

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Sami Timonen

MOOTTORIPYÖRÄN SUORITUSKYVYN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2014



## OPINNÄYTETYÖ

Toukokuu 2014

Kone- ja tuotantotekniikan koulu-  
tushjelma

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

Gsm 013 260 600

Tekijä

Sami Timonen

Nimeke

Moottoripyörän suorituskyvyn parantaminen

Tiivistelmä

Työssä käydään lyhyesti läpi moottoripyörän ja moottorityypin valintaperusteita. Tarkoituksena on antaa tietoa, joka helpottaa rakennusaihion valintaa ja mahdollisesti auttaa aihion rakennusvaiheen suunnittelussa ja toteutuksessa. Moottoripyörän suorituskyvyn parannuksien suunnittelu ja toteutus tehtiin mahdollisimman hyvää hinta-hyötysuhdetta ajatellen.

Moottorin muutokset parantavat polttoainetaloudellisuutta ja lisäävät tehoa, tosin 10hv tehonlisäys muutoksilla jäi saavuttamatta. Nokka-akselien puuttuminen jätti muuten toimivan kokonaissuunnitelman vajaaksi ja siksi tehonlisäys jäi vaisuksi. Iskunvaimennuksen muutokset ovat säätötoimintoja, niiden hyöty iskunvaimennuksen toiminnan parantamiseksi on todella suuri, koska pyörän hankinnan jälkeen asetukset ovat jonkun toisen kuljettajan painolle säädettyjä ja tehdasasetuksissaan ne ovat keskipainolle arvioituja säätöjä. Jarrusatulan vaihto kaksimäntäisiin malleihin ja teräspunosjarruletkujen vaihto etujarruihin, on hinta-laatusuhteeltaan hyvä muutos, koska yli kaksimäntäisiin satuloihin mentäessä jarrumuutoksen kustannukset kasvavat kohtuuttomasti.

Jarrujärjestelmän muutoksien jarrutustehon lisääntyminen, iskuvaimennuksen säätöohjeen käytännön testaaminen ja opinnäytetyön rajauksen ulkopuolelle jääneet aiheet moottoripyörän suorituskykyyn liittyen olisivat mielenkiintoisia tutkimuskohteita. Erityisesti iskuvaimennuksen säätöohjeen testaaminen olisi hyödyllistä, koska laadukkaiden ja yksinkertaisten iskunvaimennuksen säätämiseen tarkoitettujen ohjeiden löytäminen on todella haastavaa. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia myös, miten nokka-akseli olisi muuttanut dynamometrikäyriä ja iskunvaimennuksen ajotuntuman muutoksia liitteen 8 ohjeenmukaisien vaimennuksien säätämisen jälkeen.

Kieli

suomi

Sivuja 47

Liitteet 8

Liitesivumäärä 19

Asiasanat

moottoripyörä, suorituskyky, viritys, virittäminen, iskunvaimennus, jarrut



**GRADUATION WORK**

**May 2014**

**Machine- and production degree  
program**

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

Gsm 013 260 600

Author

Sami Timonen

Title

Motorcycle performance improvements

Abstract

The purpose of the thesis, was to collect instructions for improving motorcycle performance as a building project and help to choose as good as possible motorcycle for the building process. The thesis concentrated on studying, planning and implementing motorcycle performance improvements, while considering prize and quality standards.

Engine improvements added fuel economy and power, although the goal of adding 10hp with these changes was not achieved. Not adding the camshafts, left otherwise a good plan short from the goal. Suspension improvements were created by adjusting the suspension system. The benefits of adjusting were good, as after purchasing a used bike the adjustments may have to be adjusted for a different weighted person, or should the adjustments be at the factory settings, they are at a compromised level. The most affecting changes at the braking system were changing the brake saddles, from one-piston model to two-piston models and changing the brake pipelines to steel ones, as exceeding two-piston models would increase the costs rapidly.

On the basis of the results it can be concluded that a follow-up research, could concentrate on testing the theories regarding the brake system changes and suspension adjustments. Additionally, other issues concerning the track performance of the motorcycle might be an interesting topic to study in more detail. Especially the suspension adjustment part of the basis would be good topic to test, because it is so hard to find simple but good quality information about the topic. In the future it would be very interesting to see, how changing the performance camshaft and adjusting the suspension by the guide in appendice 8, would change the behavior of the bike.

Language

Finnish

Pages 47

Appendices 8

Pages of Appendices 19

Keywords

motorbike, performance, engine tuning, adding power, shock absorbers, brakes

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet

1	Johdanto .....	7
2	Moottoripyörä ja moottori .....	8
2.1	Moottorin venttiilien ohjaus .....	9
2.2	Moottorin jäähdytys .....	11
3	Moottorin virittäminen .....	12
3.1	Perusteet .....	12
3.2	Moottorin kestäminen ja turvallisuustekijät .....	13
3.3	Viritystavat .....	14
3.4	Nokka-akselit .....	15
3.5	Moottorinkannet ja puristussuhde .....	16
3.6	Vapaavirtausilmansuodatin .....	17
3.7	Pakoputkisto .....	18
3.8	Moottoripyörän säätäminen .....	19
4	Iskunvaimennus .....	20
4.1	Jousituksen säätö .....	20
4.1.1	Staattinen painuma .....	20
4.1.2	Kuljettajan painuma .....	21
4.2	Iskunvaimennuksen säätö .....	21
5	Jarrut .....	23
6	Laki moottoripyöriin tehtävistä muutoksista .....	25
6.1	Laki muutokatsastuksesta .....	25
6.1.1	Muutokatsastusvelvollisuus .....	25
6.1.2	Moottorin ja pakojärjestelmän muutokset .....	26
7	Suunnitelma TR1 suorituskyvyn parantamiseksi .....	27
7.1	Moottorin virittäminen TR1 .....	28
7.1.1	Ilmansuodatuksen muutokset .....	29
7.1.2	Pakoputkiston muutokset .....	30
7.1.3	Muutokset ensimmäiseen dynamometri-ajoon .....	33
7.1.4	Muutokset toiseen dynamometri-ajoon .....	33
7.1.5	Opinnäytetyön jälkeen suoritettavat toimenpiteet .....	36
7.2	Iskunvaimennuksen säätöjen muutokset .....	37
7.3	Jarrujen muutossuunnitelma .....	39
8	Tulokset ja johtopäätökset .....	41
9	Pohdinta .....	44
	Lähteet .....	46

Liite1 Yamaha TR1 (xv1000)

Liite2 Aprilia RSV4 Biaggi replica, nopein superbike

Liite3 Kilpapyöräksi rakennettu TR1

Liite4 Ducati Monster, ilmajäähdytteinen SOCH

Liite5 Aprilia RSV Mille paras hinta-laatu suhde

Liite6 Ducati 1199 Panigale S

Liite7 Ilmajäähdytteinen kiihdytys moottoripyörä

Liite8 Iskunvaimentimien säätöohje

## Lyhenteet

ABS	Anti-lock braking system / lukkiutumaton jarrujärjestelmä.  Mahdollistaa renkaan pyörimisen jarrutuksen aikana, katkomalla jarrumännän puristusta.
DOCH	Double overhead camshaft / kaksi nokka-akselia.
DIN normi	Yleinen keskieurooppalainen teollisuustavaroiden valmistusta koskeva standardi.
HD	Harley Davidson -moottoripyörä.
MP	Moottoripyörä.
SOCH	Single overhead camshaft / yksi kannenyläpuolinen nokka-akseli.
SAE netto	Hevosvoimien mittaustapa, tässä mittaustavassa moottorissa on kiinni kaikki lisälaitteet, kuten myös imu- ja pakosarjat.
TR1	Yamaha TR1 xv1000cc moottoripyörä (liite1).
V2	Kaksi kappaletta sylintereitä on asetettu V muotoon.
2-1-2	Alkukäyrät – yhdysputki – äänenvaimentimet.  Pakokaasu tulee kahdelta pytyltä alkukäyriä pitkin yhdysputkeen ja jatkaa yhdysputkesta erillisinä putkina kahdelle äänenvaimentimelle.

# 1 Johdanto

Moottoripyörän suorituskyvyn parantamiseen on pyritty niin kauan, kuin moottoripyöriä on ollut myytävänä ja kehitys moottoripyörien kaikilla osa-alueilla on ollut valtavaa. Nykyään moottoripyörien suunnittelua on hankaloittanut jatkuvasti kiristyvät päästönormit ja säädökset. Asiakkaatkin ovat entistä vaativampia moottoripyörien kokonaisuuksien suhteen ja suunnittelussa on huomioitava myös hintaan vaikuttavat tekijät, vaikka nykyään jopa 30 000 euron hintaiselle moottoripyörälle löytyy laaja ostajakunta.

Moottoripyörien suunnittelua on kuitenkin helpottanut materiaalitekniikan löydökset, koska ne ovat mahdollistaneet kevyempien moottoripyörien ja mootto-reiden valmistuksen. Innovaatiot tehdään edelleen suurelta osin isojen moottoripyörämerkkien kilpamoottoripyörien kehitystiimeissä ja sieltä ne siirtyvät aikanaan osaksi sarjavalmistestien moottoripyörien tekniikkaan. Tosin osa keksinöistä jää kilpailukäyttöön, joko niiden sarjavalmistettavuus ongelmien, tai epäkäytännöllisyyden vuoksi.

Moottoripyörän suorituskyvyn parantaminen rataolosuhteita varten sisältää ajo-ominaisuuksiin, tehokkuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavien osien teoriaa, sekä käytännön toteutussuunnitelman ja osittaisen toteutuksen Yamahan TR1 moottoripyörän ominaisuuksien parantamiseksi. Opinnäytetyö on rajattu kolmeen osa-alueeseen: moottorin suorituskyky, iskunvaimennuksen ja jousituksen säädöt, sekä jarrujen tehokkuus.

Opinnäytetyön tehtävänä on lisätä ymmärrystä moottoripyörien tekniikasta ja siihen vaikuttavista fysiikan ilmiöistä, niin syväluotaavasti kuin tämän opinnäytetyön laajuuden puitteissa on mahdollista. Tämä opinnäytetyö keskittyy pääasiallisesti V2-moottorilla varustettuihin moottoripyöriin, koska käytäntö-osio tapahtuu V2-moottorilla varustetun moottoripyörän parissa. Opinnäytetyö tehdään keräämällä teoriaa suorituskykyä parantavista muutoksista ja tekemällä suunnitelma oman moottoripyöräni, Yamaha (TR1) 1000cc ominaisuuksien parantamiseksi (liite 1). Vertailupyöränä toimii Ducatin 1000cc monster, koska se on samantyyllisellä moottoritekniikalla varustettu, kuin Yamaha TR1 (liite 4).

## 2 Moottoripyörä ja moottori

Käytännössä moottoripyörää valittaessa pitää harkita monia asioita ja tämä opinnäytetyö painottuu radalla nopeisiin vaihtoehtoihin. Näitä muutoksia voi soveltaen tehdä kaikkiin moottoripyöriin, jos haluaa vaikka lisätä matkapyöränsä ominaisuuksia nopean mutka-ajon saralla. Opinnäytetyössä tutkittavat, moottoripyörän suorituskyvylliset ominaisuudet, ovat parhaimmillaan kisakäytössä olevissa superbike-pyörissä. Parhaat mahdolliset rataominaisuudet saavutetaan, kun aihioiksi valitaan sarjavalmisteen katu-superbike ja lähdetään siitä muokkaamaan radalle sopivampaa yksilöä.

Moottoripyörän ”luonteeseen” vaikuttaa eniten moottorin tyyppi, koska se määrittää tehon ja väännön keskinäisen jakautumisen. Yleisimpiä moottoreita ovat rivimoottori, jossa männät ovat rivissä ja V-moottori, jossa männät ovat V- tai L-muodossa (L on vain isokulmainen V). Tässä opinnäytetyössä keskitytään enemmän V-moottoriin, mutta rivimoottoriset moottoripyörät ovat tällä hetkellä suorituskykyisempiä kuin V-2 moottorilla varustetut moottoripyörät. V4-Moottori on yhdistelmä rivi- ja V-moottorista ja se onkin tämänhetkisistä moottorityypeistä kaikkein kallein ja suorituskykyisin (liite 2). Muitakin harvinaisempia moottorityyppejä on, mutta niitä ei tässä opinnäytetyössä käsitellä.

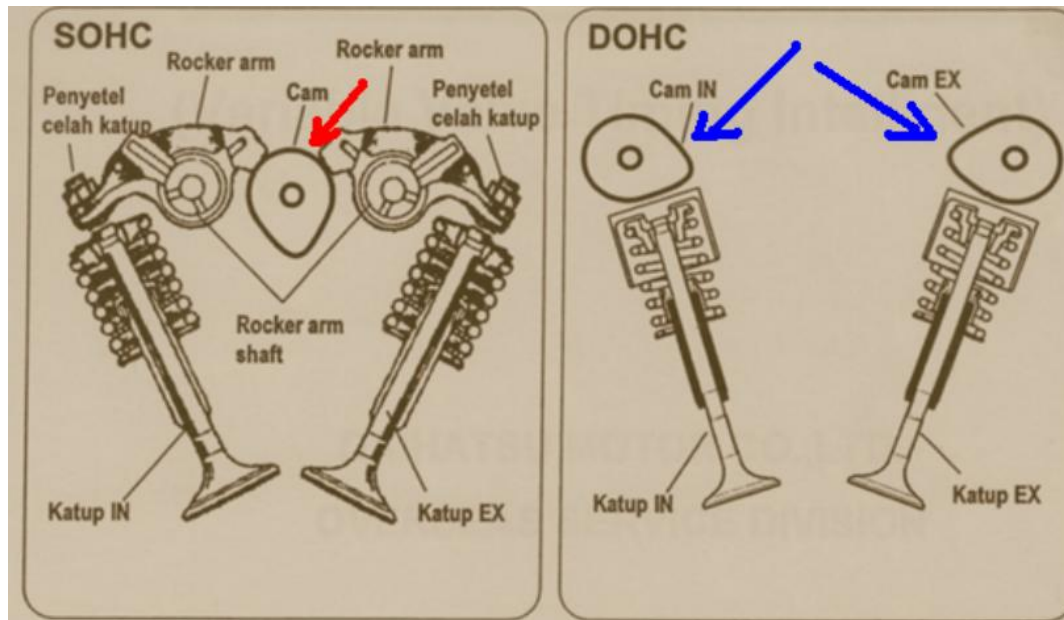
Rataominaisuuksiltaan paras V2-moottorilla varustettu moottoripyörä on Ducati 1199 Panigale S, joka on tehokkain moderni V2-moottorilla varustettu katu/ratapyörä 12.5.2014. Ducatin suuren huipputehon saavuttamiseksi on jouduttu uhraamaan alempien kierroslukemien vääntö ja kaupunkiajossa moottoripyörän käsittely on siis hankaloitunut merkittävästi. Moottoripyörä onkin suunniteltu rata-ajoa harrastaville kuljettajille. (Liite 6)

Hinta-laatusuhteeltaan parhaaksi rakenteluaihioksi, BIKE lehti on kruunannut Aprilia RSV Millen. Moottoripyörä oli muiden saman vuosimallin moottoripyöriin verrattaessa nopeimpien joukossa ja sen hinta on suhteessa muihin laskeutunut merkittävästi (liite 5).



## 2.1 Moottorin venttiilien ohjaus

Moottorit jakautuvat kahteen eri ryhmään moottorin tyypistä riippumatta ja nämä tyypit ovat yksinokka-akselinen SOHC (kuvassa nokka-akseli merkattu punaisella) ja kaksinokka-akselinen DOHC (kuvassa nokka akselit merkattu sinisillä nuolilla). Nokka-akseleiden määrän ero on yksittäinen, eniten moottorin tehokkuuteen ja virityspotentiaaliin vaikuttava tekijä. [1; kuva1.]



Kuva 1. Kaksi erilaista venttiilikoneistoa [2]

### SOHC-tekniikka

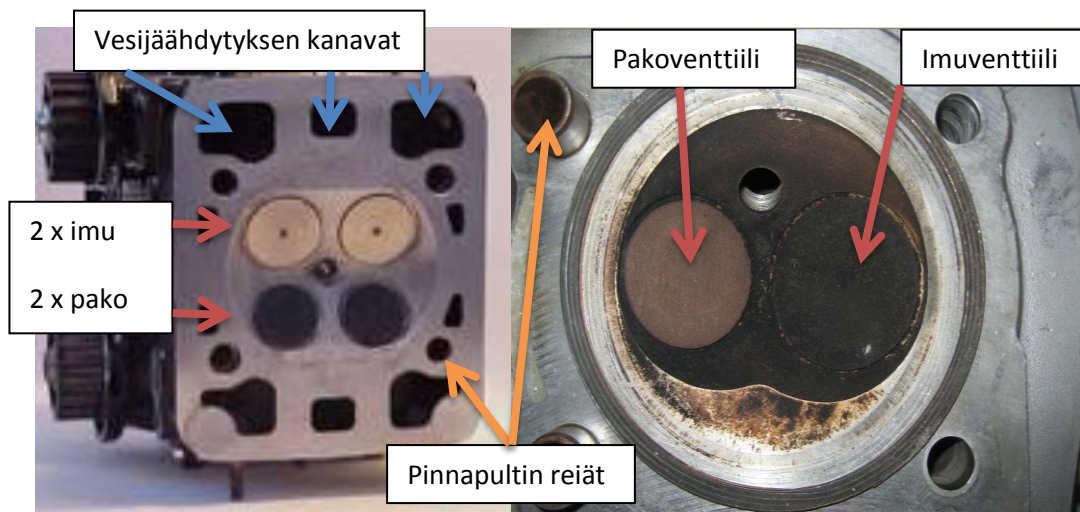
- Vähemmän tehoa suhteessa kuutiotilavuuteen
- Edullinen valmistaa
- Edullinen huoltaa
- Huono viritys potentiaali

### DOHC-tekniikka

- Enemmän tehoa suhteessa kuutiotilavuuteen
- Kallis valmistaa
- Kallis huoltaa
- Hyvä virityspotentiaali

DOCH-moottorin parempi tehontuottokyky perustuu isompaan virtauspinta-alaan (parempi sylinterin täytös), sytytystulpan asetteluun keskelle kantta (tasaaisempi palamisrintama). SOCH-moottorissa sytytystulppa on sijoitettu sivulle ja venttiilit ovat keskellä kantta. Parhaassa SOCH-moottorissa oli 2 kpl sytytystulppia palorintaman tasaamiseksi, mutta hyöty jäi kustannuksiin nähden sen verran pieneksi, että kaksitulppaisia SOCH-moottoreita ei nykyään enää valmisteta. [1.]

