

Liikenteen moottoriajoneuvojen äänitasomittaus

Mittaustulokset ja jatkoehdotukset

Denis Siponen

Liikenteen moottoriajoneuvojen äänitasomittaus

Mittaustulokset ja jatkoehdotukset

Denis Siponen, VTT

ALKUSANAT

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää moottoripyörien ja mopojen aiheuttamaa äänitasoa sekä pohtia mahdollisuuksia ajoneuvojen melupäästöjen vähentämiseen. Tutkimus tehty Ajoneuvohallintokeskus AKEn toimeksiantosta VTT:lla ja sen suoritti tutkija Denis Siponen.

Tutkimus kuuluu AKEn vuoden 2007 tutkimussuunnitelman mukaisiin tutkimuksiin.

Helsingissä, 17. joulukuuta 2007

Hannu Pellikka

yksikönpäällikkö
Ajoneuvohallintokeskus AKE

FÖRORD

Syftet med denna undersökning var att utreda den bullernivå som motorcyklar och mopeder orsakar samt att diskutera olika möjligheter att minska bullerföroreningar från fordon. Undersökningen gjordes vid Statens forskningscentral VTT på uppdrag av Fordonsförvaltningscentralen AKE och utfördes av forskare Denis Siponen.

Undersökningen ingick i AKEs forskningsplan för 2007.

Helsingfors, den 17 december 2007

Hannu Pellikka

enhetschef
Fordonsförvaltningscentralen AKE

FOREWORD

The purpose of this study was to examine the noise levels caused by motorcycles and mopeds and to consider possibilities for reducing vehicle noise. The study was conducted at the request of the Finnish Vehicle Administration AKE at the VTT Technical Research Centre of Finland by researcher Denis Siponen.

The study is part of AKE's research in compliance with its 2007 research plan.

Helsinki, 17 December 2007

Hannu Pellikka

Head of Unit
Vehicle Administration AKE

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Sammanfattning

Abstract

1	Johdanto.....	1
2	Mittausmetodiikka	1
3	Mittautulokset	2
4	Johtopäätökset	10
5	Lähdeluettelo	12
6	Liite 1: Mittauspöytäkirjapohja.....	13
7	Liite 2: Mitattujen moottoriajoneuvojen tiedot	14
8	Liite 3: Eräiden mitattujen moottoriajoneuvojen äänitasospektrit.....	16

TIIVISTELMÄ

VTT suoritti AKEn toimeksiannosta vuoden 2007 syksyllä liikenteessä olevien moottoriajoneuvojen äänitasomittauksia. Hankkeen tavoitteena oli selvittää moottoripyörien ja mopojen aiheuttama äänitaso. Mitatut äänitasot ovat taustatietoa, kun esimerkiksi ajoneuvoluokille suunnitellaan melun raja-arvoja.

Toimeksiannossa mitattiin enimmäisäänitaso 106:sta liikenteessä käytetystä moottoriajoneuvosta. Mittaukset suoritettiin yhteistyössä liikkuvan poliisin sekä eri moottoripyöräkerhojen kanssa. Ajoneuvoluokat olivat mopedeista cruisereihin tyypillisimmän moottoriajoneuvon ollessa katumoottoripyörä. Mittaustapah-
tumuksessa kirjattiin muistiin mitatun moottoriajoneuvon tärkeimmät tiedot ja mit-
tausdatasta suurin osa nauhoitettiin ja tallennettiin analysointia varten DAT-
nauhurille.

Mittaustulokset luokiteltiin neljän moottoriajoneuvoluokan mukaan joita ovat:

Ryhmä 1	Mopedit, skootterit ja kevytmoottoripyörät
Ryhmä 2	Katumoottoripyörät
Ryhmä 3	Matkapyörät ja matkaendurot
Ryhmä 4	Cruiserit

Ensimmäisessä ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 83 - 97 dB keskiarvon ollessa 87 dB. Toisessa ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 86 - 110 dB keskiarvon ollessa 97 dB. Kolmannessa ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 83 - 110 dB keskiarvon ollessa 94 dB. Neljännessä ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 88 - 127 dB keskiarvon ollessa 110 dB. Kaikissa enimmäisäänitasomittauksissa virhe-
marginaali on n. ± 5 dB.

Mittausdataa analysoitiin myös moottoriajoneuvojen ominaisuuksien mukaan. Ajoneuvoista valittiin mm. ne, joihin oli mittaushetkellä asennettu tehoäänen-
vaimennin eli ns. "tehoputki" ja näistä laskettiin keskiarvot enimmäisäänitasol-
le. Enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 91 - 127 dB keskiarvon ollessa 106 dB. Lisäksi etsittiin mahdollista korrelaatiota moottoriajoneuvon tehon ja enimmäisäänitason sekä vuosimallin ja enimmäisäänitason välillä, mutta näis-
sä ei havaittu olevan korrelaatiota.

Mitatut enimmäisäänitasot eivät anna tarkkaa kuvaa itse äänen luonteesta. Siksi Liitteessä 3 on esitetty joidenkin mitattujen moottoripyörien äänitaso-
spektrit. Näistä spektreistä näkyy useissa tapauksissa selvästi erottuvia spekt-
rikomponentteja, jotka lisäävät äänen tonaalisuutta. Äänen tonaalisuus merkit-
see yleensä äänen subjektiivisen häiritsevyyden lisääntymistä.

SAMMANFATTNING

På uppdrag av AKE utförde VTT hösten 2007 ljudnivåmätningar på motorfordon som finns i trafiken. Projektets målsättning var att klargöra den ljudnivå motorcyklar och mopeder ger upphov till. De uppmätta ljudnivåerna utgör bakgrundsinformation till exempel när gränsvärden för buller planeras för fordonskategorierna.

I uppdraget uppmättes den maximala ljudnivån för 106 motorfordon som används i trafiken. Mätningarna utfördes i samarbete med rörliga polisen och olika motorcykelföreningar. Fordonskategorierna sträckte sig från mopeder till customcyklar bland vilka landsvägsmotorcyklarna var de vanligaste. Vid mätningen registrerades det uppmätta motorfordonets viktigaste data och största delen av mätdata bandades och sparades med DAT-bandspelare för senare analys.

Mätresultaten indelades i fyra motorcykelklasser enligt följande:

Grupp 1	Moped, skoter och lättmotorcykel
Grupp 2	Landsvägsmotorcykel
Grupp 3	Touringcykel och landsvägsenduro
Grupp 4	Customcykel

I den första gruppen var den maximala ljudnivåns $L_{pAF,max}$ variationsintervall 83 - 97 dB med medelvärdet 87 dB. I den andra gruppen var den maximala ljudnivåns $L_{pAF,max}$ variationsintervall 86 - 110 dB med medelvärdet 97 dB. I den tredje gruppen var den maximala ljudnivåns $L_{pAF,max}$ variationsintervall 83 - 110 dB med medelvärdet 94 dB. I den fjärde gruppen var den maximala ljudnivåns $L_{pAF,max}$ variationsintervall 88 - 127 dB med medelvärdet 110 dB. Felmarginalen vid alla mätningar av maximal ljudnivå var ca ± 5 dB.

Mätdata analyserades även enligt motorfordonens egenskaper. Bland fordonen valdes bl.a. de cykla ut som vid mättillfället var utrustade med effektljuddämpare och för dessa beräknades medelvärdena för den maximala ljudnivån. Den maximala ljudnivåns $L_{pAF,max}$ variationsintervall var 91 - 127 dB med medelvärdet 106 dB. Dessutom söktes eventuella korrelationer mellan fordonets effekt och maximal ljudnivå samt årsmodell och maximal ljudnivå, men ingen korrelation kunde observeras.

De uppmätta maximala ljudnivåerna ger ingen exakt bild av ljudets karaktär. Därför visas några uppmätta motorcyklars ljudnivåspektra i Bilaga 3. I dessa spektra kan man i flera fall se tydligt urskiljbara spektrumkomponenter som ökar ljudets tonalitet. Ljudets tonalitet betyder i allmänhet att ljudet subjektivt upplevs mer störande.

ABSTRACT

In the autumn of 2007, the VTT Technical Research Centre of Finland was commissioned by AKE to measure noise levels of motor vehicles in traffic. The aim of the project was to study the noise level caused by motorcycles and mopeds. The measured noise levels can be used as background information, in the setting of noise limit values for different vehicle classes, for example.

The project measured the maximum noise level of 106 motor vehicles used in traffic. The measurement work was carried out in co-operation with the traffic police and different motorcycle clubs. The vehicle classes ranged from mopeds to cruisers, the most typical vehicle being a street motorcycle. At the measuring, the most important information regarding the vehicles was logged, and most of the measurement data was recorded and saved on DAT tape for analysis.

The measurement results were grouped into four vehicle classes as follows:

Group 1	Mopeds, scooters and light motorcycles
Group 2	Street motorcycles
Group 3	Touring motorcycles and off-road motorcycles
Group 4	Cruisers

In the first group, the fluctuation range of the maximum noise level $L_{pAF,max}$ was 83 – 97 dB, the average value being 87 dB. In the second group, the fluctuation range of the maximum noise $L_{pAF,max}$ was 86 – 110 dB, the average value being 97 dB. In the third group, the fluctuation range of the maximum noise level $L_{pAF,max}$ was 83 – 110 dB, the average value being 94 dB. In the fourth group, the fluctuation range of the maximum noise level $L_{pAF,max}$ was 88 – 127 dB, the average value being 110 dB. In all measurements of maximum noise level, the margin for error was ± 5 dB.

