b55982b08abbdde8ee80.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Auton teho- sekä vääntökäyrät dynamometrillä mitattuna.



Liite 2. Lambda-arvon suhde AFR lukuun (AEM)

02 Volts	Lambda	Gasoline AFR	Methanol AFR	Propane AFR	Ethanol AFR	CNG AFR
0.00	0.683	10.00	4.42	10.72	6.15	9.90
0.16	0.705	10.32	4.56	11.07	6.34	10.22
0.31	0.725	10.62	4.69	11.39	6.53	10.52
0.47	0.747	10.94	4.83	11.73	6.73	10.84
0.62	0.768	11.24	4.97	12.05	6.91	11.13
0.78	0.790	11.56	5.11	12.40	7.11	11.45
0.94	0.811	11.88	5.25	12.74	7.30	11.77
1.09	0.832	12.18	5.38	13.06	7.49	12.06
1.25	0.854	12.50	5.52	13.41	7.68	12.38
1.40	0.874	12.80	5.66	13.73	7.87	12.68
1.56	0.896	13.12	5.80	14.07	8.07	12.99
1.72	0.918	13.44	5.94	14.41	8.26	13.31
1.87	0.939	13.74	6.07	14.73	8.45	13.61
2.03	0.960	14.06	6.21	15.08	8.64	13.93
2.18	0.981	14.36	6.35	15.40	8.83	14.22
2.34	1.003	14.68	6.49	15.74	9.02	14.54
2.50	1.025	15.00	6.63	16.09	9.22	14.86
2.65	1.045	15.30	6.76	16.41	9.41	15.15
2.81	1.067	15.62	6.90	16.75	9.60	15.47
2.96	1.087	15.92	7.04	17.07	9.79	15.77
3.12	1.109	16.24	7.18	17.42	9.98	16.08
3.28	1.130	16.54	7.31	17.74	10.17	16.38
3.43	1.152	16.86	7.45	18.08	10.36	16.70
3.59	1.173	17.18	7.59	18.42	10.56	17.02
3.74	1.194	17.48	7.73	18.75	10.75	17.31
3.90	1.216	17.80	7.87	19.09	10.94	17.63
4.06	1.236	18.10	8.00	19.41	11.13	17.93
4.21	1.258	18.42	8.14	19.75	11.32	18.24
4.37	1.280	18.74	8.28	20.10	11.52	18.56
4.52	1.301	19.04	8.41	20.42	11.70	18.86
4.68	1.322	19.36	8.56	20.76	11.90	19.17
4.84	1.343	19.66	8.69	21.08	12.09	19.47
4.99	1.365	19.98	8.83	21.43	12.28	19.79