Ahtamalla, eli asentamalla turbo SOCH-moottoriin saataisiin teholumemat DOCH-moottoreiden tasolle, koska ilma ahdettaisiin kovalla ylipaineella venttiilien kautta sylinteriin. Tosin ahtamalla viritetyssä moottorissa on omat ongelmansa rata-ajoa silmälläpitäen ja varsinkin kotitekoiset turboahtimet asennukset saattavat olla jopa vaarallisia, tehon arvaamattomuuden vuoksi. Siis vapaasti hengittävän V2-moottorin tulisi olla DOCH-tyyppinen jos halutaan päästä reilusti yli 100hv teholumemiin (ks. liite 6; liite 7). [1.]



Kuva 2. Vesijäähdytteinen DOCH-kansi ja Imajäähdytteinen SOCH-kansi [2]

## 2.2 Moottorin jäähdytys

Jäähdytys voi olla SOCH- tai DOCH-moottorissa vedellä tai ilmalla toteutettu ja molemmissa ratkaisuissa osan jäähdytyksestä hoitaa myös öljy (ks. kuva2). Moottorilla ja moottorin osilla on tietty lämpötila, jossa ne toimivat optimaalisesti ja yleensä lähemmäksi sitä lämpötilaa päästään vesijäähdytyksellä, kun ilmajäähdytteiset isotehoiset moottorit meinaavat aina käydä hieman liian kuumana. (Liite 7; 1.)

Ilmajäähdytteisten moottoreiden jäähdytystä on pyritty parantamaan imuilman ottamisella mahdollisimman viileästä paikasta, öljyn jäähdyttimellä, lämpöä haihduttavilla pintakäsittelyillä ja polttoaineen jäähdyttämällä. Ilmajäähdytteisissä moottoreissa onkin yleensä reilusti jäähdytysripoja moottorin lohossa ja kannessa. (Liite1.)

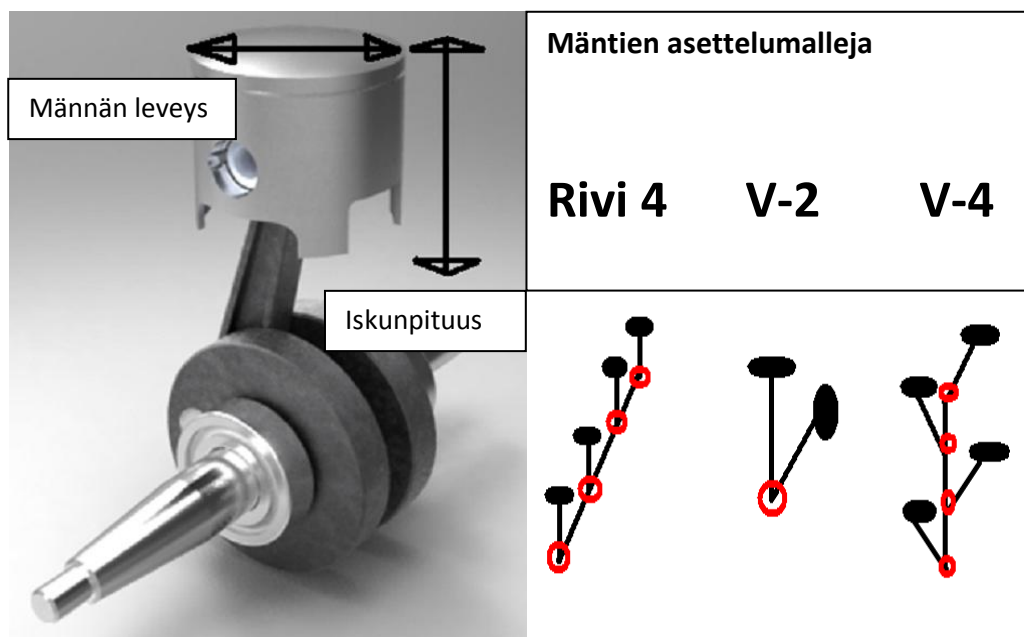
Ilmajäähdytteinen moottori on pääsääntöisesti kevyempi ja edullisempi toteuttaa kuin vesijäähdytteinen moottori. Painon säästöä kertyy jäähdyttimen ja jäähdytysnesteen puuttumisesta, tosin yleisesti ottaen kannattaa nykypäivän teknii-kassa valita vesijäähdytteinen moottori sen hyvien lämmönsäätelyominaisuuksien ja tehokkaan jäähdytyksen ansiosta.

### 3 Moottorin virittäminen

#### 3.1 Perusteet

Moottorin tehokkuus ja sen vääntökyky muodostuvat moottorissa palavan neste-ilmaseoksen energiasisällön muuttamisesta pyörimisliikkeeksi, männän liikkuessa alaspäin palotapahtuman aiheuttaman paineenkasvun ansiosta. Yksinkertaistettuna teho ja vääntö siis kasvavat sitä mukaa, kun palotapahtumaa saadaan palotilassa lisättyä. [4; 1.]

Moottoria viritettäessä lähes kaikki toiminnot liittyvät suoraan tai epäsuorasti palotapahtuman kasvattamiseen. Yleensä tehon lisäys toteutetaan lisäämällä mäntiä, kasvattamalla yksittäisen palotilan kokoa tai ahtamalla ilma-polttoaineseos moottoriin. Tämän lisäksi moottorin riittävä ilmansaanti ja ilman poistuvuus on mitoittava tehojen mukaan. Tehon ja väännön jakautumiseen taas voidaan vaikuttaa mäntien sijoittamisella toisiinsa nähden, mäntien lukumäärällä, iskunpituudella, nokka akselin muodolla, pakoputkiston mitoituksella ja pakoputkiston tyypillä. [4; 1.]



Kuva 3. Männän leveys ja iskunpituus [5]

Esimerkkinä maksimaalisesta väännöstä ja pienestä tehosta voisi mainita isot Harley Davidsonin V-2 moottorit. Harleyssa on kaksi V-muotoon asetettua pitkäskuista isotilavuuksista mäntää, kun taas BMW-HP4 on varustettu neljällä lyhytiskuisella männällä, jotka on asetettu rivimuotoon. [4.]

### 3.2 Moottorin kestäminen ja turvallisuustekijät

Turboahtimella viritettäessä riski moottorin särkymisestä on suurimmillaan, koska ahtamalla ilmaa ja polttoainetta moottoriin saadaan todella suuria tehonlisäyksiä. Turboahtimella voidaan ”kolminkertaistaa moottorin litratilavuus” eli 1000cc moottori toimii samalla tavalla, kuin 3000cc moottori. Kun hankitaan lisätehoa turboahtimella, on siis järkevää pitää ahdettavan ilman määrä maltillisena. [1.]

Moottoria viritettäessä on tärkeää ottaa huomioon alla olevien tekijöiden riittävyys, lisätehon turvallista hallintaa ja moottoripyörän kestämistä silmälläpitäen. Huomioitavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- jäähdytys
- kaikkien voimansiirtoon osallistuvien osien tehonkesto
- jarrujen teho
- Iskunvaimennuksen laatu
- rungon riittävä kestävyys ja jäykkyys.

Virittäessä on myös huomioitava, että mihin käyttöön pyörä tulee, koska moottorin ajo-ominaisuudet saattavat matalammilla kierrosalueilla heikentyä merkittävästi, jos innostutaan käyttämään kaikkein aggressiivisimpia kisamoottoreille tarkoitettuja viritystapoja. Rataominaisuuksia moottorille saadaan lisättyä uhraamatta liian paljon ajomukavuutta, kun moottorin virittäminen suunnitellaan huolellisesti ja muutoksista tehdään maltillisia ja tarkasti harkittuja niin budjetinkin pysy silloin kohtuullisena. Katukäyttöisissä ajoneuvoissa, nokka-akselin käyttömekanismin osat kestävät vakio osilla, rajunkin viritysasteen korottamisen, (poikkeuksena työntötankomoottorit). [1.]

### 3.3 Viritystavat

Toisinaan on järkevää vaihtaa virittämisen sijasta moottorin tilalle tehokkaampi moottori, tai käyttää valmiiksi moottoriin myytävää virityspakettia. Myös virituspajat voivat tehdä pyörästä halutunlaisen, kunhan raha toimenpiteisiin riittää. Edullisin haastavin ja hauskin tapa on suunnitella moottorin virittäminen ja osien hankinta itse ja teetättää koneistustyöt alkuperäisosille asiantuntevassa koneistamossa. Sitten voi viilailla ja hioa tarvittavat muutoskohteet, joissa itse tekeminen on mahdollista. Osat on myös hyvä löytää käytettynä, jos halutaan päästä todella pienellä budjetilla kohtalaisiin tuloksiin. [1.]

J&E valmistaa korkeapuristeisia mäntiä tilauksesta, ja niillä saadaan puristusuhde todella ylös. Tosin taloudellisista syistä korkeapuristeisia mäntiä ei tämän opinnäytetyön puitteissa TR1:sen virityksessä käytetä. J&E Pistons valmistaisi korkeapuristeiset ylikoon männät 439 eurolla. Mahdollisesti sitten kun moottori on loppuun ajettu nykyisillä männillä, tulisi mäntien teettäminen kyseeseen. Mäntien lisäksi moottoriin tulisi 0,580” nostolla olevat nokka-akselit ja muokattu venttiilikoneisto nokka-akselin käytön mahdollistamiseksi hinta arviolta 300 euroa. Korkeapuristeisten mäntien yhteydessä olisi hyvä käyttää myös TR1 vakio-kansia, koska puristussuhteen nosto tapahtuu männillä ja vakiokannella saadaan isommat venttiililautaset, kuin Yamaha XV750-kansilla. [6.]

Laadukas kansi oikealla puristussuhteella, oikeanlaiset nokka-akselit, sopivat kaasuttimet, oikeanlainen pakoputkisto ja moottorin mahdollisimman suuri tilavuus lyhytiskuisena mallina tuntuisivat olevan hyvä resepti tehojen lisäykseen. Riittävä Ilmansaanti pitää vielä varmistaa oikeilla osavalinnoilla esimerkiksi vaavirtausilmansuodattimella. [1; Liite 7.]

### 3.4 Nokka-akselit

Nokka-akseleiden tehtävä on avata kannessa olevia venttiililautasia, jotka yleensä palautuvat jousivoimalla suljettuun asentoon. Viritysnokka-akselissa on korkeampi nokka, joka avaa venttiiliä enemmän ja mahdollistaa näin suuremman polttoaine-ilmaseoksen pääsyn moottoriin. Kun valitaan oikein korkean noston nokka-akseli, on venttiilinjouset samalla syytä vaihtaa jäykempiin normaalin toiminnan varmistamiseksi. [1; kuva 4.]



Kuva 4. Nokka-akseli XV1000

Viritysnokka-akseleissa myös venttiilien aukioloaikoja on saatettu muuttaa imu- ja pakonokan välistä kulmaa muuttamalla, tai muuttamalla nokkien asemaa kampiakseliin nähden. Tällöin nokkien avautuminen ja sulkeutuminen aikaistuu tai myöhästyy halutusta lopputuloksesta riippuen. Nokka-akseli on aina kompromissi huipputehon ja alakierroksilla olevan väännön suhteen. Tämän vuoksi nokka-akselia valitessa kannattaa tyytyä maltillisiin nostolukemiin, jos kyseessä on myös katuajossa käytettävä ajoneuvo, eikä puhdasverinen kilpa-ajoneuvo. [1.]

### 3.5 Moottorinkannet ja puristussuhde

Nykyaikaisien moottoreiden osalta kannen työstämisellä ei enää saavuteta merkittäviä parannuksia kannen toimintaan, mutta 1980–1990 valmistetuissa pyörissä sylinterikannen muokkaaminen/vaihtaminen on todella hyödyllinen toimenpide tehon kasvattamiseksi. Kansia avarrettaessa isot kanavat eivät ole mikään itsetarkoitus, vaan kansia muokatessa tulee huomioida ilman virtausominaisuudet, esimerkiksi kilpa-autoissa toisinaan ahtaammat kanavat ovat aiheuttaneet paremmat teholumemat. Imu- ja pakokanavien muoto on erityisen tärkeä kantta parannellessa, että virtauskanavalla on hyvät aerodynaamiset ominaisuudet. [1.]

Kannen ja männän yläkuolokohdan väliin jäävän alueen koolla hallitaan myös puristussuhdetta ja puristussuhdetta muuttamalla varsinkin vanhemmissa pyörissä saadaan moottorin hyötysuhdetta, kierrosheikkyyttä ja tehoja nostettua huomattavasti. Esimerkiksi 1:10 puristussuhde tarkoittaa, sitä että ilma puristetaan kymmenesosaan alkuperäisestä tilavuudestaan. Puristussuhteen nostamiseen vaikuttaa polttoaineen oktaaniluku, eli mitä korkeampi oktaaniluku sitä paremmin lämpöä polttoaine kestää, ja sen enemmän hyvin jäähdytetyllä moottorilla puristussuhdetta voidaan nostaa. Ylärajana tosin kilpamoottoreissa ja kilpapolttoaineilla on pidetty 1:14. Katupolttoaineista paras oktaaniluku on Shell V-power-polttoaineella ja sille luvataan 99+ oktaaniluvuksi. [7; 1.]



### 3.6 Vapaavirtausilmansuodatin

Vapaavirtausilmansuodattimen tehtävä on päästää ilmaa läpi mahdollisimman pienellä virtausvastuksella, jos vakioilmansuodatin ei ahdistu imuilman virtausta moottoriin on virtaussuodattimen vaihtaminen turhaa. Suodatin on suunniteltu moottorin ilmanvirtaukselle ja jos ilmaa virityksestä johtuen alkaa virrata enemmän, saattaa suodattimen vaihtaminen olla tarpeellista. [1.]

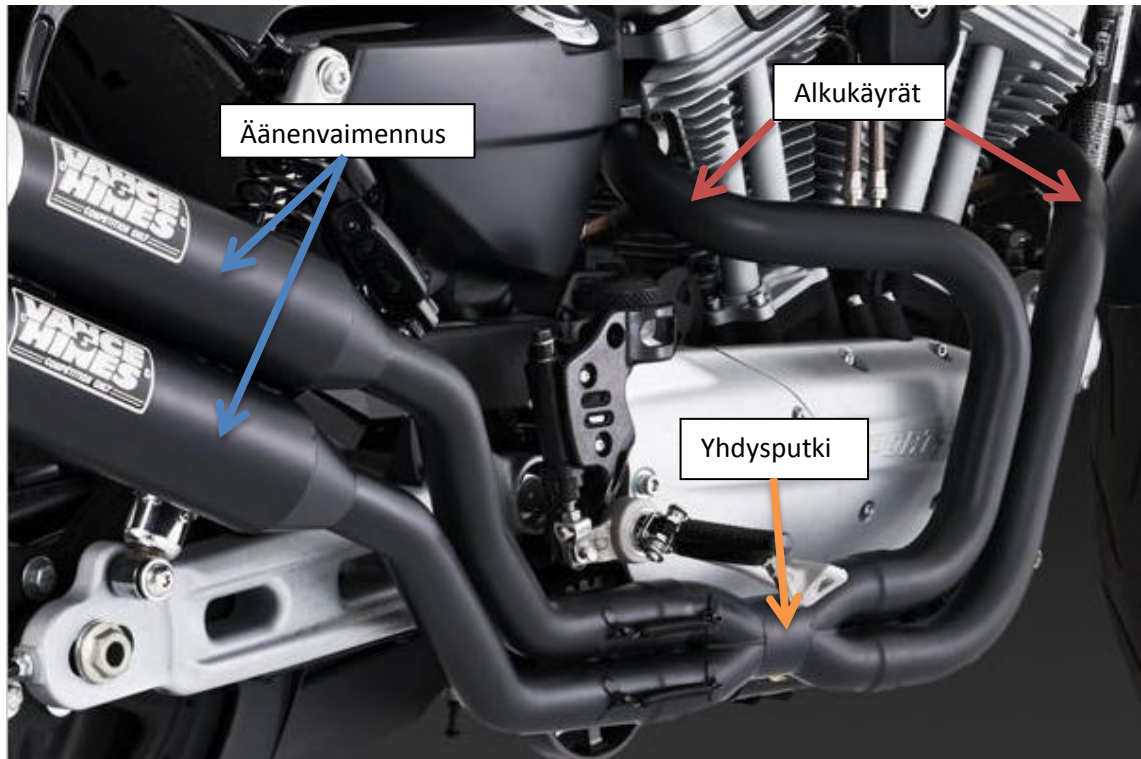


Kuva 5. Vapaavirtausilmansuodatin

Vapaavirtausilmansuodattimissa on myös isoja eroja ilmanvirtaavuuden ja pienhiukkasten suodatuksen laadussa, eli halvimman suodattimen hankkiminen moottoriin ei yleensä ole kannattavaa. K&N ilmansuodatinmerkki esimerkiksi valmistaa lähes poikkeuksetta laadukkaita vapaavirtausilmansuodattimia. Tietenkin tämä näkyy myös hinnassa ja K&N ei ole halvimasta päästä vapaavirtaussuotimia. [1.]