The measurement data was also analysed based on the vehicles' characteristics. Vehicles were selected included those fitted with a power silencer, and, for these, average values of the maximum noise level were calculated. The fluctuation range of the maximum noise level $L_{pAF,max}$ was 91 – 127 dB, the average value being 106 dB. In addition, possible correlation was looked for between the power and maximum noise level of the vehicle and its year of manufacture and maximum noise level, but no correlation was observed.

The maximum noise levels in themselves do not give an accurate picture of the nature of the noise. Therefore, Appendix 3 presents noise level spectrums for some of the motorcycles measured. In many cases, these spectrums clearly show different spectrum components, which increase the tonality of the noise. Usually, the tonality of noise means an increase in the subjective nuisance factor caused by the noise.

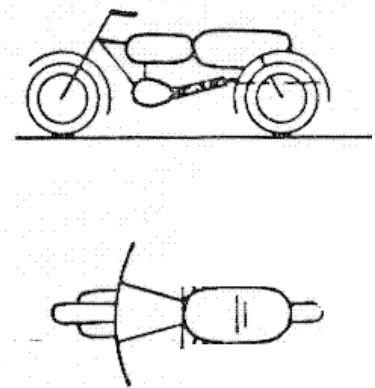
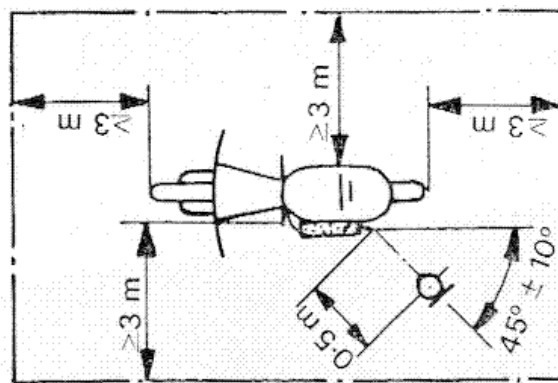
1 Johdanto

VTT suoritti AKEn toimeksiannosta vuoden 2007 syksyllä liikenteessä olevien moottoriajoneuvojen äänitasomittauksia. Hankkeen tavoitteena oli selvittää moottoripyörien ja mopojen aiheuttama äänitaso. Mitatut äänitasot ovat taustatietoa, kun esimerkiksi ajoneuvoluokille suunnitellaan melun raja-arvoja.

Mittaukset suoritettiin yhteistyössä liikkuvan poliisin sekä eri moottoripyöräkerhojen kanssa. Ajoneuvoluokat olivat mopedeista cruisereihin tyypillisimmän moottoriajoneuvon ollessa katumoottoripyörä. Mittaustapahtumassa kirjattiin muistiin mitatun moottoriajoneuvon tärkeimmät tiedot ja mittausdatasta suurin osa nauhoitettiin ja tallennettiin analysointia varten DAT-nauhurille.

2 Mittausmetodiikka

Mittaukset suoritettiin ECE-säännön No. 41 (Revision 1) [1] mukaisesti moottoriajoneuvon ollessa paikallaan. Moottorin toimintapiste säädettiin kaasuttimella haluttuun toimintapisteeseen jonka jälkeen kaasupoljin vapautettiin ja äänitasomittarilla mitattiin enimmäisäänitaso $L_{pAF,max}$. Tämä haluttu toimintapiste perustui moottoriajoneuvon maksimikierroslukuun; jos ajoneuvon maksimikierrosluku (kierroslukumittarin arvo valkoisen ja punaisen värityksen rajalla) ylittää 5000 kierrosta minuutissa haluttu kierrosluku on puolet maksimikierrosluvusta. Jos taas maksimikierrosluku alittaa 5000 kierrosta minuutissa, haluttu kierrosluku on 75 % maksimikierrosluvusta. Käytännössä kaikista mitatuista 106 pyörästä 104 pyörän eli 98 % maksimikierrosluvut olivat yli 5000 kierrosta minuutissa, joten yleisin toimintapiste oli puolet maksimikierrosluvusta. Itse mittausasetelma oli kuvan 1 mukainen: Mikrofoni oli 0.5 metrin etäisyydellä pakoputken päästä pystysuunnassa ja $45^\circ \pm 10^\circ$ pakoputkesta vaakasuunnassa moottoripyörään nähden. Minimietäisyys maasta pystysuunnassa oli kuitenkin 0.2 metriä.



Kuva 1. EU-direktiivin no.41 mukainen paikallaanmittauksen mittausasetelma

Käytännössä äänitasomittaukset suoritettiin liikkuvan poliisin ja useiden moottoripyöräkerhojen yhteistyönä. Lähes kaikki mitatut moottoripyöräkerhot toimivat pääkaupunkiseudulla, mutta jotkut olivat kauempaa kuten Riihimäeltä.

Mittausta varten laadittiin kaavake (Liite 1), johon kirjattiin muistiin tiedot kustakin mitatusta moottoripyörästä. Näitä tietoja olivat mm. moottoripyörän malli, vuosimalli, teho, maksimikierto- ja akselivälilukku sekä ajettujen kilometrien määrä. Lisäksi luokittelun ja tilastoinnin kannalta tärkeitä tietoja olivat moottorin tilavuus, moottoriajoneuvon tyyppi sekä oliko ajoneuvoon asennettu mahdollisesti tehoäänenvaimennin tai katalysaattori.

3 Mittaustulokset

Mitattuja moottoripyöriä oli yhteensä 106 kappaletta. Näistä suurin osa oli tyyppiltään joko katumoottoripyörä tai matkapyörä. Taulukossa 1 on esitetty eri moottoriajoneuvotyyppien prosentuaalinen osuus mittauksissa. Koska mitatut moottoriajoneuvot ovat pääosin eri moottoripyöräkerhoista, eivät osuudet välttämättä edusta normaaliliikenteessä esiintyvää moottoriajoneuvojen jakaumaa.

Taulukko 1. Mitattujen moottoripyörien kappalemäärät ja prosentuaalinen osuus moottoripyörätyypeittäin.

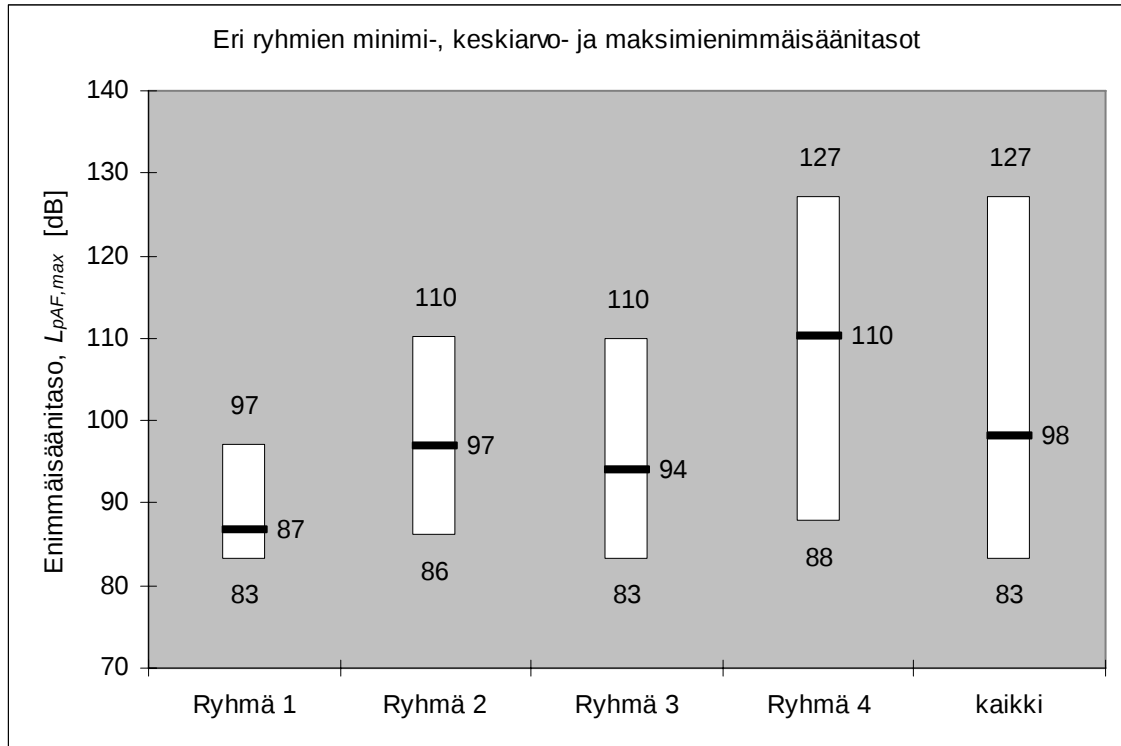
Moottoripyörätyyppien kappalemäärät ja prosentuaalinen osuus		
	kpl	%
Skootteri	4	3,7
Mopedi	3	2,8
Kevytmoottoripyörä	4	3,7
Enduro	2	1,9
Katumoottoripyörä	42	39,3
Matkapyörä	26	24,3
Matkaenduro	2	1,9
Cruiser	26	21,5
Yhteensä	106	100

Mittaustulokset luokiteltiin neljään moottoriajoneuvoluokkaan joita ovat:

- Ryhmä 1 Mopedit, skootterit ja kevytmoottoripyörät
- Ryhmä 2 Katumoottoripyörät
- Ryhmä 3 Matkapyörät ja matkaendurot
- Ryhmä 4 Cruiserit

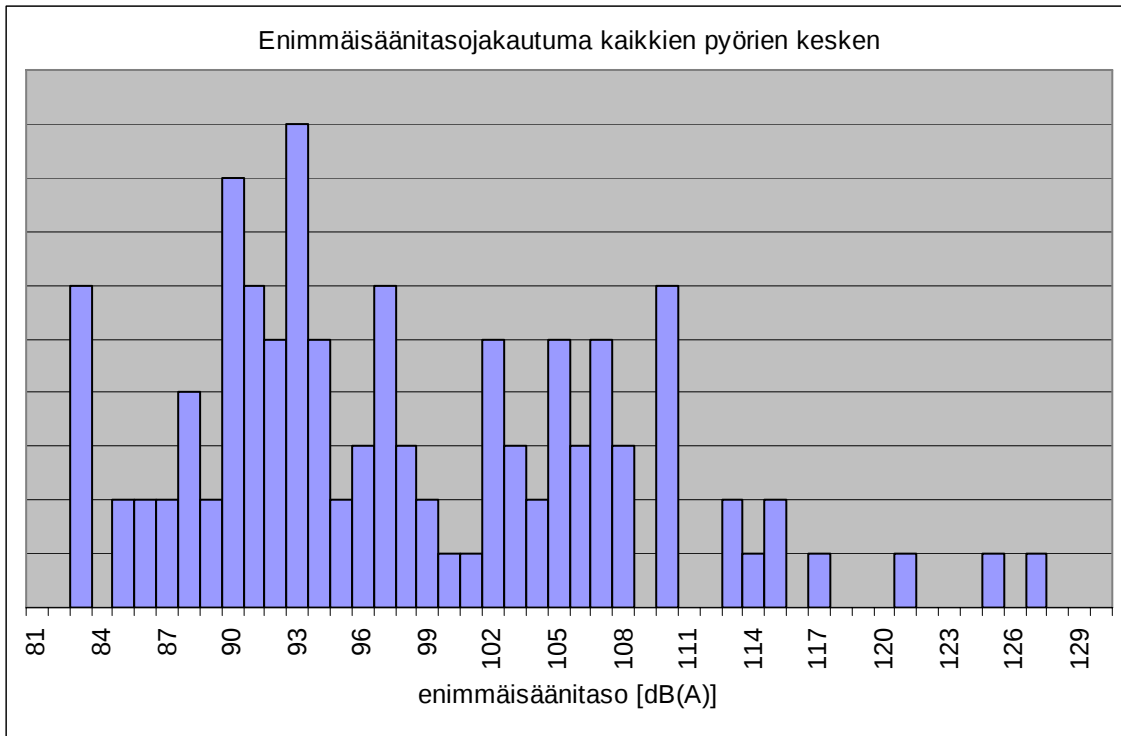
Enimmäistaso $L_{pAF,max}$ vaihteli kaikkien mitattujen moottoripyörien kesken välillä 83 - 127 dB keskiarvon ollessa 98 dB. Ensimmäisessä ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 83 - 97 dB keskiarvon ollessa 87 dB. Toisessa ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 86 - 110 dB

keskiarvon ollessa 97 dB. Kolmannessa ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 83 - 110 dB keskiarvon ollessa 94 dB. Neljännessä ryhmässä enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 88 - 127 dB keskiarvon ollessa 110 dB. Kaikissa enimmäisäänitasomittauksissa virhemarginaali on n. ± 5 dB. Eri ryhmien minimi-, keskiarvo- sekä maksimienimmäisäänitasot ovat esitetty kuvassa 2.



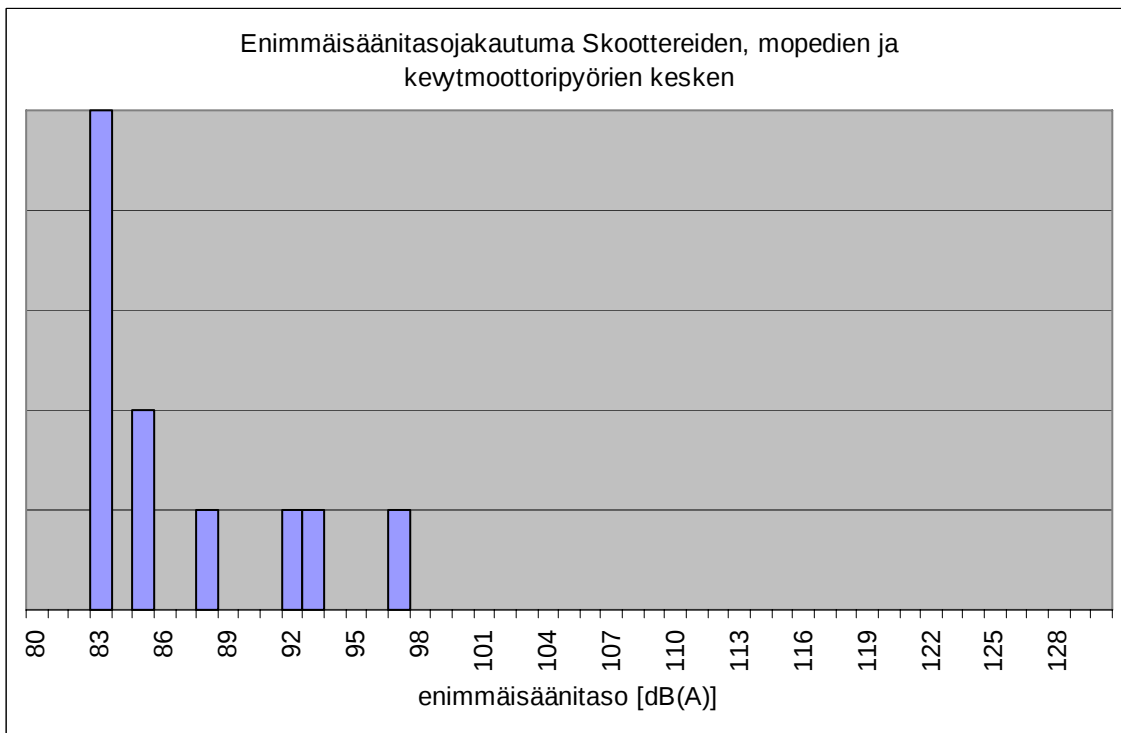
Kuva 2. Eri ryhmien minimi-, keskiarvo- ja maksimienimmäisäänitasot.

Enimmäisäänitasojakautuma kaikkien pyörien kesken on esitetty kuvassa 3.



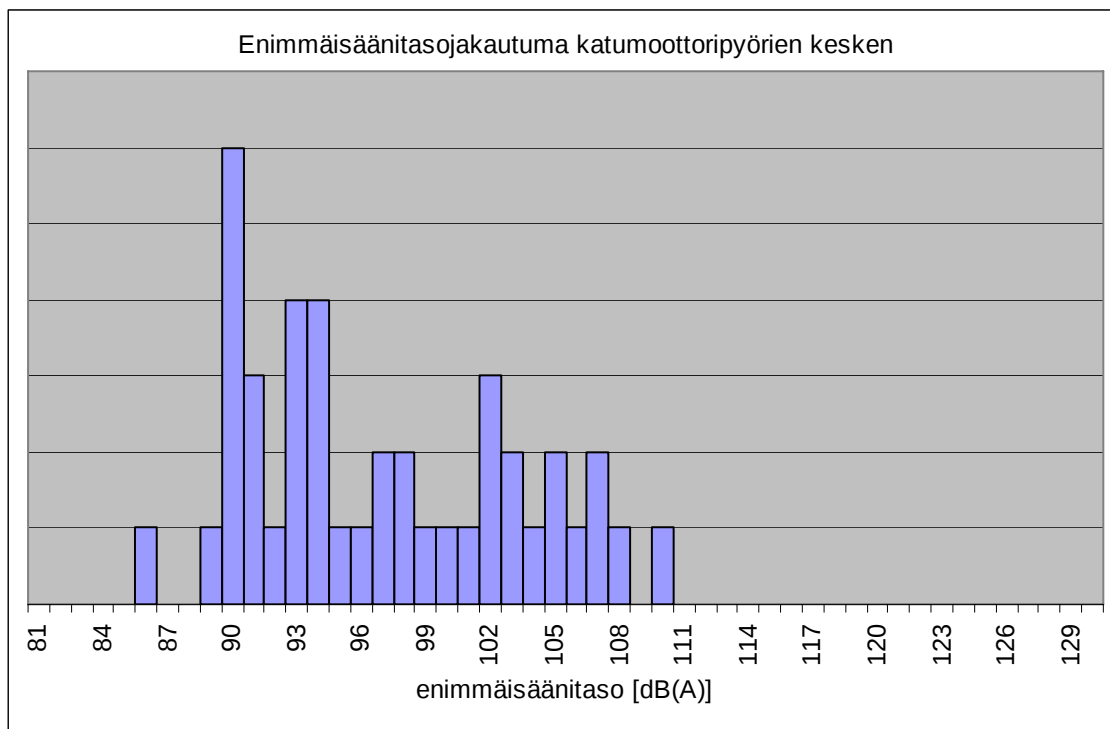
Kuva 3. Enimmäisäänitasojakautuma kaikkien pyörien kesken

Ryhmässä 1 enimmäisäänitasojakautuma oli kuvan 4 kaltainen.