### 3.7 Pakoputkisto

Pakoputkesta muotoillaan 2-1-2 -tyyppinen putki tehon nostamiseksi. Pakokaasu virtaa alkukäyristä vuorotellen ja pytyissä ei pakokaasun poistuminen tapahdu samaan aikaan. Alkukäyrien liittäminen yhteen putkeen imaisee alipaineen aina siihen putkeen, joka ei vielä ole pakokaasun poistovuorossa. [1.]



Kuva 6. HD 2-1-2 pakoputkisto [8]

Alkukäyrien pituudella ja poikkipinta-alalla on vaikutuksensa tehon ja väännön jakautumiseen ja sen määrään. Myös yhdysputken jälkeisen putkiston pituus ja poikkipinta-ala vaikuttaa moottorin luonteeseen, mutta vaikutus ei ole yhtä suuri kuin alkukäyrissä. Kun äänenvaimentimia on kaksi, hiljenee ääni enemmän kuin 2-1 -pakoputkistossa, jossa kaksi alkukäyrää yhdistyy yhteen äänenvaimentimeen. Saman virtaavuuden aikaansaamiseksi kuin 2-1-2 -putkistossa, pitää yhden äänenvaimentimen sisäputki olla todella avara ja se taas lisää melua. [1;9]

### 3.8 Moottoripyörän säätäminen

Kaasuttimien säätö pitää ulkoistaa dynamometrin omistavalle virituspajalle ja isompien kaasuttimien tarve on selvitetävä. Säätö käyttöön olisi mahdollista hankkia Dynotec-3000 laite, jolla saataisiin esimerkiksi nostettua kierrosrajoittimen kierrosrajaa ja säädettyä sytytys oikeaksi kulloisellekin moottorin käyntinopeudelle. Laitteen ohjelmoinnin yhteydessä tarvittaisiin myös virituspaja ja dynamometri. [1.]

Virittämisen jälkeen kaasuttimien säätäminen on lähes pakollinen toimenpide. Säättämättömällä moottoripyörällä ajamisesta voi seurata moottorivaurio, jos moottori ei saa riittävästi polttoainetta. Toisaalta liiallinen polttoaineen saanti tulee bensankulutuksen vuoksi kalliiksi ja moottoripyörä ei toimi hyvin (tehon menetys, käyntiongelmia). [1.]

Modernimmissa moottoripyörissä joissa polttoaineen syöttö tapahtuu kaasuttimen sijasta ruiskutekniikalla, polttoaineensyötön säätö tehdään ohjelmoimalla moottoripyörä uusille polttoaineensyöttö asetuksille. Ohjelmoinnissa puhutaan ”polttoainekartasta” ja toimenpiteessä tarvitaan dynamometria säädön onnistumisen testaamisessa. [1.]

## 4 Iskunvaimennus

### 4.1 Jousituksen säätö

Jousien esijännitys säädetään mittaamalla iskunvaimentimien pituus, kun moottoripyörä on ilmassa ja sitten verrataan mittaa siihen, kun moottoripyörä on oman massansa varassa (tämä on staattinen painuma) ja kun moottoripyörän päällä istuu kuljettaja normaalissa ajo-asennossa ja kaikissa ajovarusteissa (tämä on kuljettajan painuma). [11;12.]

Jos jousituksen halutaan toimivan parhaiten esimerkiksi laukkujen kanssa, pitää myös laukut pakata ja asentaa moottoripyörään mittauksen ajaksi. Jos jousi äärimmilleenkään kiristettynä ei mahdollista kuljettajan painuma-alueelle asetumista, pitäisi jousi vaihtaa. Öhlins-iskunvaimentimiin saa tilattua oikea jäykkyyksisen jousen, ilmoittamalla tilauksen yhteydessä moottoripyörän mallin ja kuljettajan painon. [11;12.]

#### 4.1.1 Staattinen painuma

Moottoripyörän massan aiheuttama painuma tulisi olla keulassa enintään 1/8 kokonaisliikematkan mitasta ja vähintään 1/6 kokonaisliikematkan mitasta. Mittaus keulassa pitää suorittaa sylinterinputken suuntaisesti ja takaiskunvaimenninta säädettyäessä pyörän navasta, vaikka itse tehtyyn merkkiin 90° kulmassa lattiaan nähden. [11;12.]

Esimerkiksi: Yamaha TR1 (liite 1) kokonaisjoustomatkaksi etuhaarukalle on ilmoitettu 140mm [9.].

$$\frac{140mm}{8} = 17.5mm \quad \frac{140mm}{6} = 23.3mm$$

Eli noin 17.5–23.3mm ja perässä pienemmästä arvosta poistetaan 10mm ja isommasta 10mm, eli painuman pitäisi asettua välille 7.5–13.3mm [11;12.].

#### 4.1.2 Kuljettajan painuma

Ilmassa mitatun tuloksen ja kuljettajan paino päällä mitatun tuloksen eron tulisi olla enintään 1/5 kokonaisliikematkasta ja vähintään 1/6 kokonaisliikematkasta. Mittaus keulassa pitää suorittaa sylinterinputken suuntaisesti ja takaiskunvaimenninta säädettäessä pyörän navasta, vaikka itse tehtyyn merkkiin 90° kulmassa lattiaan nähden. Iskunvaimentimen kokonaisliikematka saadaan vaikkapa moottoripyörän teknisistä tiedoista. (Matka pyörässä enintään 1/3 ja vähintään 1/4). [11;12.]

Esimerkiksi: Yamaha TR1 (liite 1) kokonaisjoustomatkaksi etuhaarukalle on ilmoitettu 140mm [11;12.].

$$\frac{140 \text{ mm}}{5} = 28 \text{ mm} \quad \frac{140 \text{ mm}}{4} = 35 \text{ mm}$$

Eli noin 28–35 mm ja takapään mittaa varten pienemmästä arvosta poistetaan 5mm ja isommasta 10mm eli painuman pitäisi osua välille 23–25mm [11;12.].

#### 4.2 Iskunvaimennuksen säätö

Iskunvaimennuksen säätöön ryhdyttäessä pitää tarkistaa, että moottoripyörä on teknisesti kunnossa. Kriittisten kohtien korjaamisella/tarkistamisella taataan säädön onnistuminen ja kuljettajan turvallisuus. Tarkistettavia kohtia ovat siis, että jousitus on säädetty kuljettajan painon mukaan, moottoripyörässä on hyvät renkaat, iskunvaimennus on ehyt, keulan laakeroinnissa runkoon ei ole välystä, takahaarukan laakeroinnissa runkoon ei ole välystä ja ketjun kireys on oikea. [11.]

Iskunvaimennuksen säädön mahdollistamiseksi on muutamia keinoja, kallein ja paras tapa olisi vaihtaa etuhaarukaksi ja takaiskunvaimentimeksi täysin säädettävät, vaikkapa Öhlins-iskunvaimentimet esimerkkinä (liite 2). Alkuperäisen keulan vaimennusta voi säätää myös öljyn paksuutta muuttamalla. Jos säätövara ei riitä, on vaihtoehtona keulan venttiilistön muuttaminen tai keulan vaihtaminen.

Vaimennuksien säätö sopivaksi vaatii kokeilua ja harjoittelua onnistuakseen, koska vaimennus säädetään juuri omaan ajotyylisiin sopivaksi, ei säätöä oikein voi korjaamollakaan teetättää. Tehdasasetuksissaan vaimennuksen säätö on kompromissi, jonka täytyy toimia kohtalaisesti kaiken kokoisille kuljettajille ja kaikenlaisilla ajotyyleillä ja taidoilla varustetuille kuljettajille. Täysin säädettävässä iskunvaimentimessa voidaan valita jousen esijännitys, punaisella nuolella merkitystä säätökohdasta säätämällä. Sinisellä merkityn nuolen säädöllä voidaan vaikuttaa iskunvaimentimen kasaan meno nopeuteen, ja mustalla nuolella merkatussa säädöllä iskunvaimentimen täyteen mittaan paluu nopeuteen (kuvassa mallina on takaiskunvaimennin). [12.]



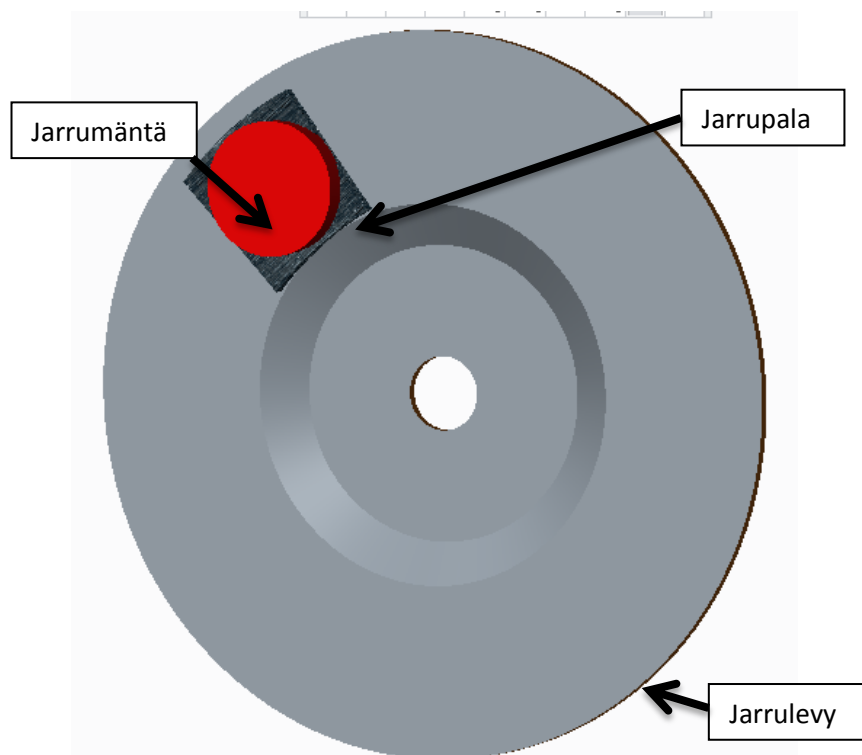
Kuva 7. Öhlins täysin säädettävä iskunvaimennin [10]

Suzukin kuvassa näkyy täysin säädettävä takaiskunvaimennus kahdella iskunvaimentimella (liite 7.). Aprilia RSV4 kuvassa on täysin säädettävä Öhlins-keula ja takaiskunvaimennus yhdellä iskunvaimentimella (takaiskunvaimennus ei näy liitteen kaksi kuvassa), (liite 2.). Opinnäytetyön viimeisessä liitteessä on ohje iskunvaimentimien vaimennuksien säätämistä varten (liite 8).

## 5 Jarrut

Jarrujen toimintaan vaikuttaa jarrulevyn/jarrulevyjen suuruus, kitkapintojen suuruus, voima jolla kitkapalat jarrulevyyn/jarrulevyihin painuvat, jarrulevyn ja kitkapalojen materiaali, jarrusatulan mäntien lukumäärä ja jarrutustuntumaan vaikuttaa jarruletkujen joustamattomuus, eli teräspunosletkut ja elektroniselta puolelta ABS eli lukkiutumaton jarrujärjestelmä, joka estää renkaan lukkiutumisen kovassa jarrutustilanteessa. Jarrutusmatka lyhenee myös jarrujen työtaakkaa keventämällä, eli keventämällä moottoripyörän painoa ja pyöriviä massoja. [13.]

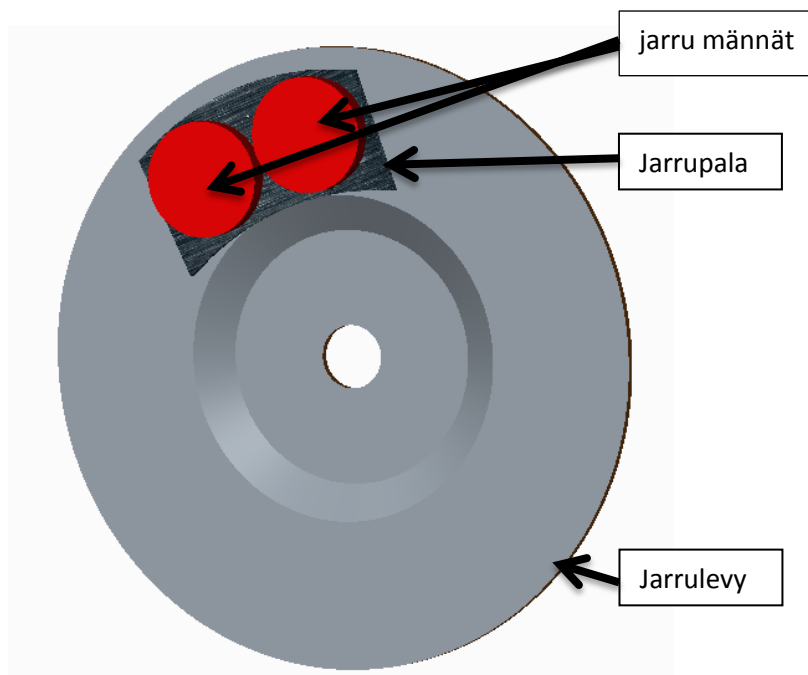
Yamaha TR1-moottoripyörän jarruissa on tällainen yksimäntäinen ratkaisu, jossa mäntä puristaa kitkapalat jarrulevyä vasten. Onneksi Yamaha TR1:ssä etujarru on toteutettu kahdella jarrulevyllä ja tämä ratkaisu tuplaa jarrutehon yhdellä levyllä toteutettuun versioon verrattaessa. [13; kuva 8]



Kuva 8. Yksi mäntä painaa jarrupalaa levyä vasten

Jarruja parantaakseni olen ajatellut vaihtaa yksimäntäiset jarrusatulat, kaksimäntäiseen malliin. Satulan vaihtaminen tehokkaammaksi on helpoimpia tapoja parantaa jarrujen tehokkuutta. Radikaaleimmissa muutoksissa vaihdetaan yleensä koko keula, jostakin sport-pyörästä ja näin saavutetaan yleensä iskunvaimentimien ja jarrujen parannus samalla kertaa. [13.]

Kahden mäntän ratkaisun jarrutehon parantuminen liittyy mäntien pinta-alan kasvuun sekä jarrupalan kitkapinta-alan kasvuun. Vaihdettaessa kaksimäntäiseen jarrusatulaan, myös jarrukahvanpuoleinen sylinteri on syytä vaihtaa vastaamaan uuden jarrusatulan vaatimuksia. [13.]



Kuva 9. Kaksi mäntää painaa jarrupalaa levyä vasten



## 6 Laki moottoripyöriin tehtävistä muutoksista

### 6.1 Laki muutoskatsastuksesta

TR1-moottoripyörän teho ei noussut yli 10% ja siksi uudelleen katsastamista ei vaadita, äänenvaimentimista pitää tehdä yksilöinti 6.1.1 olevan Trafin sovel-  
lusohjeen mukaisesti. Iskunvaimennukselle ei tehdä kuin säätötoimenpiteitä ja  
siksi se osio ei vaadi muutoskatsastusta. Jarrujen muutokset eivät saa olla jar-  
rutehoa vähentäviä toimenpiteitä ja tässä opinnäytetyössä jarrujen suunniteltu  
muutos lisää jarrutehoa. Alaotsikot 6.1.1 ja 6.1.2 ovat lakitekstiä ja siksi hieman  
vaikeaselkoisia, mutta niiden muokkaaminen saattaisi aiheuttaa merkityseron.  
[23.]

#### 6.1.1 Muutoskatsastusvelvollisuus

Trafin soveltamisohjeessa sanotaan, että ”Pelkän pakoputken vaihtamisen ei  
katsota lisäävän tehoa yli 10%. Jos moottoriin tehdään muita muutoksia, mitkä  
lisäävät tehoa, tulee uudesta tehosta esittää selvitys” ja ”Omavalmisteisesta ja  
merkittömästä äänenvaimentimesta tulee kirjata keskeiset ulkoapäin todettavat  
mitat vaimentimen yksilöimiseksi. Äänenvaimentimesta tulee aina yksilöidä  
ulostuloaukon koko”. [23.]

”3.§:ssä Muutoskatsastusvelvollisuudesta säädetään ajoneuvolain  
61.§:ssä ja ajoneuvojen hyväksynnästä annetun valtioneuvoston asetuk-  
sen (1244/2002) 25.§:ssä. Muutoskatsastusvelvollisuuden edellytysten ei  
katsota täyttyvän 11.§:n osalta, jos ajoneuvon vaihdetaan renkaat, jotka  
eivät edellytä vannemuutoksia tai selvitystä jarrulaitteen tehosta. Taikka  
15.§:n 3-momentin muiden kuin c kohdassa tarkoitettujen osanvaihtojen  
tai 16.§:ssä tarkoitetun vähemmän kuin 10% moottorin tehon kasvun  
 johdosta. Taikka jos ajoneuvon vaihdetaan siihen tarkoitettu alkuperäis-  
tä osaa korvaava EY- tai E-hyväksytyt varaosakatalysaattori tai -

äänenvaimennin.” Edellä mainituissa tilanteissa siis ei vaadita muutoksastusta. [24.]

### 6.1.2 Moottorin ja pakojärjestelmän muutokset

Jos luettelossa mainittujen muutosten arvot ylittyvät, vaaditaan silloin ajoneuvon uudelleen katsastus. Esimerkiksi moottorin tehon arvojen ylittyessä, vaaditaan uudelleen katsastuksen yhteydessä yleensä parannuksia jarruihin ja iskunvaimennukseen. [24.]