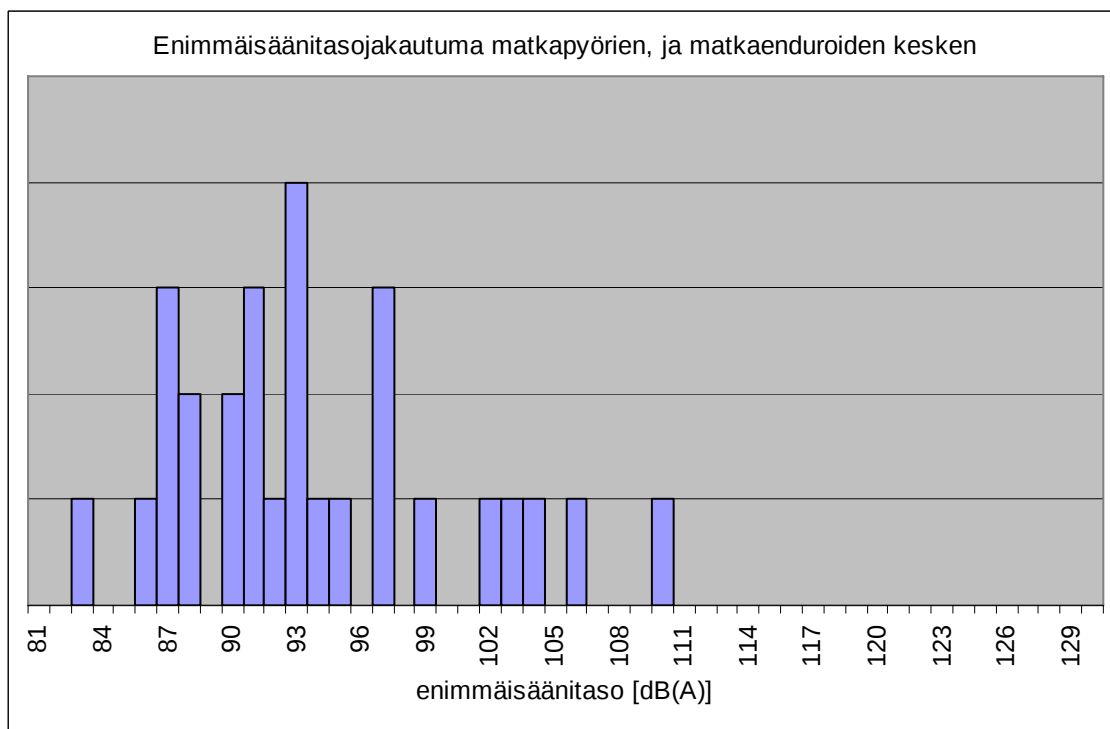
Kuva 4. Enimmäisäänitasojakautuma ryhmän 1 pyörien kesken

Ryhmässä 2 enimmäisäänitasojakautuma oli kuvan 5 kaltainen.



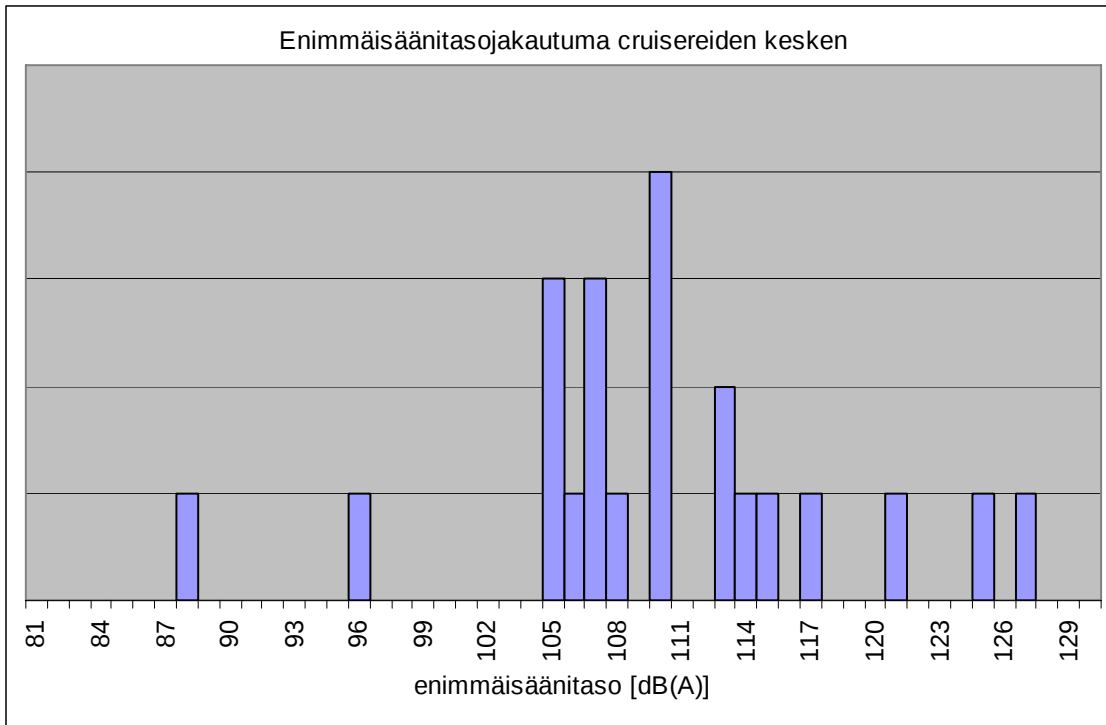
Kuva 5. Enimmäisäänitasojakautuma ryhmän 2 pyörien kesken

Ryhmässä 3 enimmäisäänitasojakautuma oli kuvan 6 kaltainen.



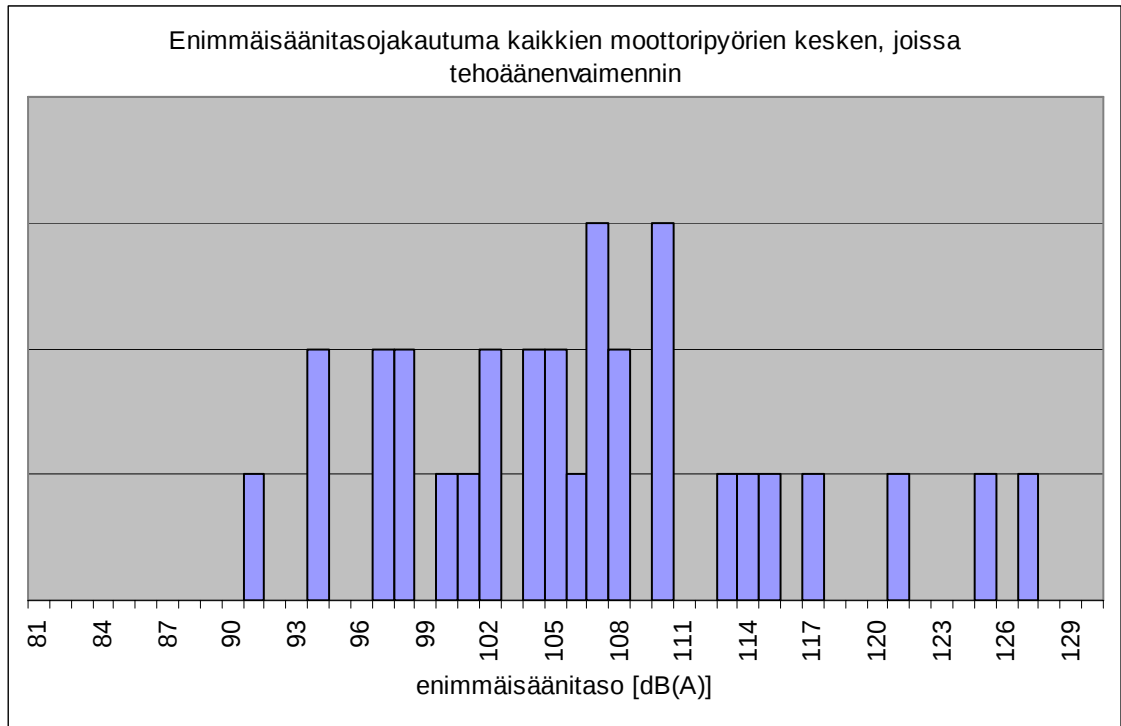
Kuva 6. Enimmäisäänitasojakautuma ryhmän 3 pyörien kesken

Ryhmässä 4 enimmäisäänitasojakautuma oli kuvan 7 kaltainen.



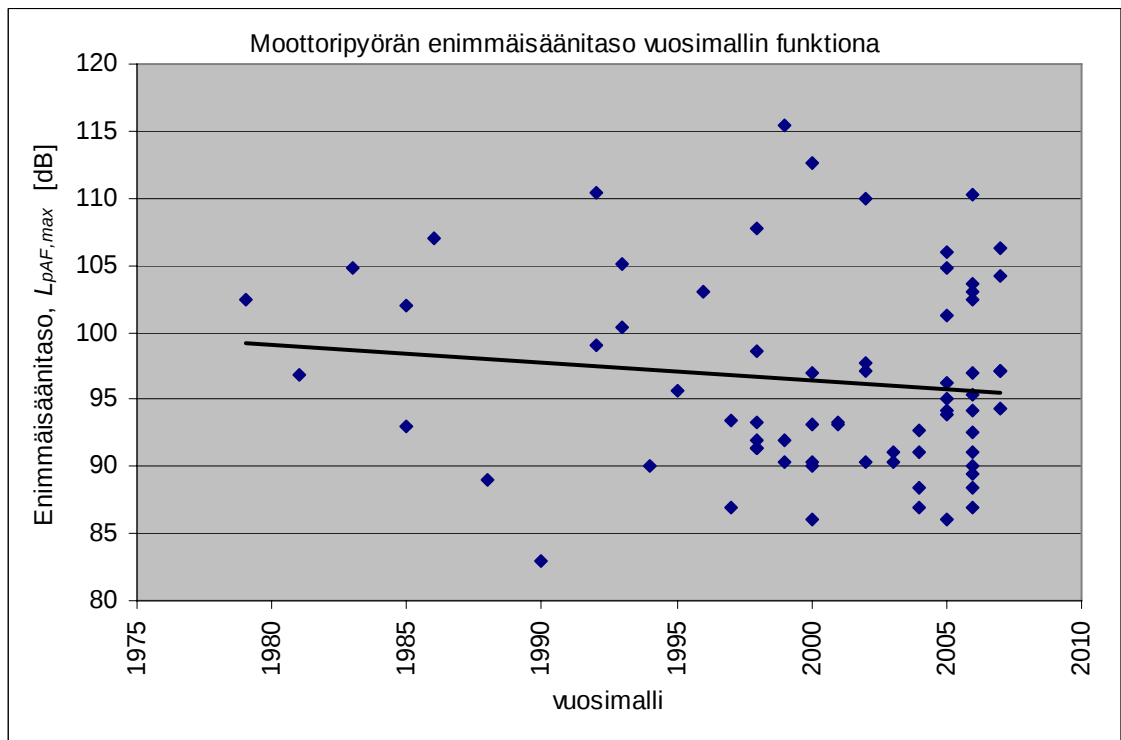
Kuva 7. Enimmäisäänitasojakautuma ryhmän 4 pyörien kesken

Mitatuista moottoripyöristä pyrittiin erittelemään ominaisuuksia, joiden epäiltiin vaikuttavan enimmäisäänitasoon. Näitä ovat mm. pyörään asennettu tehoäänenvaimennin, moottoripyörän teho ja moottoripyörän vuosimalli. Kaikkiin moottoriajoneuvoihin, joihin oli mittaushetkellä asennettu tehoäänenvaimennin eli ns. "tehoputki", laskettiin keskiarvot enimmäisäänitasolle. Enimmäisäänitason $L_{pAF,max}$ vaihteluväli oli 91 - 127 dB keskiarvon ollessa 106 dB. Tämä enimmäisäänitasojakautuma on esitetty kuvassa 8.



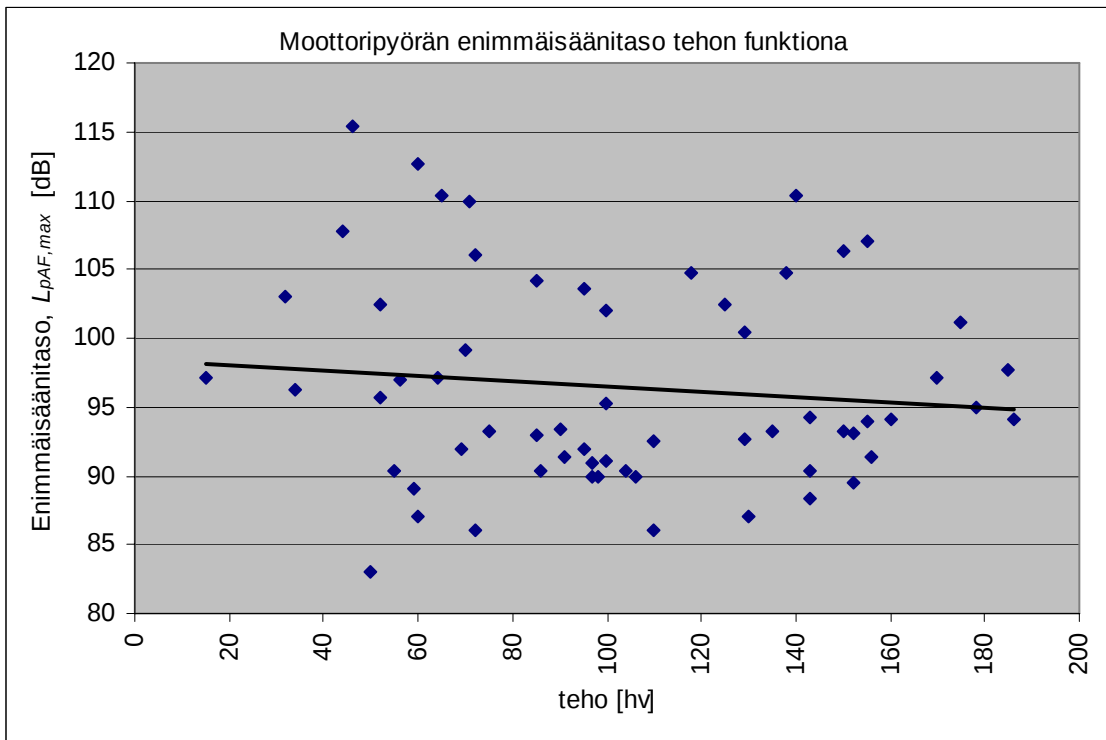
Kuva 8. Enimmäisäänitasojakautuma niiden mitattujen moottoripyörien kesken, joihin oli asennettu tehoäänenvaimennin

Kuvassa 9 on esitetty moottoripyörän enimmäisäänitason riippuvuus vuosimallista.



Kuva 9. Moottoripyörän enimmäisäänitaso vuosimallin funktiona

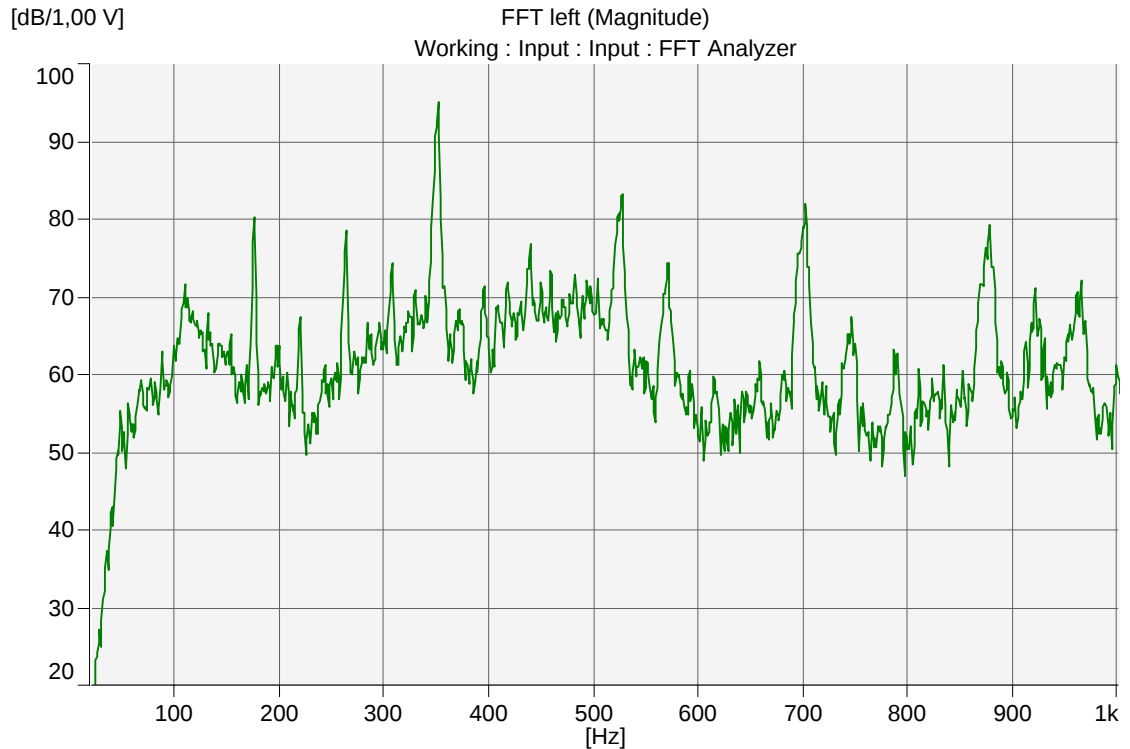
Kuvassa 10 on esitetty moottoripyörän enimmäisäänitason riippuvuus moottoritehosta.