”16.§ 3-momentti. Tämä kolmas momentti koskee EY-direktiivien aikana käyttöön otettuja ajoneuvoja ja se löytyy FINLEX-sivuilta”. [24.]

”4.§:ssä muun kuin 3-momentissa tarkoitetun moottoripyörän ja L5e-luokan ajoneuvon (*L5e luokan ajoneuvo on mopoa tehokkaampi kolmi-  
pyörä*) moottorin tehoa saa kasvattaa vaihtamalla moottorin, asentamalla ahtimen, tekemällä muutoksia pakoputkistoon, kasvattamalla iskutilavuutta tai muuttamalla muulla tavoin moottorin toimintaa tehonlisäyksen aikaansaamiseksi seuraavin ehdoin”. [24.]

a) ”Moottorin tehoa ei siitä annetun selvityksen mukaan saa kasvattaa alkuperäisen moottorin, tai saman valmistajan valmistamaan, muilta ominaisuuksiltaan teknisesti vastaavaan ajoneuvoon tarkoitetun teholtaan suurimman moottorin tehoa enempää kuin 20%. Taikka vaihtoehtoisesti alkuperäisen moottorin tehoa kasvattaa enintään kaksinkertaiseksi, jos moottoripyörän moottorin tehon ja omamassan suhde ei tällöin kasva suuremmaksi kuin 0,30 kW/1 kg”. [24.]

b) ”Moottorin tehon katsotaan vastaavan valmistajan ajoneuvolle L-luokan rakenneasetuksen liitteen-2 kohdan-18 mukaisesti määrittelemää tehoa. Taikka DIN-normin mukaista tehoa, 0,9-kertaista SAE netto -normin mukaista tehoa, tai 0,7-kertaista SAE brutto -normin mukaista tehoa”. [24.]

c) ”Iskutilavuuden tai puristussuhteen kasvattamisen katsotaan lisäävän moottorin tehoa samassa suhteessa kuin iskutilavuus tai puristussuhde kasvaa, jollei tehosta esitetä muuta selvitystä”. [24.]

d) ”Jarrulaitteiden ja jousituksen tulee muutoksen jälkeen vastata uutta enimmäisnopeutta; tarvittaessa jarrujen toiminnasta tulee muutoskatsastuksessa esittää 13.§:n mukainen selvitys”. [24.]

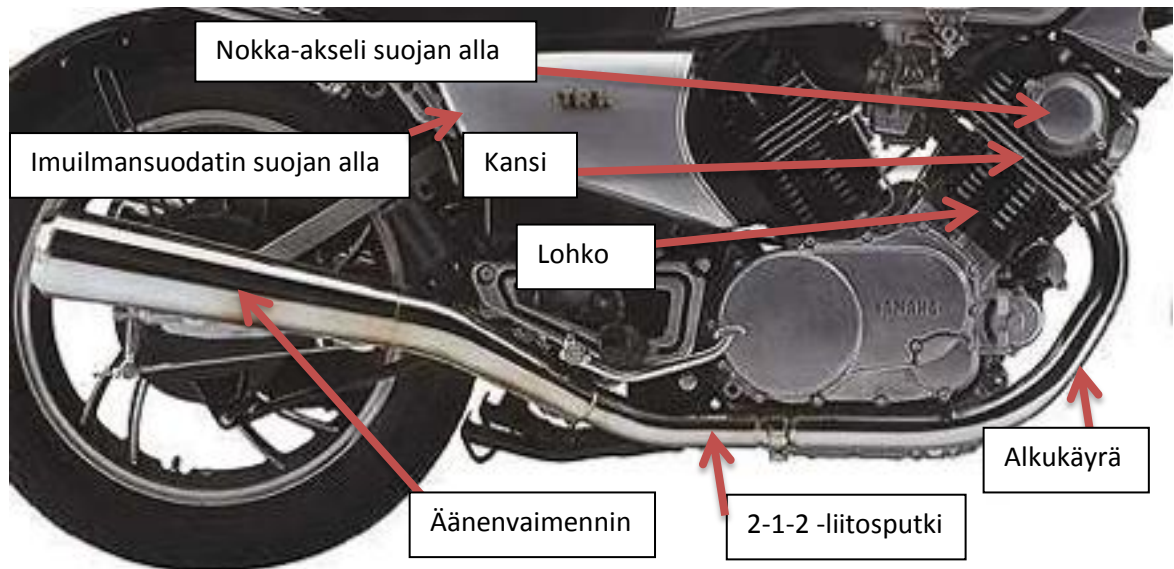
## 7 Suunnitelma TR1 suorituskyvyn parantamiseksi

Bike-lehden TR1-testissä vuodelta 1981 pyörä on testissä todettu sport touring-malliksi, siksi siinä on poikkeuksellisen hyvät säädöt alustassa esimerkiksi paineilmasäätöinen jousen esijännitys keulassa ja perässä. Erityisesti yhden takaiskunvaimentimen asettaminen rungon sisään viistoon kulmaan tekee runko-geometriasta hyvän, koska iskunvaimentimen kulma aiheuttaa takajousitukselle progressiivisen jouston. Säätömahdollisuuksia nykyisessä takaiskunvaimentimessa on paljon, koska alkuperäinen iskunvaimennin on korvattu Öhlins-iskunvaimentimella edellisen omistajan toimesta. [16.]

Nykyään TR1-pyöristä rakenneltuja kilpapyöriä on jonkin verran alemmissa kilpaluokissa mukana, eli rakenneltuna TR1 soveltuu aivan hyvin myös nopeaan rata-ajoon. Esimerkki ratakäyttöön rakennetusta TR1:sestä on liitteissä (liite 3.). Moottorin virittämiseen on käytetty reilusti tilaa tässä opinnäytetyössä ja syy siihen on se, että moottorin virittäminen on eniten TR1 sen ratanopeuteen vaikuttava tekijä. Toisin kuin jarrut ja alusta, jotka ovat vakionakin TR1:ssä kohdalaisen hyvät. Jopa 10hv:n lisääminen huipputehoon vaatii erityisen laajat ja onnistuneet toimenpiteet kyseiselle moottorille, kun toimitaan pienellä budjetilla.

## 7.1 Moottorin virittäminen TR1

Kuvassa 10 on esitetty muutettujen osien sijainti Yamaha TR1 moottoripyörässä. Nokka-akseli on kuvan ainut osa joka on vielä alkuperäinen.



Kuva 10. V2-Moottori [16]

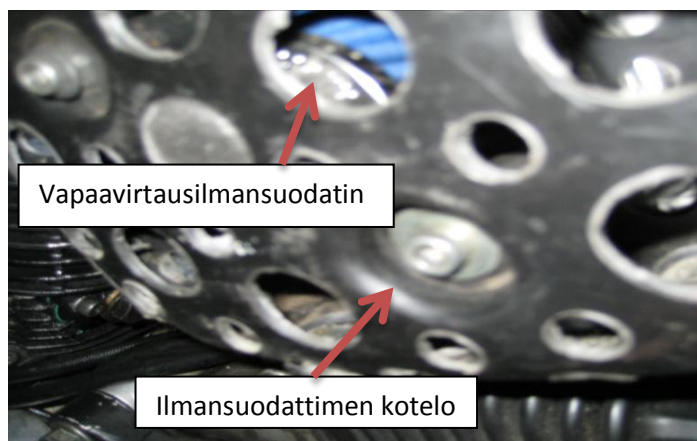
Taulukossa 1 on esitetty yleisimpiä viritysosia, arvioitu niiden tehonlisäyspotentiaalia A. Graham Bellin viritystä koskevan teorian pohjalta ja valittu hankittavia osia rastittamalla ”Hankintaan” -sarakeeseen x. ”Edullisin hankintatapa” -sarakeessa on tarkasteltu edullisinta vaihtoehtoa osan hankkimista varten. [1.]

Taulukko 1. Osavaihtoehdot

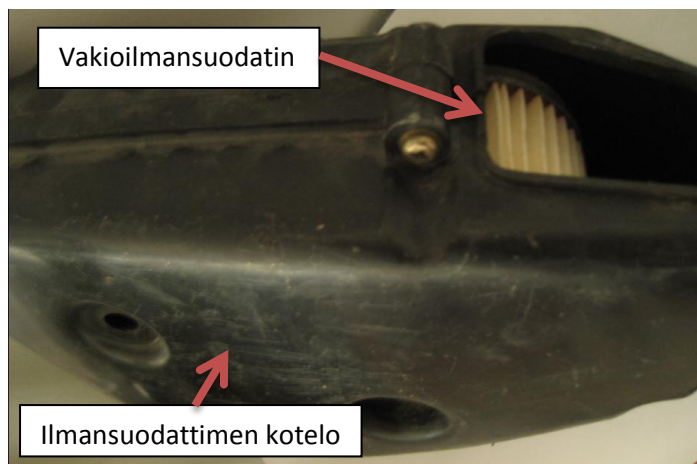
Moottorin viritysosat	Hinta-arvio	Hankintaan	Edullisin hankintatapa	Tehonlisäys
Nokka-akselit	260e/pari		Uudet	Merkittävä
Moottorin kannet	160e/pari	x	Käytetyt	Keskinkertainen
Pakoputkisto	10e	x	Omavalmiste	Keskinkertainen
Äänenvaimentimet	100e/pari	x	Omavalmiste	Keskinkertainen
Ilmansuodatin	20e	x	Uusi	Vähäinen
Muotomännät	400e/pari		Teetätettävä	Merkittävä
Turboahdin	300e		Uusi	Merkittävä

### 7.1.1 Ilmansuodatuksen muutokset

Vakioilmansuodattimen vaihto vapaavirtaus ilmansuodattimeen käy helpoiten siten, että etsitään vakioilmansuodatinkoteloon sopiva vapaavirtaussuodin ja asennetaan se vakioilmansuodattimen tilalle. Vapaavirtausilmansuodattimen etuna on myös sen pestävyys verrattuna alkuperäiseen paperisuodattimeen, joka on aina liikaa likaantuuessaan vaihdettava. Vapaavirtausilmansuodattimen ilmaansaannin varmistamiseksi on vakioilmansuodattimen koteloon porattu reikiä (ks. kuva 11; kuva 12). [1.]



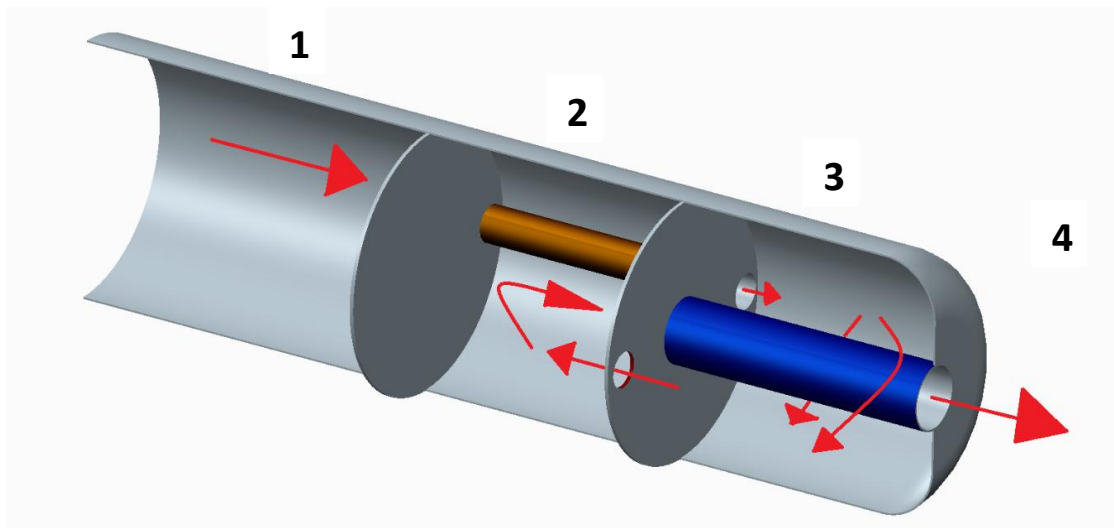
Kuva 11. Vapaavirtausilmansuodatin vakiokotelossa



Kuva 12. Vakioilmansuodatin vakiokotelossa

### 7.1.2 Pakoputkiston muutokset

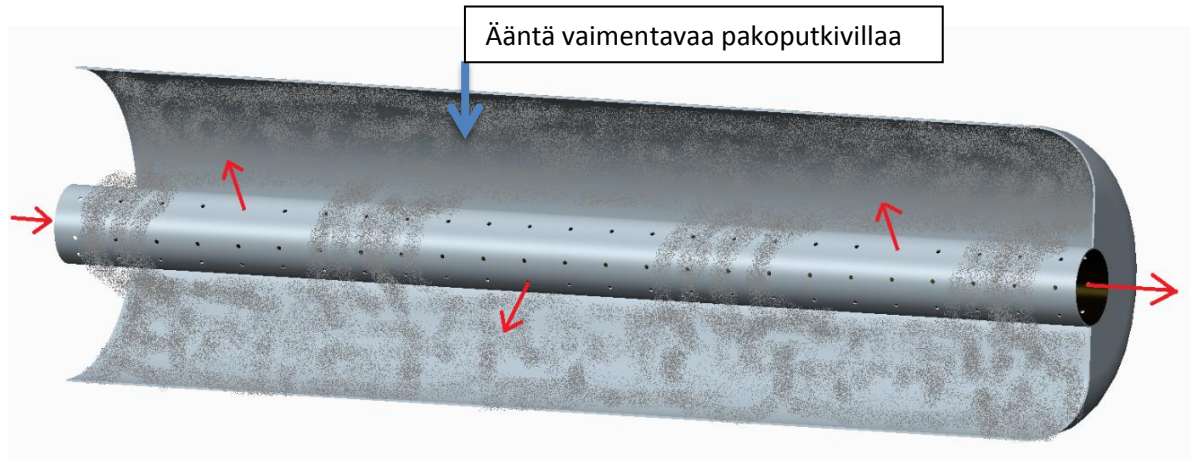
Yamaha TR1-moottoripyörän vakiopakoputkisto oli reflektiityyppinen, eli pakokaasu kulkee kammioista toiseen ja samalla pakoääni vaimenee merkittävästi. Kuvassa pakokaasun liike on esitetty punaisilla nuolilla. Pakokaasu tulee pakoputkesta äänenvaimentimen kammioon no.1, kuparin värinen väliputki välittää pakokaasun kammioon no.3, sieltä pakokaasu palaa väliseinässä olevasta reiästä kammioon no.2 ja lopuksi pakokaasu siirtyy sinistä väliputkea pitkin ulkoilmaan no.4. [1.]



Kuva 13. Reflektioäänenvaimennin

Kuvan 13 äänenvaimennin muutetaan absorptiityyppiseksi leikkaamalla pääty auki ja vaihtamalla sisälle reikäputki, joka on ympäröity pakoputkivillalla. Tällä toimenpiteellä pakoputki muuttuu absorptiityyppiseksi, eli virtaavuus paranee ja pakoäännet hieman voimistuvat reflektiityyppiseen äänenvaimentimeen verrattaessa (ks. kuva 14). [1.]

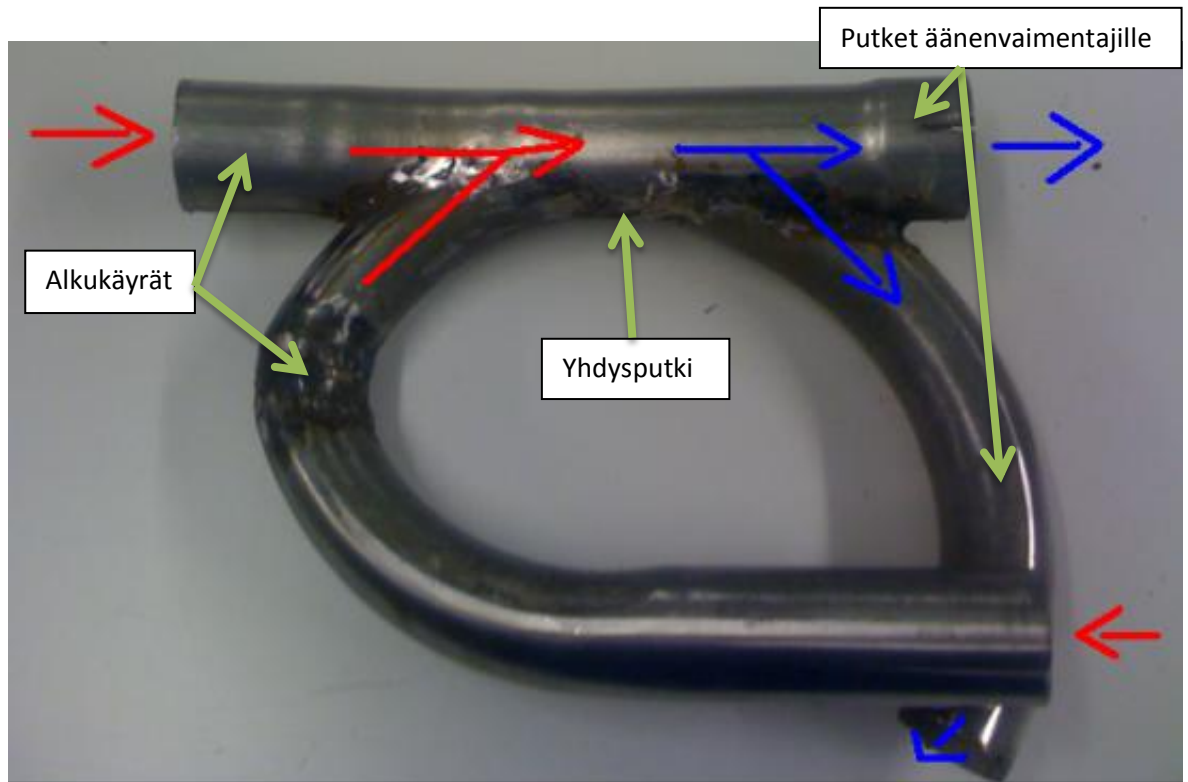
Absorptiotyyppisessä äänenvaimentimessa pakokaasu pääsee reisistä pakoputkivillaan ja se vaimentaa ääntä. Kuvassa pakokaasun liike on esitetty punaisilla nuolilla. Reikäputken pakokaasun liikettä on havainnollistettu vain kolmella punaisella nuolella, vaikka pakokaasua virtaa putken kaikista rei'istä viltään. [1.]