Kuva 10. Moottoripyörän teho enimmäisäänitason funktiona

Moottoripyörän enimmäisäänitaso ei ole juurikaan riippuvainen moottoritehosta. Tosin varauksella voidaan sanoa, että moottoripyörän teho voi olla kääntäen verrannollinen sen tuottamaan enimmäisäänitasoon, kuten kuvan 10 regressiosuora osoittaa. Keskusteluissa moottoripyörien äänitasoista ja niiden syistä useat moottoripyöräkerhojen jäsenet olivat sitä mieltä, että moottoripyörät, joissa oli suhteessa vähän tehoa tuottaisivat subjektiivisesti enemmän ääntä kuin suhteellisen tehokkaat moottoripyörät. Tämä havainto pitää osittain paikkansa, sillä cruisereiden moottoritehot ovat tyypillisesti 50 - 75 hv ja niiden äänitasot suurempia (tehoäänenvaimentimien kanssa) kuin esimerkiksi katu-moottoripyörät, joiden teho on tyypillisesti 100-185 hv. Toisaalta havainto ei päde esimerkiksi ryhmän 1 moottoripyörillä, sillä lähes kaikki niistä olivat suhteellisen vähämeluisia. Myös moottoripyörän iän mahdollisesta vaikutuksesta meluun käytiin keskustelua. Keskusteluissa todettiin, että moottoripyörän iän myötä melu voi kasvaa, mutta se johtuu lähinnä äänenvaimennusmateriaalien irtoamisesta äänenvaimentimista. Moottoripyörän ikä ei välttämättä lisää melua, mikäli äänenvaimennin uusitaan tarvittavin väliajoin.

Verrattaessa moottoriajoneuvojen äänitasoja toisiinsa on huomattava, että enimmäisäänitaso $L_{pAF,max}$ yksittäisenä lukuna ei suoraan kuvaa melun häiritsevyyttä. Siksi mittaukset tallennettiin DAT-nauhurilla yksityiskohtaista analysointia varten. Kuvassa 11 on esitetty Honda CBR 1100XX tuottama äänenpainetason spektri.



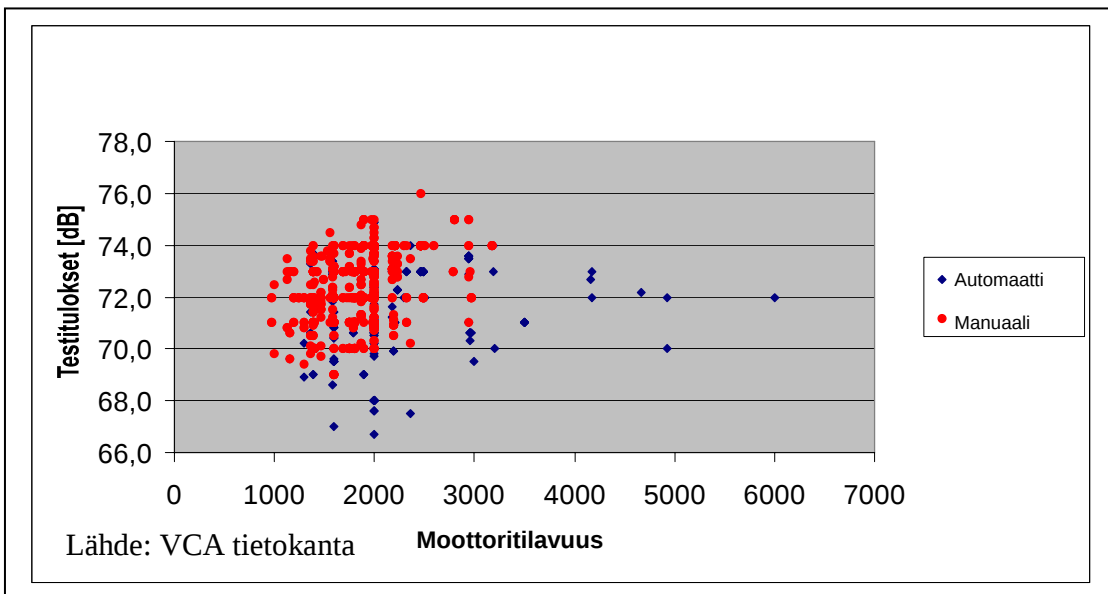
Kuva 11. Honda CBR 1100XX:n äänitasospektri

Muut mitattujen moottoripyörien spektreistä on esitetty liitteessä 3. Kuvista voidaan havaita, että tonaalisuus vaihtelee laajasti sekä eri moottoripyöräluokkien, että eri moottoripyörien välillä. Tonaalisuudella tarkoitetaan tässä sitä, että spektrissä on selvästi erottuvia kapeakaistaisia spektrikomponentteja. Käytännössä tämä ilmenee äänilähteen äänen subjektiivisen häiritsevyyden lisääntymisenä. Esimerkiksi ryhmän 1 kolmesta spektristä näkee, että mitatut skootterit (kaksi ensimmäistä spektriä) tuottavat eriluonteisen äänen kuin mitattu mopedi (kolmas spektri). Skoottereiden spektreissä on vain muutama komponentti pienillä taajuuksilla, kun vastaavasti mopedin spektrissä on lukuisia komponentteja koko mitatulla taajuuskaistalla. Kuulokokemuksena kyseisen mopedin tuottavan ääni vaikuttaa varsin epämiellyttävältä. Sama ilmiö näkyy muissakin luokissa; Katumoottoripyörien, matkapyörien ja matkaenduroitten spektreissä on vähemmän kapeakaistaisia komponentteja kuin cruisereiden spektreissä. On kuitenkin huomattava, että vaikka cruisereiden spektreissä on enemmän kapeakaistaisia komponentteja, nämä sijoittuvat varsin pienille taajuuksille. Näin ollen ei voida suoraan päätellä, että cruisereiden tuottama ääni olisi subjektiivisesti häiritsevämpää. Suuremmilla taajuuksilla esiintyvät spektrikomponentit ovat tyypillisesti subjektiivisesti pienitaajuisempia häiritsevempiä, johtuen mm. kuulon herkkyydestä. Valtioneuvoston melulle antamien ohjeiden mukaan melun kapeakaistaisuus edellyttää 5 dB:n lisäämistä mitattuun äänitason arvoon verrattaessa mitatun melun tasoa ohjeeseen, mikäli mitatun melun spektri sisältää kapeakaistakomponentteja [2,3].

4 Johtopäätökset

Melutasot luokitteluryhmien välillä vaihtelivat merkittävästi hiljaisempien moottoripyörien ollessa parhaimmillaan jopa n. 40 dB hiljaisempia kuin äänekkäimmät (Kuva 2). Keskimääräinen enimmäisäänitaso vaihteli kaikkien mitattujen pyörien välillä n. ± 10 dB. Eräs syy vaihteluun on todennäköisesti moottoripyörissä käytetyt äänenvaimentimet, jotka eivät aina vastaa ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan tehtaalla asennettuja vaimentimia. Toinen suureen vaihteluväliin vaikuttava syy on itse mittaukseen liittyvä virhemarginaali, joka on mittausluonteen takia suuri. Koska kaasutinta oli käytännön syistä säädettävä haluttuun kierroslukuun itse, ei haluttua kierroslukua aina saavutettu tai sitä ei pystytty pitämään kyllin kauaa samassa kohdassa.

Mitattujen moottoriajoneuvojen enimmäisäänitasot $L_{pAF,max}$ vaihtelivat kaikkien mitattujen moottoripyörien kesken välillä 83 - 127 dB keskiarvon ollessa 98 dB. Kuvassa 12 on esitetty vertailu henkilöautojen melupäästöstä moottoritolavuudesta ja vaihteistosta riippuen perustuen tyyppihyväksynnän ohiajotestiin [2]. Samalla moottoritolavuudella varustettujen henkilöautojen melupäästö voi vaihdella välillä 66 – 75 dB. Henkilöautojen ja moottoripyörien mittaustulokset eivät ole suoraan verrannollisia keskenään, johtuen eri mittausmenetelmistä. Moottoripyörät ovat tyyppillisesti kuitenkin henkilöautoja jonkin verran äänekkäämpiä.



Kuva 4. Henkilöautojen melupäästö moottoritolavuudesta ja vaihteistosta riippuen perustuen tyyppihyväksyntätestiin [4].

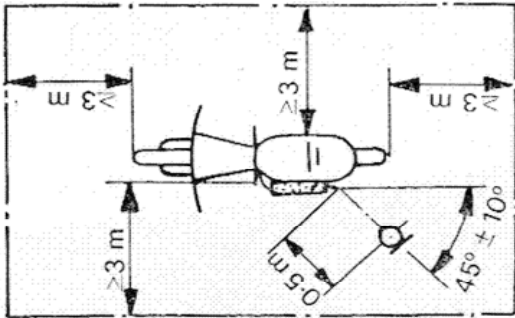
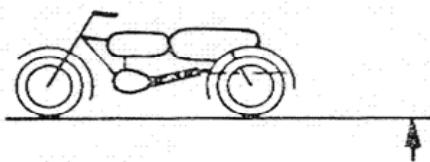
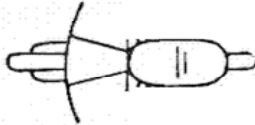
Vaikka 1970-luvun alusta lähtien ajoneuvojen melua on pyritty rajoittamaan ajoneuvojen tyyppihyväksyntämääräyksiin sisältyvien melupäästönormien avulla, eräänä ongelmana on se, että käytössä olevien ajoneuvojen meluun ei ole juurikaan kyetty puuttumaan katsastuksella ja valvonnalla. Ajoneuvojen katsastuksessa ei mitata ajoneuvojen melupäästöjä samalla tavalla kuin mitataan pakokaasupäästöjä.

Keskustelut liikkuvan poliisin kanssa antoivat käsityksen, etteivät äänitason mittaukset tieliikenteessä ole helposti toteutettavissa. Tähän on useita syitä. Mittauspaikalle on asetettu tietyt vaatimustasot standardissa, jotta mittaustulokset olisivat luotettavia. Näitä ovat esimerkiksi taustamelutaso, jonka tulee olla 10 dB mitatun kohteen tasoa pienempi ja riittävän aukea ympäristö, jotta äänen heijastukset eivät vaikuttaisi mittaustuloksiin. Ratsioiden yhteydessä, mikäli paikkaa ei ole valittu myös ääniteknisin perustein, ei ole mahdollista tehdä välttämättä ajoneuvojen äänitasomittauksia. Käytettävissä olevat resurssit ja tarvittava koulutus voivat olla myös esteinä mittausten suorittamiseksi tieliikenteen seurannan yhteydessä. Katsastusasemilla suoritettavat moottoriajoneuvojen melutason mittaukset olisivat tältä kannalta parempi ratkaisu. Mittaukset olisi ehkä mahdollista suorittaa katsastuksen yhteydessä niille tarkoitetuissa tiloissa. Jatkossa olisi hyvä selvittää voitaisiinko melumittauksia suorittaa katsastusasemien olemassa olevissa tiloissa, millaisilla tarkkuuksilla ne olisivat tehtävissä ja minkälaisia laitteita mittauksiin tarvittaisiin.

Lähdeluettelo

- 1 United Nations, Economic Commission for Europe, Agreement concerning the adoption of uniform conditions of approval and reciprocal recognition of approval for motor vehicle equipment and parts done at Geneva on 20 March 1958. Addendum 40: Regulation No. 41. Uniform provisions concerning the approval of motor cycles with regard to noise. Revision 1, 30 May 1994.
- 2 Valtioneuvoston päätös 993/92 Melutason ohjearvoista, 1992
- 3 Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.
- 4 VCA (Vehicle Certification Agency) tietokanta lähteessä ABCD Cost effectiveness of road traffic noise measures (second draft v2. 2.12.2004 from M v.d. Berg to J. Klooster and P. Blok)

5 Liite 1: Mittauspöytäkirjapohja

MITTAUSPAIKKA		Pvm: _____ Klo: _____	
Akustisesti kova ymp.	☐	Paikka: _____	
Akustisesti pehmeä ymp.	☐	Mittaaja: _____	
Ei heijastavia esteitä	☐		
50 metrin säteellä	☐		
Mittauspaikan kuvaus: _____			
AJONEUVO			
Malli: _____			
Vuosi: _____	km lukumäärä: _____		
Teho: _____	Maksimikierrokset: _____		
< 50cc	☐	Skooteri	☐
50cc - 79cc	☐	Mopedi	☐
80cc - 124cc	☐	Kevytmoottoripyörä	☐
125cc - 499cc	☐	Katuumoottoripyörä	☐
500cc - 749cc	☐	Matkapyörä	☐
750cc - 999cc	☐		☐
1000cc - 1500cc	☐	2-tahti	☐
>1500cc	☐	4-tahti	☐
		Tehoäänenvaimennin	☐
		Katalysaattori	☐
Muita huomioita: _____			
MITTAUS			
			
			
Kierrosluku 1/2 maksimista	☐	$L_{PA,Max}$	dB
Kierrosluku 3/4 maksimista	☐		
Ajoneuvossa	☐	DAT-nauhoitus	☐
kierroslukumittari	☐		
Skaala 80 dB	☐		
Skaala 100 dB	☐	DAT-aika _____	

6 Liite 2: Mitattujen moottoriajoneuvojen tiedot

Malli	Tilavuus	Tyyppi	LPA,Max	Vuosimalli	Ajokilometrit	Maksimikierrosuku	Teho (HV)	Kierrosukumittari	3/4 maksimista	tehoputki	katalysaattori
Aprilia RSV1000R Mille	1000-1499	Katumoottoripyörä	105	2005	20000	11000	138	x			
Beugeot TKR	-49	Skootteri	85								
BMW 800S	750-999	Katumoottoripyörä	104	2007	6000	9000	85	x		x	
BMW K1200 GT	1000-1499	Matkapyörä	93	2004	49200	9000	129	x			
BMW K1200 RS	1000-1499	Matkapyörä	91	2003	51000	9000	100	x			
BMW R 1200 ST	1000-1499	Matkapyörä	86	2005	19500	8000	110	x			x
BMW R106	750-999	Matkapyörä	97	1981	176068	7200		x			
BMW R1100 R	1000-1499	Matkapyörä	93	1985	123500	7600	85				x
BMW R1100 RT	1000-1499	Katumoottoripyörä	91	1998	92000	7500	91	x			
BMW R1100 RT	1000-1499	Matkapyörä	93	1997	66000	7500	90	x		x	
BMW R1200 RT	1000-1499	Matkapyörä	87	2006	57000	8000	109	x			
BMW R1200 Sport	1000-1499	Matkapyörä	97	2007	18000	11000	170	x		x	
BMW R80 GS Classic	750-999	Matkaenduro	87	1997	97000	7000	60	x			
Buell 1200	1000-1499	Katumoottoripyörä	102	2006	12000	6800	138			x	
Buell XB12S	1000-1499	Katumoottoripyörä	102	2005	12000	8000	101			x	
Cagiva Raptor	125-499	Kevytmoottoripyörä	93	2005	8299	9000	11				
Derbi Senda 125 R	125-499	Kevytmoottoripyörä	88	2004	7100	10000	11				
Derbi Senda X-Race	-49	Mopedi	83	2004	12662						
Ducati 600 SS	500-749	Katumoottoripyörä	96	1995	43300	9000	52	x			
Ducati Monster	500-749	Katumoottoripyörä	97	2000	30591		56				
GasGas EC200	125-499	Enduro	96	2005		1000	34				
GSX 750	750-999	Katumoottoripyörä	90	1999	50000	11000	86	x			
GSX R1300	1000-1499	Katumoottoripyörä	98	2002	54000	11000	185	x		x	
Harley Davidson Electra Glide	1000-1499	Cruiser	107	1987	28000	6000	60			x	
Harley Davidson FLST	1000-1499	Cruiser	125	1987	49000	5200	60			x	
Harley Davidson FLSTC	1500-	Cruiser	113	2007	8000	5500	70			x	
Harley Davidson FLSTN	1000-1499	Cruiser	108	1996	87000	5500					
Harley Davidson FXST	1000-1499	Cruiser	107	1999	105600	5250	55			x	
Harley Davidson FXSTB	1000-1499	Cruiser	110	2001	62000	5800	81			x	
Harley Davidson FXSTB Night Train	1000-1499	Cruiser	121	2003	17000	6000	75			x	
Harley Davidson FXSTI Softail	1000-1499	Cruiser	105	2001	40000	6000	70			x	
Harley Davidson FXSTS Springer Softail	1500-	Cruiser	117	2003	25000	5500	67			x	
Harley Davidson Knucklehead	1000-1499	Cruiser	105	1947		5000					
Harley Davidson Night Train	1000-1499	Cruiser	107	2006	21000						
Harley Davidson Night Train	1000-1499	Cruiser	114	2006	21000					x	
Harley Davidson Nightrod	1000-1499	Cruiser	110	2006	23000	8500	120				
Harley Davidson Road King	1000-1499	Cruiser	106	1995	70000	5500					
Harley Davidson Softail	1000-1499	Cruiser	115	1999	50000	6000	67			x	
Harley Davidson Softail Stadar	1000-1499	Cruiser	110	2002	12600	6000	62			x	
Harley Davidson Softile	1500-	Cruiser	110	1992		5000	65			x	
Harley Davidson Softile Heritage	1000-1499	Cruiser	105	1993	32000	5000				x	
Harley Davidson Super Glide	1000-1499	Cruiser	127							x	
Honda 1000 CBF	1000-1499	Matkapyörä	95	2006	27000	10000	100	x			
Honda CB 1300	1000-1499	Katumoottoripyörä	94	2005	17500	8500	160	x		x	x
Honda CBF 1000	1000-1499	Matkapyörä	91	2006	12400		97	x			x
Honda CBR 1100 Blackbird	1000-1499	Katumoottoripyörä	90	2006	23000	10750	152	x			
Honda CBR 1100 XX	1000-1499	Matkapyörä	91	1998	71138	10800	156				
Honda CBR 1100 XX	1000-1499	Matkapyörä	94	2005	25000	10750	155	x			