Kuva 14. Absorptioäänenvaimennin

Kaikissa liitteiden moottoripyörissä on kuvan 14:sta tyyppinen absorptioäänenvaimennus, paitsi Yamaha TR1:ssä on reflektioäänenvaimentimet (ks. kuva 13.). Molemmat äänenvaimennintyytit oikein valmistettuna soveltuvat virityskäyttöön, tosin hyvin virtaavasta reflektioäänenvaimentimesta tulisi rakennettaessa isompi kuin absorptioäänenvaimentimesta. [1.]

Kuvassa 15 pakoputken alkukäyrästön 2-1-2 rakenne on toteutettu käyttämällä alkuperäiset alkukäyrät ja valmistamalla uusi osa alkukäyrien ja äänenvaimentimien väliin. Valokuvan punaiset nuolet kuvaavat alkukäyrästä tulevaa kuumaa pakokaasua ja siniset nuolet hieman viileämpää äänenvaimentimille menevää pakokaasua.



Kuva 15. Pakoputken 2-1-2 alkukäyrästö

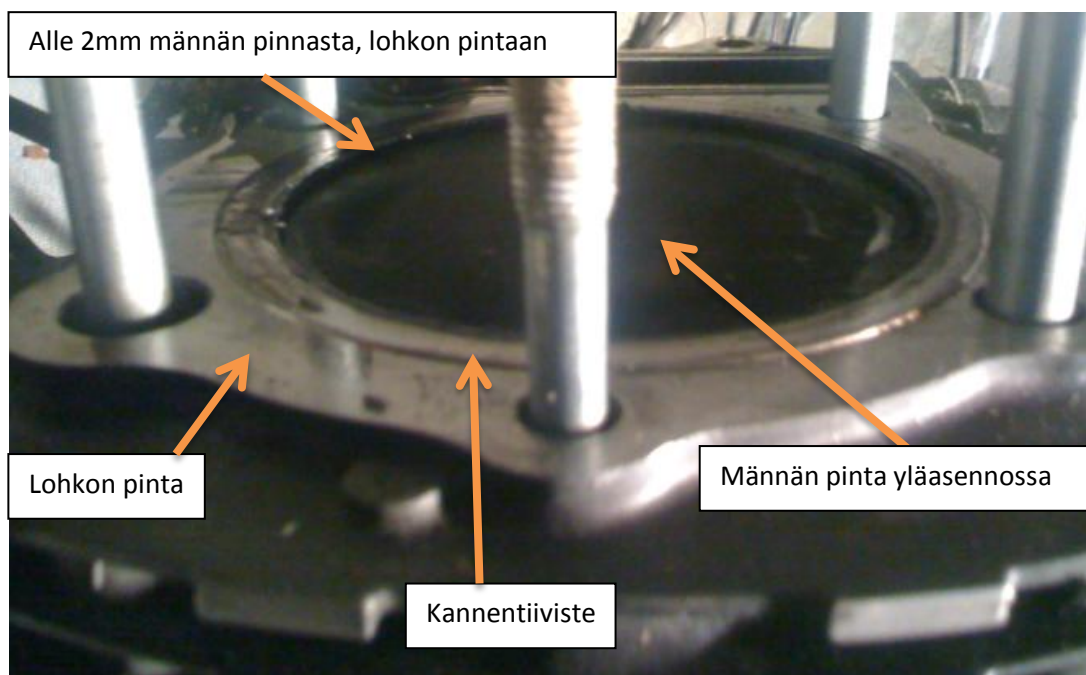


### 7.1.3 Muutokset ensimmäiseen dynamometri-ajoon

Vakioilmanpuhdistin vaihdettiin vapaavirtausilmansuotimeen ja osa alkuperäisestä ilmansuodatusputkistosta jätettiin asentamatta, tämän toimenpiteen vuoksi imuilman lämpötila nousi 25,5 °C:sta 31,5 °C ja tämä lämpötilan nousu tarkoittaa tehohäviöissä 0,7hp menetystä Yamaha TR1:ssä, koska imuilman lämpötilan kohotessa 7°C putoaa moottoriteho 1 %:lla. Pakoputkiston äänenvaimentimien sisukset vaihdettiin paremmin virtaaviksi. Näiden muutoksien jälkeen moottoripyörä ei pysynyt käynnissä, vaan polttoainetta tarvittiin lisää, ja näin ollen MP-mestalla pääsuuttimia suurennettiin 125:stä 132-kokoisiksi. [1.]

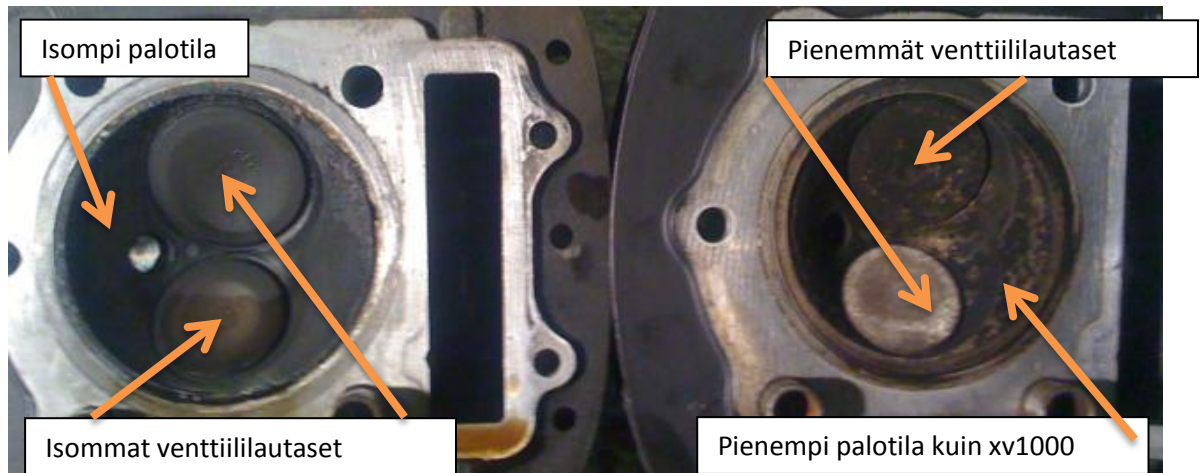
### 7.1.4 Muutokset toiseen dynamometri-ajoon

Lohkon tai kannen puolelta oli tarkoitus koneistaa materiaalia kannen laskemiseksi, mutta kannessa tai lohkoissa ei ollut tilaa poistaa materiaalia. Kuvassa näkyy, että kun mäntä on yläkuolokohdassa, on se jo alle 2 mm kannesta, joka alkaa heti kiiltävästä pinnasta ylöspäin.



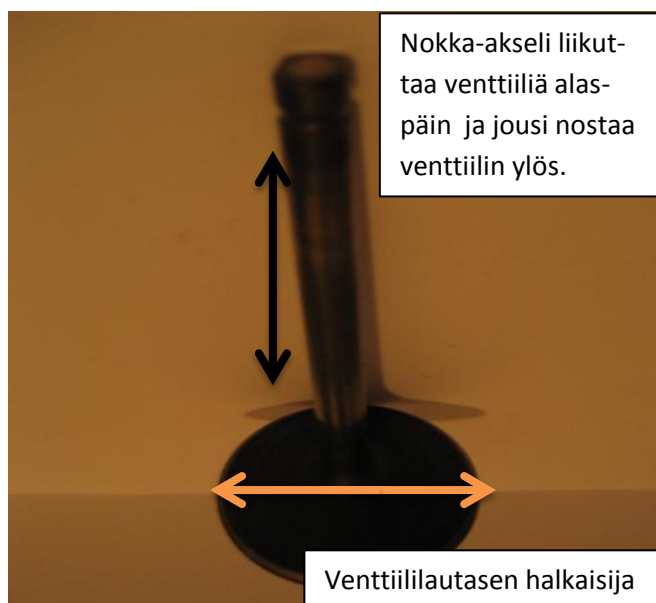
Kuva 16. Lohko

Seuraava osahankinta on vm:1983 Yamaha XV750 Vigarosta kannet, että puristussuhde saadaan nousemaan 1:8.3 -> 10:1. Kokoeroa on havainnollistettu myös kuvassa 19. [1.]



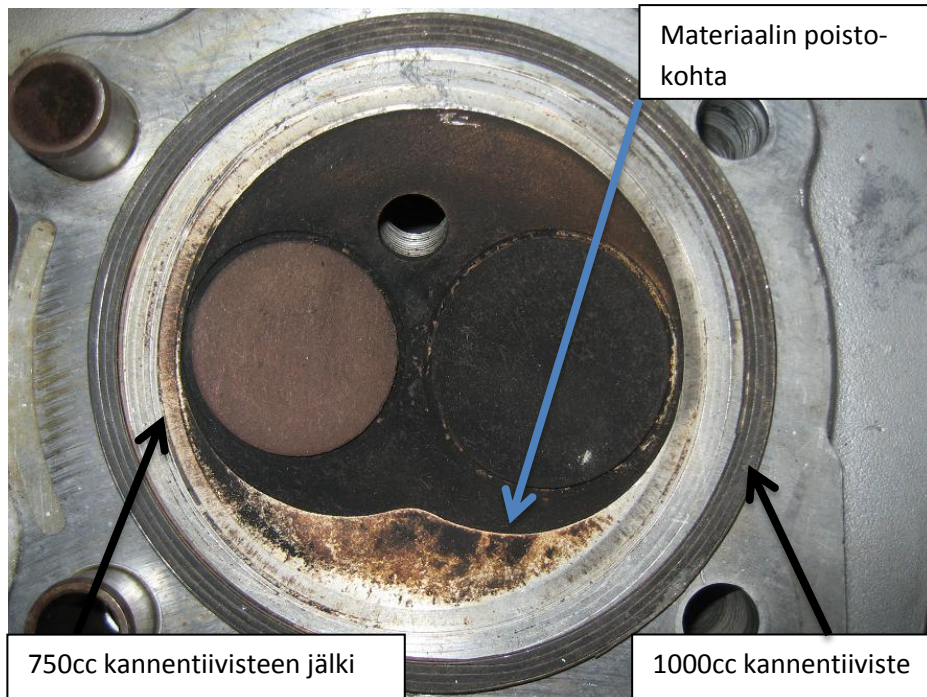
Kuva 17. XV1000 -kansi vasemmalla ja XV750 -kansi oikealla

Kansia vaihtaessa venttiilien koko siis tipahtaa imuventtiilin 47mm -> 43mm ja pakoverventtiilin koko 39mm -> 37mm, kun suositus olisi imuventtiilille 44,45mm ja pakoverventtiilille 38,1 mm 1000cc moottorissa. [1.]



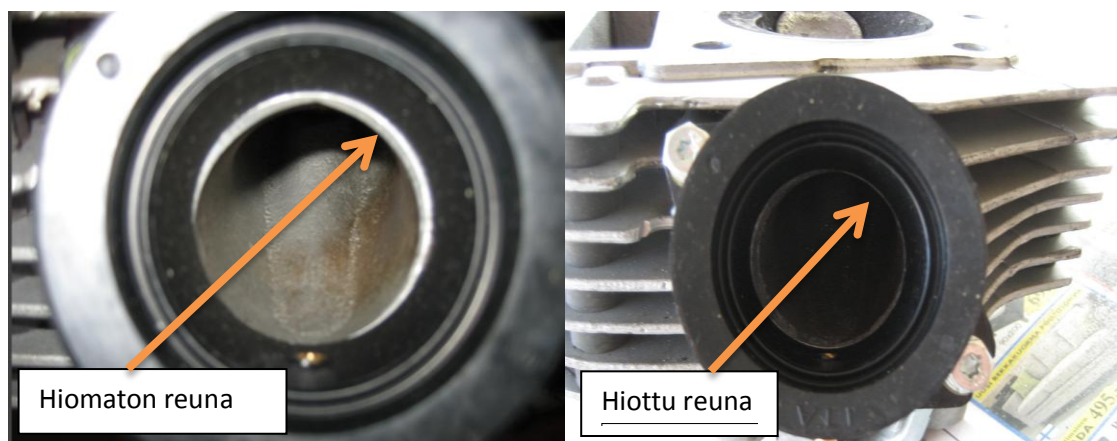
Kuva 18. XV1000 -imuventtiilin venttiilinlautanen irrotettuna

Kuvassa 11 olevasta 1000cc moottorin kannentiivisteestä näkee, että 750cc kannenpalotila on merkittävästi pienempi kuin alkuperäisessä kannessa. Imuventtiilin läheltä monesti koneistetaan materiaalia ilmanvirtauksen parantamiseksi. Liika materiaalinpoisto alentaa puristussuhdetta, eli koneistetaan vähän.



Kuva 19. XV750 -kansi

Kuvassa 20 näkyvä imuputken ja sylinterinkannen välinen helma on hiottava pois, että sylinteriin menevä ilmanvirtaus ei muutu turbulentsiksi. Vasemmalla näkyy hiomaton kuva ja oikealla hiottu reuna. [1.]



Kuva 20. Hiomaton imukanava ja hiottu imukanava

Kansien vaihto vaati hieman moottoripyörän purkamista, moottorin kannet on esitetty kuvassa 21 punaisilla nuolilla. Uusi puristussuhde on varmasti hyvä, kun vastaavanlaisessa ducatissa on päädytty 10:1 puristussuhteeseen. [1.]



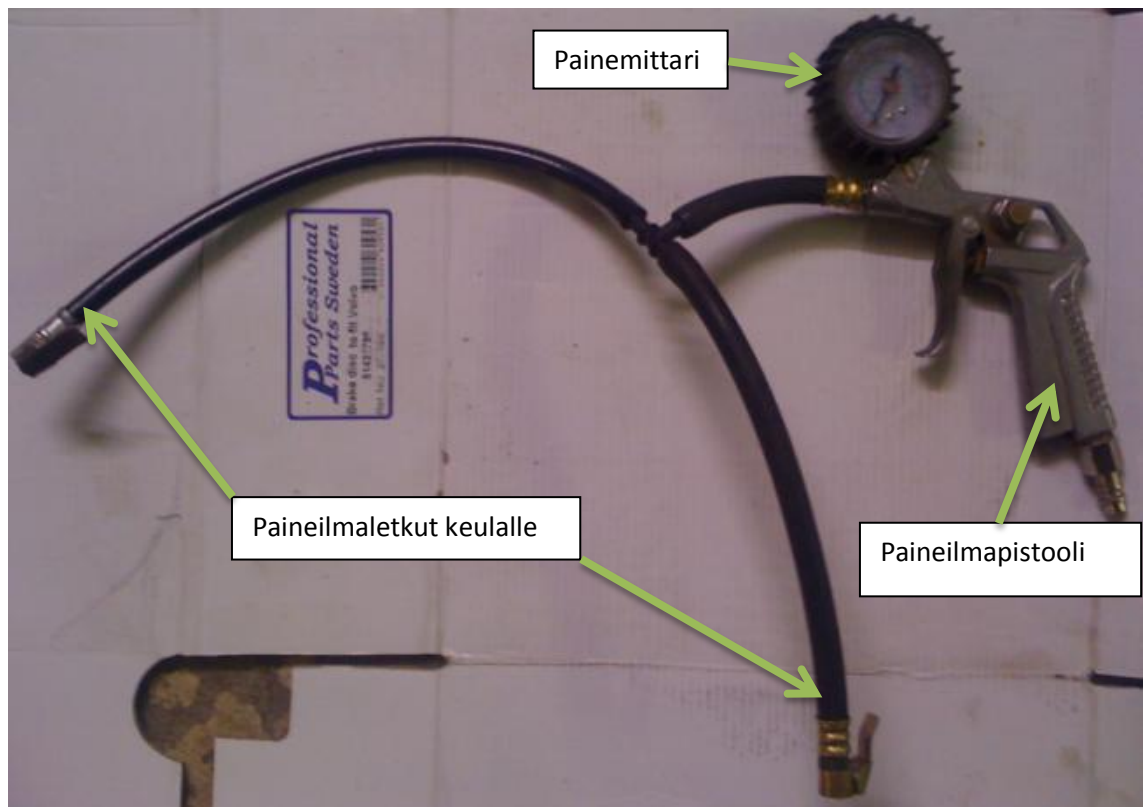
Kuva 21. TR1 kansien vaihto

### 7.1.5 Opinnäytetyön jälkeen suoritettavat toimenpiteet

Vakionokka-akseleita oli tarkoitus aikaistaa karkeasti neljän asteen verran, eli siirtää nokka-akselin kulmaa ajoitusmerkkien ollessa kohdallaan, yhden hampaan verran kampiakselilta eteenpäin. Tämä muutos ei onnistunut, koska kokonaisen hampaan siirto olisi muuttanut ajoitusta reilusti yli neljä astetta. Ajoituksenmuutos-toimenpiteellä saadaan imuventtiili ja pakoventtiili avautumaan ja sulkeutumaan aikaisemmin kuin vakioasetuksilla. Tämä parantaa moottorin tehokkuutta ja vääntöominaisuuksia ala- ja keskikierrosalueella, mahdollisesti muutos alentaa myös polttoaineen kulutusta. Koska nokka-akselin siirto ei onnistunut, täytyy ostaa viritysnokka-akselit. Venttiilien riittävä turvaetäisyys mitataan avaamalla moottori ja asentamalla levy sinitarraa männän päälle ja sitten pyörittämällä moottoria neljä kertaa ja katsomalla tuleeko sinitarraan kuinka iso painauma. Mittaamalla vahakerroksen paksuuden painautuneesta kohdasta, saadaan selville venttiilien väli mäntään ja sen pitäisi olla vähintään 2 mm. [1;14.]

## 7.2 Iskunvaimennuksen säätöjen muutokset

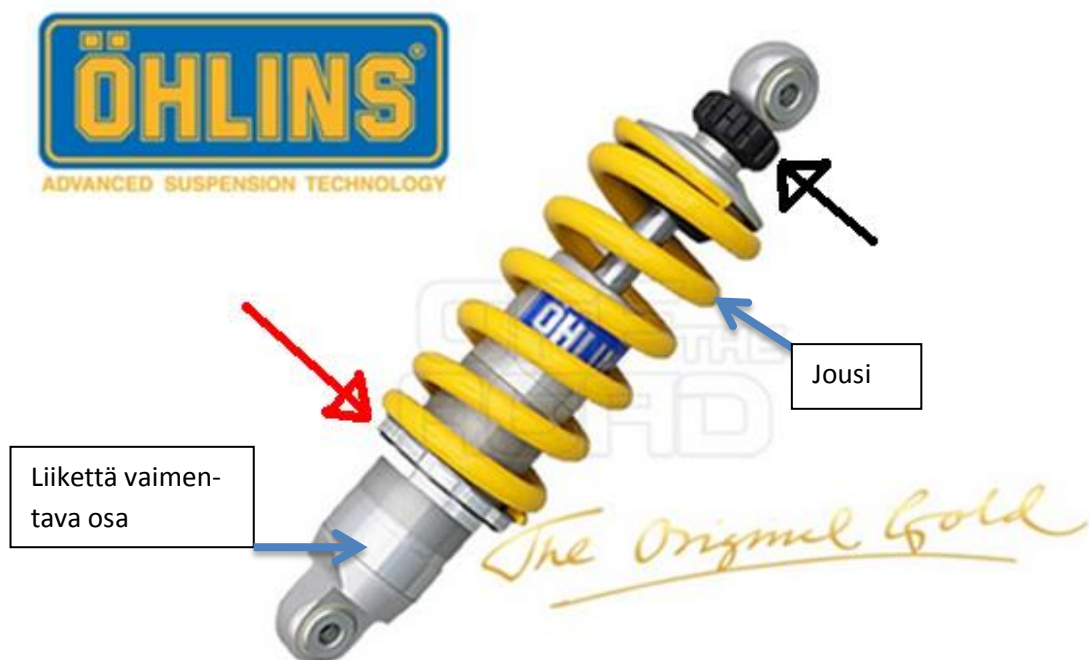
Keulan jousituksen esijännitys on paineilmasäätöinen ja saman paineen saaminen etuhaarukkaan vaati tällaisen erikoistyökalun valmistamisen. Myös venttiilit olivat tavallisia autonventtiileitä matalammat ja erikoistyökalun puoleisia osia jouduttiin kulmahiomakoneella madaltamaan. (Ks. kuva 22.) Vaimennuksien säätö keulassa toteutetaan öljyjen paksuutta vaihtamalla ja takaiskunvaimentimen paluuvaimennus säädetään teorian ohjeen mukaisesti.



Kuva 22. Keulan paineen säätötyökalu

Takaiskunvaimentimeksi edellinen omistaja on vaihtanut edullisimman Öhlins-iskunvaimentimen, jossa on jousen esijännityksen säätö ja paluuvaimennuksen säätö-mahdollisuudet (ks. kuva 23). TR1:sestä säädettiin vasta jousen esijännitys teorian ohjeen mukaiseksi.

Kuvassa 17 iskunvaimentimen paluuvaimennus säädetään kiertämällä mustalla nuolella merkattua osaa ja jousen säätö tapahtuu punaisella nuolella merkattua mutteria kiertämällä. Pelkän jousituksen esijännityksien säädön jälkeen, moottoripyörän ajotuntuma muuttui huomattavasti pehmeämmäksi ja silti erittäin luotamusta herättäväksi mutka-ajossa.



Kuva 23. Öhlins-iskunvaimennin [14]

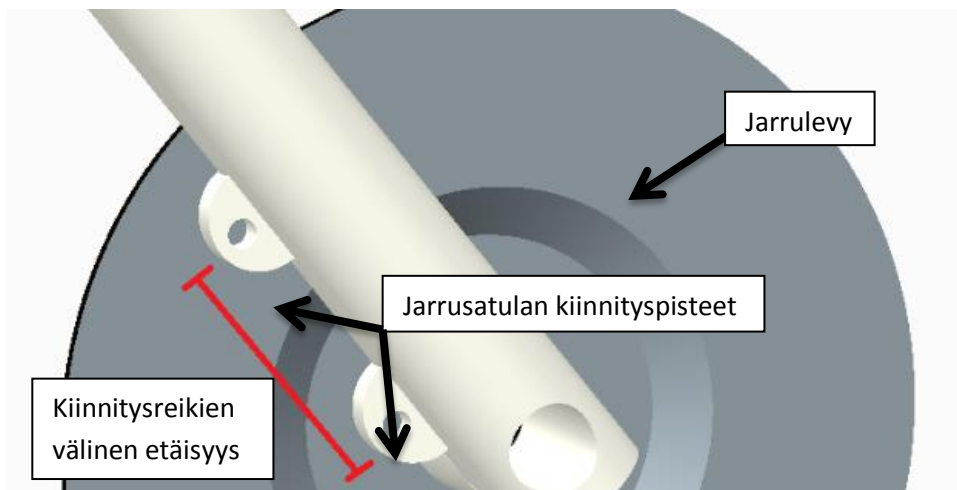
### 7.3 Jarrujen muutossuunnitelma

Jarrusatuloiden vaihtamisessa yksimäntäisistä kaksimäntäisiksi, ongelmaksi muodostui sellaisen jarrusatulan löytäminen, jossa jarrusatulan kiinnikepulttien väli sattuisi olemaan sama kuin Yamaha TR1:ssä. Ostan myöhemmin jarrusatulat ja valmistutan sovitepalat satuloiden asentamista varten. (Ks. kuva 18)



Kuva 24. Jarrusatulan sovitepala [23]

Jarrusatulan sovitepala kiinnitetään keulan reikiin ja sovitepalan kapeampi reikäväli on mitoitettu modernimpien jarrusatuloiden reikäväliin. Olisi aina parempi löytää jarrusatula joka sopii alkuperäisiin kiinnikereikiin. Jarrusatulan kiinnittäminen ilman sovitepalaa on suositeltavaa myös siksi, että jarrujen kiinnityksessä jokainen ylimääräinen osa hieman lisää vikatilanteen mahdollisuutta. [12.]



Kuva 25. Keulan jarrusatulan kiinnityspiste

Myös jarrujen jarruletkut vaihdetaan teräspunosletkuihin, että jarrutustehoa ei kuluisi jarruletkun muodonmuutokseen ja että jarrujen tuntuma paranisi. Teräspunosjarruletku on myös kestävämpää ja pitkäikäisempää kuin jarruletku jossa teräspunosista ei ole. Erityisesti uusien moottoripyörien jarruletkujen vaihtaminen teräspunosletkuihin, jos niitä ei moottoripyörässä ole jo vakiona on hintalaatusuhteeltaan parhaita mahdollisia muutoksia. [12.]



Kuva 26. Teräspunosjarruletkut vaihdettu TR1 moottoripyörään [28]

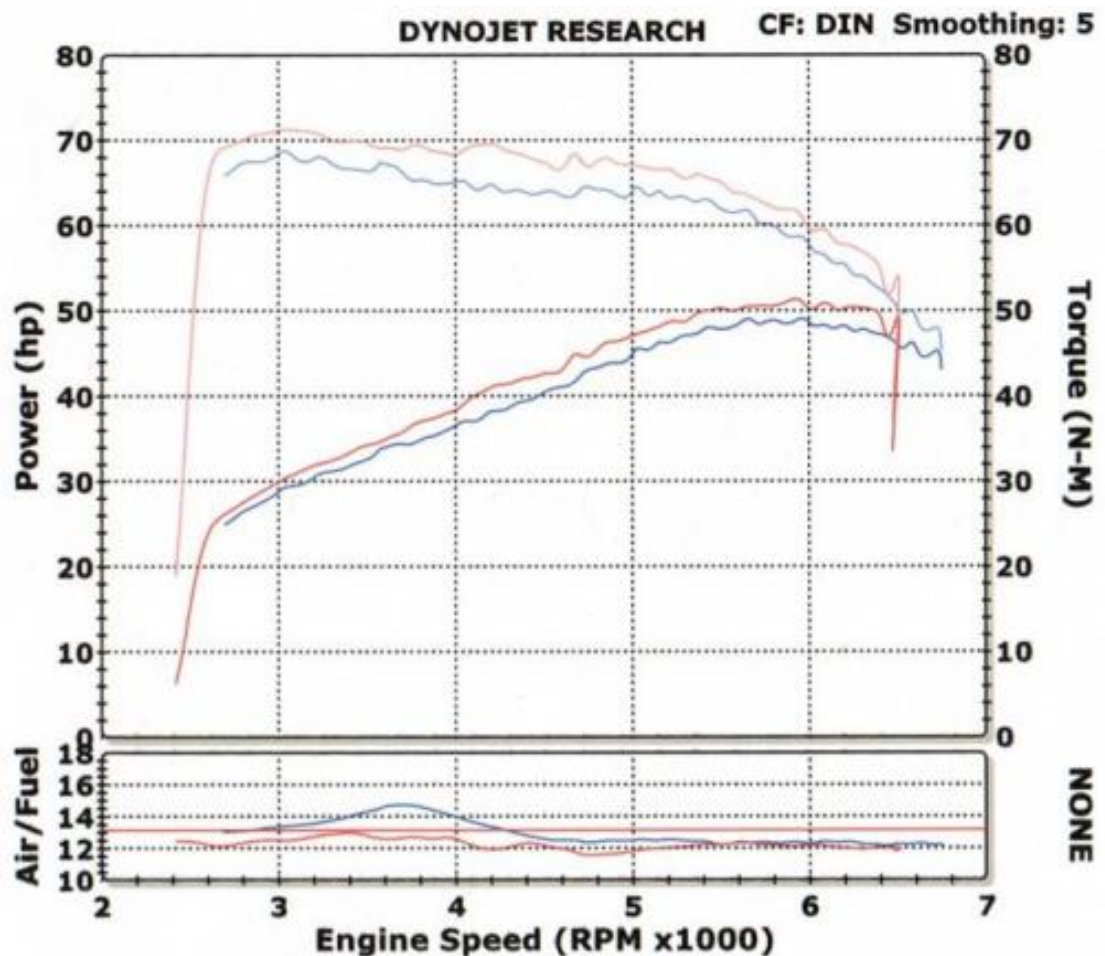


## 8 Tulokset ja johtopäätökset

Moottorin tehon nousun tavoittelemisessa tulokset jäivät vaatimattomiksi, moottoripyörän hengityksen parantamisessa, kaasuttimen polttoaine-ilmaseos meni liian laihalle. Lisäpolttoaineen saamiseksi kaasuttimien suuttimien koko vaihdettiin 0,125mm -> 0,132mm. Säästösyistä jätin ensimmäisen penkityksen väliin ja se olisikin ollut ihan hyvä ratkaisu, jos tulokset tehon muutoksen suhteen eivät olisi näin pienet. Rengastehona hengityksen parantuessa saatiin tulokseksi 49,11hv tehoa ja 68,82Nm vääntöä. Suuttimien vaihtotarve isommaksi kertoo tehon mahdollisesti lisääntyneen alkuperäisestä, tai moottorin hyötysuhteen alentuneen, mutta nyt sitä ei pysty todentamaan kun alkuperäistä tehokäyrää ei ole. Sininen tehokäyrä kertoo mittaustuloksen, kun moottoripyörässä oli vapaavirtausuodin ja äänenvaimentimet muutettu absorptiotyypiseksi. (Ks. kuva 20.)

Toisessa mittauksessa kansien vaihdon ja pakoputkiston muutosten jälkeen teho oli 51,41Hp ja vääntö 71,31Nm. Suuttimille ei tehty mitään, koska ne olivat niin lähellä sopivia ja asentaja totesi muutostyön hyödyn olevan liian pieni kustannukseen nähden. Moottoripyörä saa nyt hieman liikaa polttoainetta kaasuttimelta ja ihan pieni muutos suuttimissa, olisi varmasti tuonut vielä 1-2Hp lisää tehoa ja mahdollisesti hieman vääntöä lisää. Muutokset kannen puristussuhteeseen ja alkukäyrien 2-1-2 luonne ovat molemmat hyötysuhdetta parantavia muutoksia ja siksi on luontevaa, että teho kasvoi hieman vaikka polttoainetta tarvittaisiin vähemmän. Punaiset käyrät kertovat näiden muutosten vaikutuksen tehoon ja vääntöön. (Ks. kuva 20.)

Yamaha TR1 (XV1000) moottoripyörän vakiotehon selvittämiseksi pitäisi penkkiin viedä samanlainen vakio-moottoripyörä, tai muuttaa tämä moottoripyörä takaisin virittämättömäksi ja käyttää dynamometrissä. Laajuudeltaan työ on sellainen, että nyt siihen ei ole mahdollisuutta.



Kuvio 1. Dynamometri-mittaus

Virittämisessä täytyy katsoa kokonaisuutta ja tämänhetkiset muutokset ovat vielä liian suppeat, että muutoksista saataisiin irti kunnollinen hyöty. Esimerkiksi moottoripyörän hengityksen parantaminen on turha toimenpide, jos kanavisto ei ahdistaa virtausta. Jos tehdas-kanavisto onkin riittävän hyvä, tehon noustessa myös imuilman ja pakoilman määrä lisääntyy ja ennen riittävä kanavisto saattaa alkaa ahdistamaan virtausta.

Kansien muutos, joka nosti puristussuhdetta, oli käytännössä ainut suoraan tehoon vaikuttava muutos, kun taas muut muutokset vaikuttivat moottorin hengittävyteen. ”Viritys Paketin” eheydestä puuttuu ehdottomasti kansiin sopivat viritysnokka-akselit.

Alustan säätö teorian mukaan onnistui hyvin, jousituksen käyttäytyminen ajossa muuttui paljon pehmeämmäksi teorian mukaisen säätämisen myötä. Iskuvaimennuksen säätöön ei talviolosuhteissa ollut mahdollisuutta, joten asiasta on vain teoria-osuus. Jarrujen muutostyö jää taloudellisista syistä teoriaksi.

Ostettavat osat valitsin moottorin taloudellisuutta ja polttoaineen kulutusta silmälläpitäen. Valitettavasti käytännön osuudessa nokka-akselit piti vielä jättää ostamatta, kun ne olivat liian kalliit, se vaikuttaa moottorin tehoon ja väännön osalta siihen, että teho lisäys jäi hieman vaatimattomaksi.

Taulukko 2. Muut hankinnat ja kustannukset

Äänenvaimentimien osat Motonet	90e
Yamaha XV750cc kannet	96.5e
Yamaha XV750cc kannet, posti.	71e
Yamaha XV750cc kannet, vero	40e
Vapaavirtausilmansuodatin Motonet	20e
Kaasuttimien säätötoimenpiteet MP-mesta	117e
Dynamometri no.1 MP-mesta	50e
Dynamometri no. 2 MP-mesta	50e
<b>Totaali</b>	<b>534,5e</b>

Taulukko 3. Muut hankinnat

Tehokkaammat jarrusatulat	x
Teräspunos letkut etujarruihin	x
Keulan öljyt	x
Nokka-akselit	x

## 9 Pohdinta

Työn aihe on moottoripyörän rataominaisuuksien parantaminen ja sen ensimmäisessä versiossa oli moottorin suorituskyky, iskunvaimennuksen ja jousituksen säädöt, jarrujen tehokkuus, Renkaiden laatu, jousittamattomien massojen keveys, pyörievien massojen keveys, moottoripyörän keveys, moottoripyörän ajotuntuma, moottoripyörän ajogeometria ja aerodynamiikka. Opinnäytetyö oli aluksi aivan liian laaja ja siksi rajasin lopulta opinnäytetyön sisällön moottoriin, iskunvaimennukseen ja jarruihin.

Opinnäytetyöni on edelleen laajuuden ylärajalla, koska mikä tahansa näistä kolmesta osa-alueesta yksin riittäisi opinnäytetyön aiheeksi. Halusin tarkoituksella käsitellä moottoripyörän suorituskykyä mahdollisimman laajasti, mutta osa työstä alkoi jäädä niin pintapuoliseksi, että siitä syystä päätin rajata aihetta. Teoriapuoli tuli kaikista alueista käsiteltyä riittävällä laajuudella ja käytännön toteutus osiossa moottori tuli käsiteltyä riittävällä laajuudella.

Työn teoriaosuus oli laajempi ja kattavampi kuin käytännön toteutus, teoriassa kun asiaa voi käsitellä vaikka toimenpiteiden hinta olisikin opinnäytetyön toteutuksen ulottumattomissa. Teoriaosuuden kattavuuteen olen tyytyväinen ja uskon, että joku voi todella vielä hyötyä tässä opinnäytetyössä käsitellystä teoriasta. Iso osa lähteiden materiaalista on englannin kielellä, koska englanniksi tietoa löytyi helpommin ja tieto näytti olevan osin luotettavampaa kuin osa suomenkielisestä materiaalista.

Toteuttamistapanani oli aiheesta lukeminen, teoria osuuden kirjoittaminen, käytännön töiden tekeminen, teoria osion dokumentointi valokuvaamalla ja kirjoittamalla opinnäytetyön käytännön toteutus osioon. Olen toimintatapaan tyytyväinen ja tekisin opinnäytetyön samanlaisella työmetodilla uudestaankin jos siihen olisi tarvetta.

Iskunvaimennusta koskevan käytännön toteutuksen ehdin tehdä vain osittain ja jarrut jäivät ainoastaan teoriaosan varaan. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia miten nokka-akseli olisi muuttanut dynamometrikäyriä ja iskunvaimennuksen ajotuntuman muutoksia liitteen 8 ohjeenmukaisien vaimennuksien säätämisen jälkeen. Myös jarrujen tehonkasvun määrä kaksimäntäisillä satuloilla verrattuna yksimäntäiseen olisi mukava testata käytännössä.

Jarrujärjestelmän muutoksien jarrutustehon lisääntyminen, iskuvaimennuksen säätöohjeen käytännön testaaminen ja opinnäytetyön rajauksen ulkopuolelle jääneet aiheet moottoripyörän suorituskykyyn liittyen olisivat mielenkiintoisia tutkimuskohteita. Erityisesti iskuvaimennuksen säätöohjeen testaaminen olisi hyödyllistä, koska laadukkaiden ja yksinkertaisten iskunvaimennuksen säätämiseen tarkoitettujen ohjeiden löytäminen on todella haastavaa.

Opinnäytetyön liiallinen laajuus opintopistemäärään verrattuna ei ole hyvä ajatus. Aiheeksi kannattaa valita hyvin suppea alue ja sitten syventää aihetta mahdollisimman paljon. Opinnäytetyöhön on kuitenkin koulun puolesta käytössä vain tietty määrä aikaa ja muutkin kurssit vaativat huomiota opinnäytetyön tekemiseen käytössä olevasta ajasta. Opinnäytetyötä tehdessäni opin paljon uutta asiaa moottoripyörän suorituskykyyn liittyvistä asioista ja parantamaan teknisten raporttien ulkoasua.

## Lähteet

1. Bell, A.G. 1998. Nelitahtimoottorin virittäminen. Helsinki: Alfamer Kustannus Oy.
2. Booth, B. 2011. Saatavissa: <http://bandbooth.blogspot.fi/2011/06/dohc-double-overhead-camshaft.html>
3. Koskela, T. 2013. Saatavissa: [http://kotisivu.suomi.net/koskela.tomi/images/teho\\_vaanotto\\_mille\\_tt.gif](http://kotisivu.suomi.net/koskela.tomi/images/teho_vaanotto_mille_tt.gif)
4. Marshall, B. 2013. Saatavissa: <http://auto.howstuffworks.com/engine7.htm>
5. Kralev, N. 2013. Saatavissa: <http://grabcad.com/library/2-stroke-piston+crankshaft>
6. Wahl, C. 2013. Wahlspezialkolben. Saatavissa: <http://www.wahlspezialkolben.de/index.php/en/produkte/bildergalerie/category/12-pistons-for-racing>
7. Ketonen, T. 2013. Tuulilasi. Saatavissa: <http://www.tuulilasi.fi/kysymykset/onko-shell-v-power-nitrosta-hyotya-v8-moottorissa>
8. Revzilla. 2014. Saatavissa: <http://www.revzilla.com/motorcycle/vance-hines-widow-2-1-2-exhaust-for-harley-xr-09-11>
9. Martelius exhaust system. 2013. Saatavissa: <http://www.martelius.com/index.php?type=0&id=22&pageid=22>
10. Superbike. 2013. Saatavissa: <http://www.superbikeitalia.com/suspension/ohlins/>
11. Code, K. & Ibbott, A. 2001. Suspension Education Program. USA: J H Hayness & Co.
12. Mauno, E. 2006. Moottoripyörän modifiointi. Helsinki: Alfamer Kustannus Oy.
13. Karim, N. 2014. Saatavissa: <http://www.howstuffworks.com/search.php?terms=brake>
14. Off the road. 2013. Saatavissa: <http://www.off-the-road.de/en/News/OEhlins-shock-XT-660-Z-Tenere-without-reservoir.html>
15. Mauno, E. 1990. Virittäjän käsikirja. Helsinki: Alfamer Kustannus Oy.
16. Mcs BIKE. 1981. Saatavissa: [http://www.motorcyclespecs.co.za/model/yamaha/yamaha\\_XV1000%20TR1%2081.htm](http://www.motorcyclespecs.co.za/model/yamaha/yamaha_XV1000%20TR1%2081.htm)
17. Aprilia. 2013. Saatavissa: <http://www.asphaltandrubber.com/bikes/aprilia-rsv4-biaggi-replica/>
18. TR1. 2013. Saatavissa: [http://www.tr1.de/pages/gallery\\_sepp.php](http://www.tr1.de/pages/gallery_sepp.php)
19. Bikez. 2013. Saatavissa:

- [http://www.motorcyclespecs.co.za/model/ducati/ducati\\_monster\\_1000s%2003.htm](http://www.motorcyclespecs.co.za/model/ducati/ducati_monster_1000s%2003.htm)
20. Hutchiston, K. 2003. Saatavissa:  
<http://www.motorcycle-usa.com/8/713/Motorcycle-Article/2003-Buell-Lightning-vs-Ducati-Monster-Conclusion.aspx>
21. Ducati. 2013. Saatavissa:  
<http://www.ducati.ms/forums/179-diavel/125212-dyno.html>
22. Trafi. 2013. Saatavissa:  
[http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/042758fa2acc9104b40a95508fee053/4761-Soveltamisohjeita\\_LVM\\_asetukseen\\_Luokan\\_ajoneuvon\\_korjaamisesta\\_ja\\_rakenteen\\_muuttamisesta.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/042758fa2acc9104b40a95508fee053/4761-Soveltamisohjeita_LVM_asetukseen_Luokan_ajoneuvon_korjaamisesta_ja_rakenteen_muuttamisesta.pdf)
23. Yoyodyne. 2013. Saatavissa:  
<http://www.yoyodyneti.com/ProductInfo.aspx?productid=70.2006L>
24. Finlex 2014. Saatavissa:  
[www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

## LIITE1 Yamaha TR1 (xv1000)

Yamaha TR1 on moottoripyörä, joka on käytännön osion toimenpiteiden kohde. Liitteissä on kaksi moottoripyörää samankaltaisella tekniikalla, eli ilmajäähdytteisellä SOCH tekniikalla varustettuja moottoripyöriä.

- Ducati Monster 1000cc
- Kilpapyöräksi rakennettu TR1

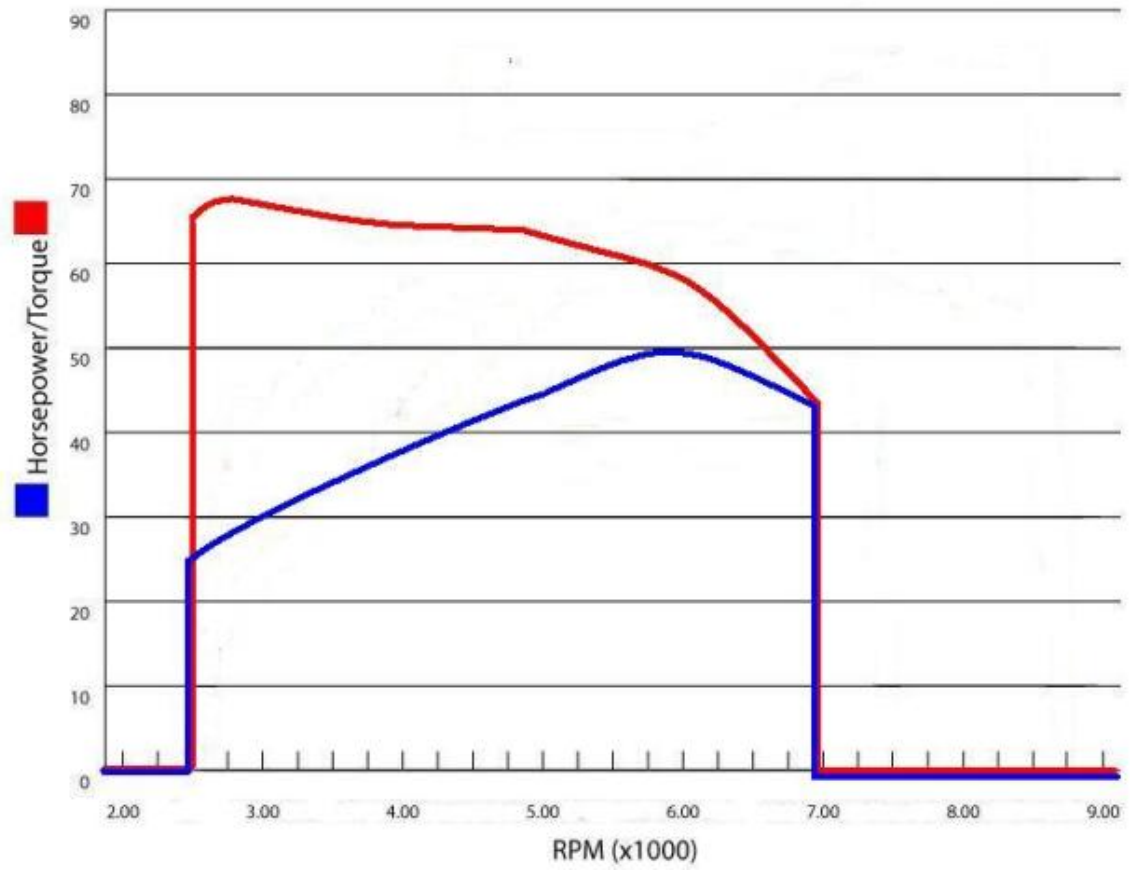


Kuva 27. Yamaha TR1 (xv1000) moottoripyörä [16]



Taulukko 4. Tekniset tiedot Yamaha TR1 (xv1000) [16]

Hinta	2000e vuonna 2001
Moottori	V2, 4-tahti, ilmajäähd.
Venttiilit	2vent/syl, SOHC
Iskutilavuus	981 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	95.0/69,2mm
Puristus	8.3:1
Teho	70 hv / 6500 rpm
Vääntö	81.2Nm / 6500 rpm
Kaasutin	2x 40mm Hitachi Kaasut- timet
Kytkin	Märkä, monilevyinen
Vaihteet	5
Toisiovento	630x90 Ketju
Runko	Teräspalkkirunko
Akseliväli	2265 mm
Ohjauskulma	29°
Etujättö	-
Etujousitus	140mm / Paineilma
Takajousitus	105mm / Paineilma
Istuinkorkeus	770mm
Etujarrut	2 x 267mm levyt, 1 män- täiset jarrusatulat
Takajarrut	Rumpujarru
Eturengas	3.25-H19-4PR
Takarengas	120 / 90-18-65H
Paino (kuiva)	220kg
Tankki	19 litraa



Kuvio 2. Dynamometri käyrä Yamaha TR1 (xv1000)

## LIITE2 Aprilia RSV4 Biaggi replica, nopein superbike.

Aprilia RSV4 Biaggi replica, on nykyään nopein sarjavalmistainen superbike, Suurimman eron kilpailijoihin tekee V-4 moottori, koska siinä on tasaisesti tehoa ja vääntöä. V-4 tekniikkaa on moottoripyörissä ollut jo 1985-vuodesta lähtien, mutta tässä modernissa moottoripyörässä V-4 moottorin paino ja leveys on saatu kilpamoottoripyörälle sopivaksi.



Kuva 28. Aprilia RSV4 Biaggi replica [17]

Taulukko 5. Tekniset tiedot Aprilia RSV4 Biaggi replica [17]

Hinta	50 000 euroa
Moottori	V4 - 65°, 4-tahti, nestejäähd.
Venttiilit	4vent/syl, DOHC
Iskutilavuus	999,6 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	78 x 52.3 mm
Puristus	-
Teho	207hv / 13 500 rpm
Vääntö	125Nm / -
Ruiskutus	Muuttuvamittainen imusarja, 8 suuttimella.
Kytkin	Monilevyinen märkä kytkin, luisto toiminnolla
Vaihteet/Voimansiirto	6 – vaihteinen pikavaihtajalla
Pakoputkisto	4-2-1 putkisto
Runko	Alumiinia
Akseliväli	-
Ohjauskulma	24,5°
Etujättö	-
Etujousitus	öhlins täysin säädettävä
Takajousitus	öhlins täysin säädettävä
Etujarrut	levy 2 x 320mm ja 4 mäntäinen 34-mm satula.
Takajarrut	levy 220mm 2 mäntäinen 32-mm satula
Paino (kuiva)	175 kg
Tankki	17 litraa
Istuinkorkeus	-

## LIITE3 Kilpapyöräksi rakennettu TR1

TR1 Foorumin Sepp on päässyt oman kilpa TR1:sensä kanssa aika hyviin arvoihin ja nämä arvot ovat minunkin tavoitteenani myöhemmissä muutoksissa, mutta painon muutoksissa en halua noin radikaaleihin osien poisto ja muokkaustoimenpiteisiin ryhtyä vaan haluan säilyttää moottoripyöräni alkuperäisen ulkonäön, lukuun ottamatta vanteiden vaihtamista magnesium vanteiksi.



Kuva 29. Kilpapyöräksi rakennettu TR1 [18]

Taulukko 6. Tekniset tiedot. Kilpapyöräksi rakennettu TR1 [18]

Hinta	-
Moottori	V2, 4-tahti, ilmajäähd.
Venttiilit	2vent/syl, SOHC
Iskutilavuus	981 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	95.0/69,2mm
Puristus	12,8:1
Teho	95 Hp
Vääntö	-
Kaasutin	2x Dell`Orto kaasuttimet kiihdytyspumpulla.
Kytkin	Märkä, monilevyinen
Vaihteet	5
Toisioveto	-
Runko	Teräspalkkirunko
Akseliväli	2265 mm
Ohjauskulma	-
Etujättö	-
Etujousitus	140mm / Paineilma
Takajousitus	öhlins
Istuinkorkeus	-
Etujarrut	2 x 267mm levyt, 1 män- täiset jarrusatulat
Takajarrut	Rumpujarru
Paino (kuiva)	165 kg
Tankki	19 litraa

Keskeisimmät viritysosat 90hp saavuttamiseksi

- Whalspezialkolben Valmistamat korkeapuristeiset männät.
- Alkuperäiset TR1:sen kannet muokattuna.
- Schrick kireämpi nokka-akseli
- Ruostumatonta terästä oleva pakoputki

## LIITE4 Ducati Monster, ilmajäähdytteinen SOCH

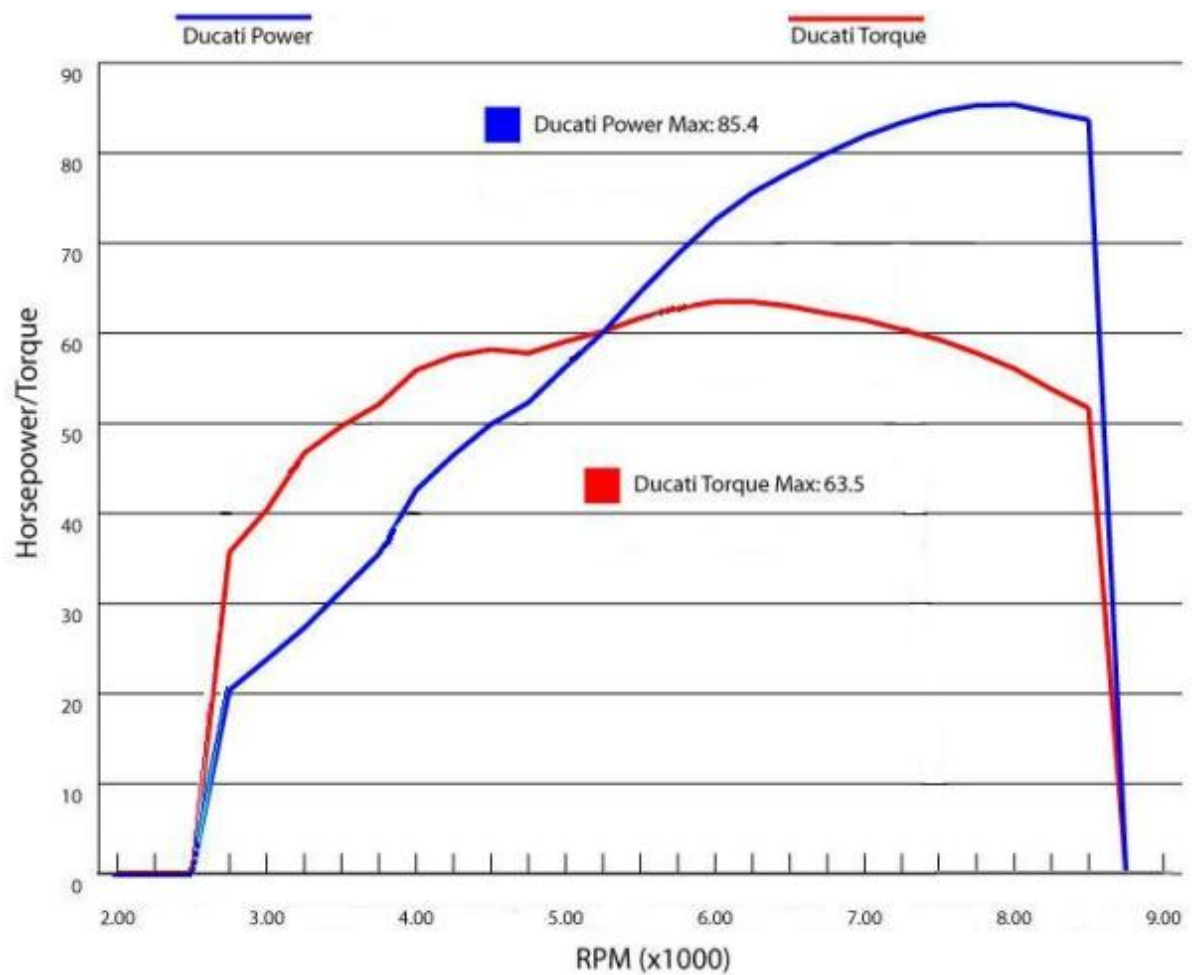
Ducati Monster 1000cc on päässyt omalla ilmajäähdytteisellä SOCH konseptilansansa, melko hyviin suoritusarvoihin 84 hevosvoiman teholla ja 84Nm vääntölukeilla, painon ollessa 189kg. Teho ja vääntökäyrä kulkevat aika kattavasti ja huipputeho on saavutettu oikealla nokka-akselin ja pakoputkiston valinnalla ja oikeanlaisella puristussuhteella



Kuva 30. Ducati monster 1000cc [19]

Taulukko 7. Tekniset tiedot Ducati Monster 1000cc [19]

Hinta	6000 euroa (v:2003)
Moottori	V2, 4-tahti, ilmajäähditys.
Venttiilit	2vent/syl, SOHC
Iskutilavuus	992 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	94 / 71,5 mm
Puristus	10.0 : 1
Teho	84hv / 8000 rpm
Vääntö	84Nm / 6000 rpm
Ruiskutus	45mm läppärunko
Paino (kuiva)	189kg



Kuvio 3. Dynamometri käyrä Ducati Monster 1000cc [20]



## LIITE5 Aprilia RSV Mille paras hinta-laatu suhde

Hinta-laatu suhteeltaan rata-aihioiden kuninkaaksi on BIKE lehdessä 10.2012 kruunattu Aprilia RSV Mille, joka voitti BIKE lehden suuressa koeajossa vuonna 2003 esimerkiksi -> Yamaha R1, Suzuki GSX-R 750, huolimatta siitä että Aprilia ei ollut kevyempi eikä tehokkaampi kuin kilpakumppaninsa [8].

Aprilia on myös helppo ajettava ja siitä kilpakumppaneita paremmat kierrosajat pääsääntöisesti johtuivatkin.

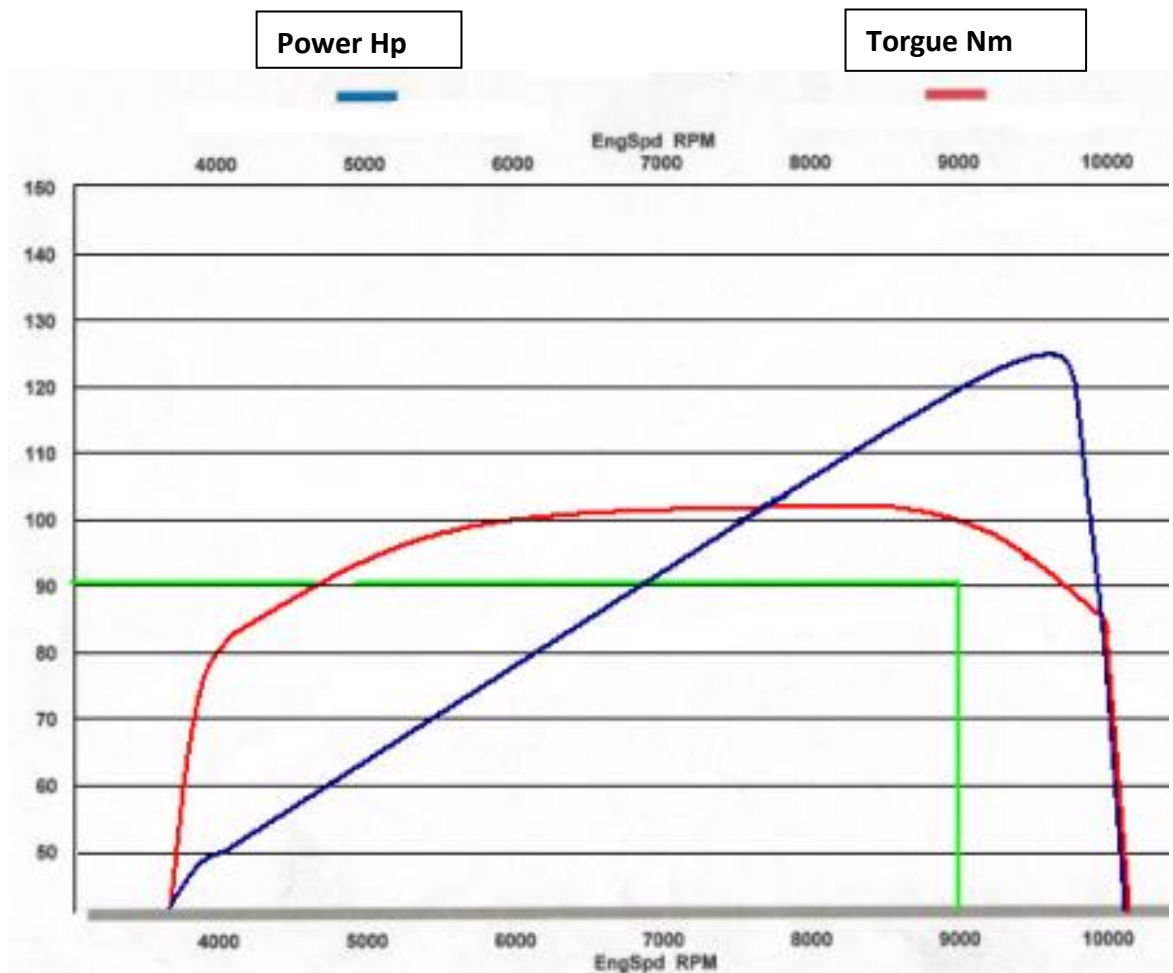


Kuva 31. Aprilia RSV Mille [21]

Taulukko 8. Tekniset tiedot Aprilia RSV Mille [21]

Hinta	vm:2002 ajettu 24600km v:2013 maksoi 4300 euroa
Moottori	V2, 4-tahti, nestejäähd.
Venttiilit	4vent/syl, DOHC
Iskutilavuus	997.6 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	97.0 / 67.5mm
Puristus	11.4:1
Teho	133.2 hv / 9500 rpm
Vääntö	106Nm / 7500 rpm
Ruisku	Ruisku
Kytkin	Märkä, monilevyinen
Vaihteet	6
Toisioveto	Ketju
Runko	Alumiinipalkki
Akseliväli	-
Ohjauskulma	-
Etujättö	-
Etujousitus	120mm Öhlins
Takajousitus	135mm Öhlins
Istuinkorkeus	820mm
Etujarrut	Tupla levyt, Ø320 mm 4 mäntäiset satulat
Takajarrut	Levy, Ø220 mm 2 mäntäi- nen satula
Eturengas	120/70 ZR17
Takarengas	190/50 ZR17
Paino (kuiva)	183 kg
Tankki	18 litraa

Muiden pyörien vertailutaulukko on rajattu vihreällä 90hp ja 9000rpm kohdalle alla olevassa kuvassa. Kuvassa on Aprilia RSV mille vm:2002 dynamometri mittauksen tulos.



Kuvio 4. Dynamometri käyrä Aprilia RSV Mille [21]

## LIITE6 Ducati 1199 Panigale S

Alla olevaan rengasdynamometrillä mitattuun kuvaan on vihreällä laatikolla merkitty alue jolla muiden moottoripyörien dynamometri kuvat ovat, eli asteikon ylärajana on 90hp ja sivurajana 9000rpm. Huippu tehoksi dynamometrissä on saatu 145,2Hp ja vääntöhuipuksi on saatu 86,4Nm. Näistä tuloksista näkyy se että rengasdynamometrin tulos voi poiketa suoritusarvotaulukossa ilmoitetuista tuloksista jonkin verran. [1.]

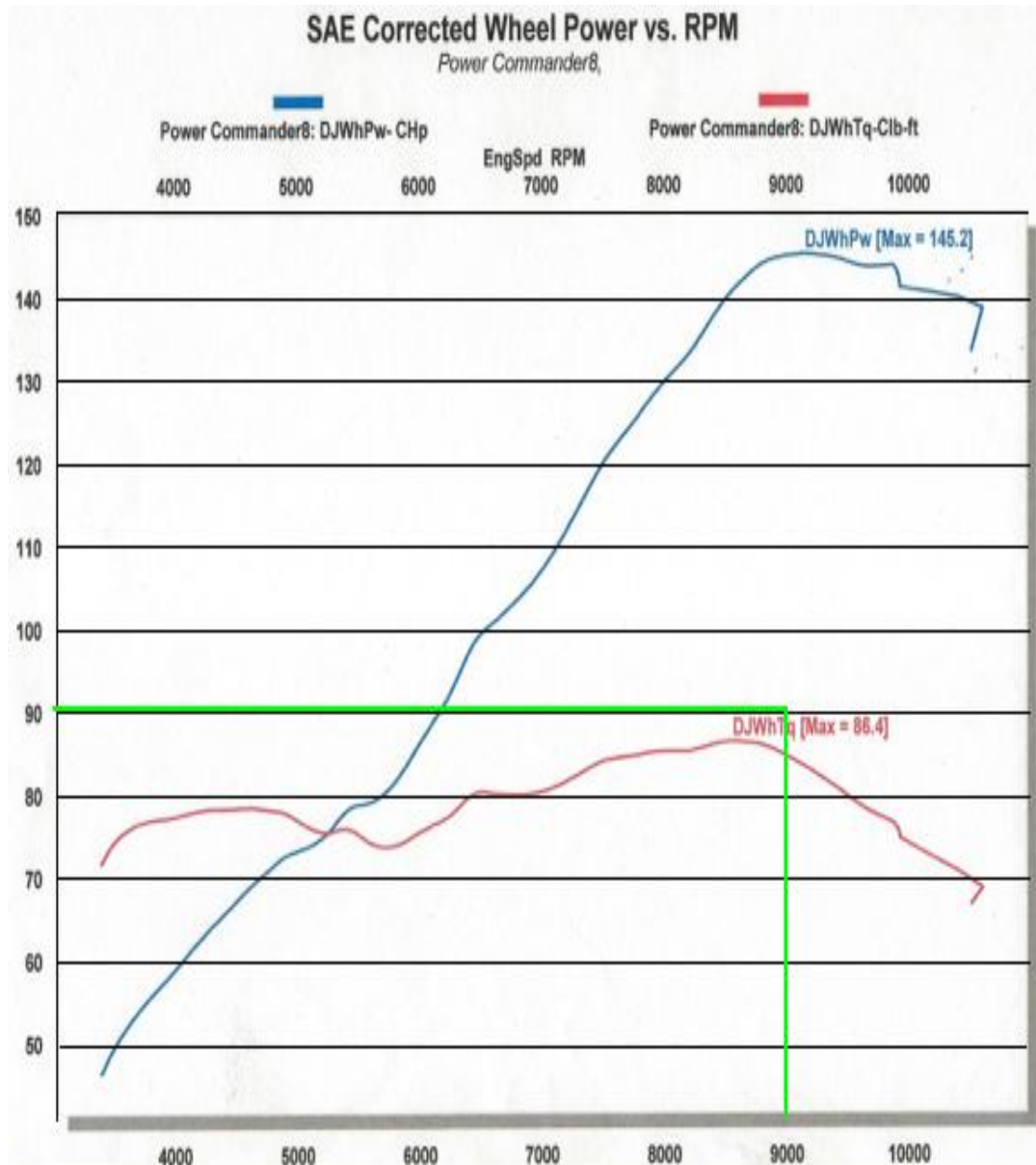
Esimerkiksi Ducatin tehtaan mittauksessa on voinut olla ajoviimaa simuloiva puhallin, ram air järjestelmään tai jokin muu ero ja sillä on saavutettu kyseinen teholumema. Dynamometri taulukkoa lukiessa kannattaa keskittyä käyrien muotoihin ja korkeuteen. Eri dynamometreillä mitattuna ja eri mittajien käyttäessä dynamometria tulee myös jonkin verran erilaisia tuloksia, eli pienistä heitoista ei kannata hämääntyä. [1.]



Kuva 32. Ducati 1199 Panigale S [20]

Taulukko 9. Tekniset tiedot Ducati 1199 Panigale S [20]

Hinta	37.959 euroa
Moottori	V2 - 90°, 4-tahti, nestejäähd.
Venttiilit	4vent/syl, DOHC
Iskutilavuus	1198 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	112 / 60,08mm
Puristus	12.5 : 1
Teho	195hv / 10 750 rpm
Vääntö	132Nm / 9000 rpm
Ruiskutus	Mitsubishi EFI, Elektroninen ruiskutus- tuksenohjaus.
Kytkin	Märkä monilevy kytkin hydraulisäätimellä.
Vaihteet/Voimansiirto	6 / Ketjuveto
Pakoputkisto	2-1-2 putkisto, katalysaattorilla ja 2 lambdalla.
Runko	Alumiinia
Akseliväli	-
Ohjauskulma	24,5 astetta
Etujättö	-
Etujousitus	Marzocchin 50mm paineistettu ja täysin sää- dettävä usd (up side down) etuhaarukka.
Takajousitus	Täysin säädettävä Sachs iskunvaimennin.
Etujarrut	2 x 330mm puolikelluvat levyt, Brembo Mono- bloc M50 4-mäntäiset jarrusatulat.
Takajarrut	Yksi 245mm levy 2 mäntäinen jarrusatula
Paino (kuiva)	164 kg
Tankki	17 litraa
Istuinkorkeus	824 mm



Kuvio 5. Dynamometri käyrä Ducati 1199 Panigale S [22]

## LIITE7 Ilmajäähdytteinen kiihdytys moottoripyörä

Esimerkiksi Ruotsin nopein katupyörä on viritetty yllämainitulla reseptillä ja onkin niin korkealla viritysteella varustettu, että katuajo on suoritettava ”varovasti” (tekstissä ei oteta kantaa siihen onko varovainen ajo moottorin sulamisen vai paljon tehon vuoksi) [16.].

Ihmeellisin asia tämän Suzukin toiminnassa on ilmajäähdytyksen riittävyys moiselle tehomäärälle ja omistaja jutussa mainitsikin lämpö ongelmia esiintyvän ainoastaan liikennevaloissa paikallaan ollessa. [16.]

Aihiona on käytetty vm1983 Suzuki GSX 1100ES, jossa tehoa on vakiona moottorilla 111hp ja vi ritystoimenpiteiden jälkeen takarenkailta irtoaa +195hp. [16.].



Kuva 33. Suzuki GSX 1100ES [16]

Taulukko 10. Tekniset tiedot Suzuki GSX Kiihdytys MP

Hinta	-
Moottori	R4, 4-tahti, ilmajäähd.
Venttiilit	4vent/syl, DOHC
Iskutilavuus	1570 cm <sup>3</sup>
Poraus/isku	87.0 / 66.0mm
Puristus	13.7:1
Teho	+195 hv
Vääntö	-
Kaasutin	4kpl 40mm Mikuni RS



## LIITE8 Iskunvaimentimien säätöohje

Muista merkata vaimennuksen lähtösäädöt, eli jos vaimennuksen säätöjen lopputilanne tuntuu huonommalta, kuin lähtö tilanne niin on mahdollista palauttaa vanhat asetukset. [11.]

1. Keulan -> alaspäin suuntautuvan liikkeen nopeudensäätö.

Aseta keulan alaspäin suuntautuvan liikkeen nopeudensäätö maksimiin, eli mahdollisimman hitaalle. Aseta muut säädöt minimiin, eli minimissä liike tulee mahdollisimman nopeaksi. Käy ajamassa ja merkitse ajosi ”tuntemukset” paperille. [11.]

2. Keulan -> yläasentoon palauttavan liikkeen nopeuden säätö.

Aseta keulan yläasentoon palauttavan liikkeen nopeuden säätö maksimi asetukseen, eli hitaaksi ja aseta muut säädöt minimi asetukselle, eli nopeaksi. Käy ajamassa ja merkitse ajosi ”tuntemukset” paperille. [11.]

3. Perän -> alaspäin suuntautuvan liikkeen nopeudensäätö.

Aseta perän alaspäin suuntautuvan liikkeen nopeudensäätö maksimiin ja muut säädöt minimiin. Kasaan menon pitäisi takapästä painettaessa tapahtua nyt hitaasti ja perän pitäisi pompata nopeasti alhaalta ylös, keulan pitäisi liikkua nopeasti ylös ja alas tangosta painettaessa. Käy ajamassa ja merkitse ajosi ”tuntemukset” paperille. [11.]

4. Perän -> yläasentoon palauttavan liikkeen nopeuden säätö.

Aseta perän yläasentoon palauttavan liikkeen nopeuden säätö maksimi asetukseen, eli hitaaksi ja aseta muut säädöt minimi asetukselle, eli nopeaksi. Käy ajamassa ja merkitse ajosi ”tuntemukset” paperille. [11.]

Toista ohjeen neljä kohtaa, asettamalla arvo maksimiin ja sen sijaan, että muutettaisiin muiden asetusten arvo nolnaan. Asetetaankin arvot tasan säätöalueen keskikohtaan. [11.]

Lopuksi säädä kaikki asetukset puoliväliin ja käy ajamassa, tämän jälkeen tee tarvittavat säädöt, vertaamalla ajotuntumaa -> paperille tehtyihin muistiinpanoihisi. [11.]