Honda CBR 1100 XX	1000-1499	Katumoottoripyörä	101	2005	30000	10500	175	x		x	
Honda CBR 125R	125-499	Kevytmoottoripyörä	97	2007	1100	13000	15	x		x	
Honda CBR 600 F2	500-749	Katumoottoripyörä	99	1992	88000	13000	70	x			
Honda CBR 900	750-999	Katumoottoripyörä	91	1998	58000	12000	135			x	
Honda CBR 900RR	750-999	Katumoottoripyörä	100	1993	80800	10500	129	x		x	
Honda CBR 900RR	750-999	Katumoottoripyörä	107	1994	41800	11000	124			x	
Honda CBR XX 1100	1000-1499	Katumoottoripyörä	93	2001	54000	10500	152	x			x
Honda Pan European ST 1300	1000-1499	Matkapyörä	87	2004	27700	8500	130	x			
Honda Revere 650	500-749	Katumoottoripyörä	89	1988	100843	8500	59	x			
Honda Shadow C2	750-999	Katumoottoripyörä	108	1998	57937		44			x	
Honda ST1300	1000-1499	Matkapyörä	88	2004	24494	8500	124	x			
Honda Transalp 600V	500-749	Matkapyörä	83	1990	82400	8800	50	x			
Honda Varadero 1000	1000-1499	Katumoottoripyörä	91	2004	33800	8300		x			
Honda VFR 800FI	750-999	Katumoottoripyörä	90	2000	53422	12000	106	x			
Honda XL1000V Varadero	1000-1499	Matkapyörä	92	1999	112500	9000	69	x			
Jingcheng Monkey	-49	Mopedi	83	2005	7600		2,4				
Kawasaki Classic	750-999	Cruiser	88	2002	31600	5000					
Kawasaki ER 6N	500-749	Katumoottoripyörä	103	2006	12000	13000					
Kawasaki ER-5	500-749	Matkapyörä	90	2000	26912	10500	55	x			
Kawasaki GP 900R	750-999	Katumoottoripyörä	107	1986	200800	11500	155	x			
Kawasaki VN 1500 Mean Streak	1500-	Matkapyörä	110	2002	47600	6000	71				
Kawasaki VN1500 Classic Touring	1500-	Matkapyörä	97	2002	67000		64				
Kawasaki Z 1300	1000-1499	Katumoottoripyörä	105	1983	15000	8000	118	x			
Kawasaki Z750	750-999	Katumoottoripyörä	93	2006	21000	11500	110				
Kawasaki ZX12R	1000-1499	Katumoottoripyörä	94	2006	16000	11500	186	x			
KTM 950 SM	750-999	Matkaenduro	104	2006	27000	9000	95			x	
Moto Guzzi Griso	500-749	Katumoottoripyörä	93	2000	16285	8000	75	x			
Moto Guzzi LU 1000	1000-1499	Matkapyörä	102	1985	277000	8500	100	x			
Peugeot 397.2 UB	-49	Skootteri	83								
Piaggio NRG Pure Jet	-49	Skootteri	85	2007	470						
Suzuki GSF 600	500-749	Katumoottoripyörä	92	1998	44600	12000	95	x			
Suzuki GSX 600D	500-749	Katumoottoripyörä	102	2006	1200	16000	125	x			
Suzuki GSX 750 F	750-999	Matkapyörä	99	1998	115090	12000		x			
Suzuki GSXK 1000	1000-1499	Katumoottoripyörä	98	2004	29000	12500	155			x	
Suzuki GSXR 1000	1000-1499	Katumoottoripyörä	95	2005	41000	13500	178	x			
Suzuki GSXR 1300	1000-1499	Katumoottoripyörä	94			11000		x			
Suzuki LS650 Savage	500-749	Matkapyörä	103	1996	46680	5000	32		x		
Suzuki PV	-49	Mopedi	92	1997	10574		1				
Suzuki RF 900	750-999	Katumoottoripyörä	93	1998	50903	12000	135	x			
Suzuki SV 1000S	1000-1499	Katumoottoripyörä	97	2006	17865	5500		x		x	
Suzuki SV 650S	500-749	Katumoottoripyörä	86	2000	40000	10000	72	x			
Suzuki V2 1600 Maraidor	1500-	Matkapyörä	106	2005	10000	6000	72	x			
Thusaberg FS 650 E	500-749	Enduro	108	2005	9500	9500	60			x	
XXX	1000-1499	Cruiser	96	1998	78000	7500					
Yamaha Aerox	-49	Skootteri	83	2003	14000						
Yamaha Drag Star	500-749	Cruiser	115	1999	68500		46		x		
Yamaha DT	125-499	Kevytmoottoripyörä	83	2007	4090		17				
Yamaha F2R 600	500-749	Katumoottoripyörä	90	1994	36000	13000	97	x			
Yamaha Fazer 600	500-749	Katumoottoripyörä	90	2006	10570	14000	98	x			
Yamaha FJR 1300	1000-1499	Matkapyörä	88	2006		9000	143	x			
Yamaha FJR 1300	1000-1499	Katumoottoripyörä	94	2007	11800	9000	143	x		x	
Yamaha FJR 1300	1000-1499	Matkapyörä	93	2001	52000	11000	150	x			x
Yamaha FXS 1000	1000-1499	Katumoottoripyörä	90	2003	13000	11500	143	x			
Yamaha FZ1	750-999	Katumoottoripyörä	106	2007	7000	12000	150	x		x	
Yamaha FZ1S	750-999	Katumoottoripyörä	110	2006	17122	11000	140				
Yamaha XS2	500-749	Katumoottoripyörä	103	1979	200000	8500	52	x			
Yamaha XVS 1100 Classic	1000-1499	Cruiser	113	2000	64000		60	x			
Yamaha Y2F 600 R	500-749	Matkapyörä	90	2002	48250	13000	104	x			

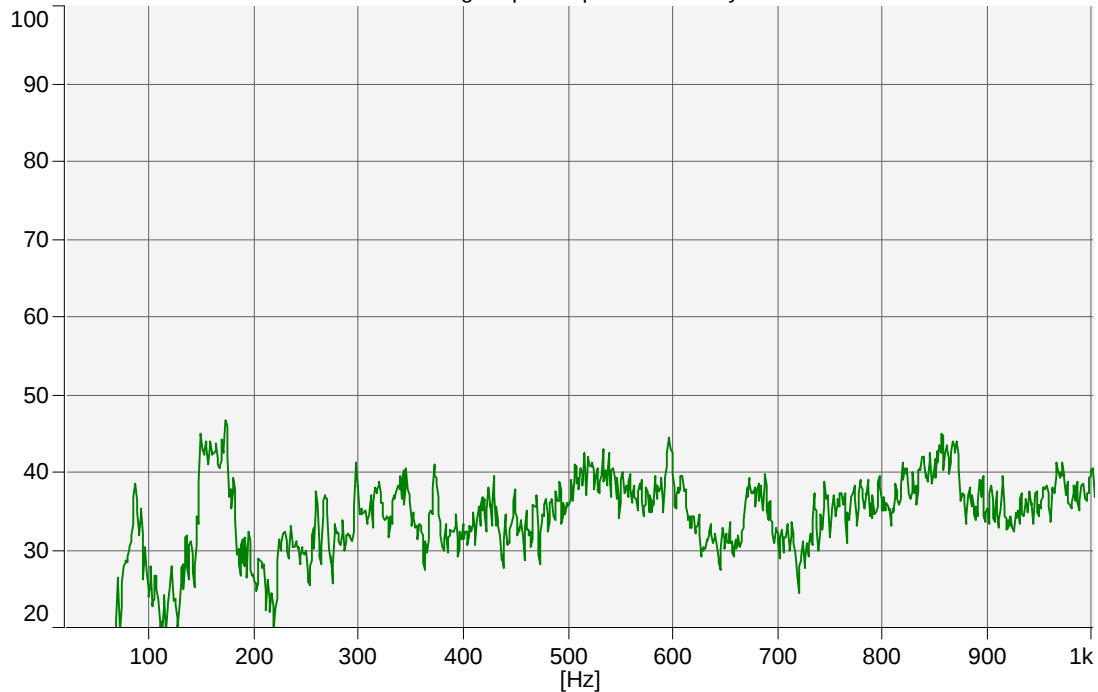
7 Liite 3: Eräiden mitattujen moottoriajoneuvojen äänitasospektrit

Mopedit, skootterit ja kevytmoottoripyörät

[dB/1,00 V]

FFT left (Magnitude)

Working : Input : Input : FFT Analyzer

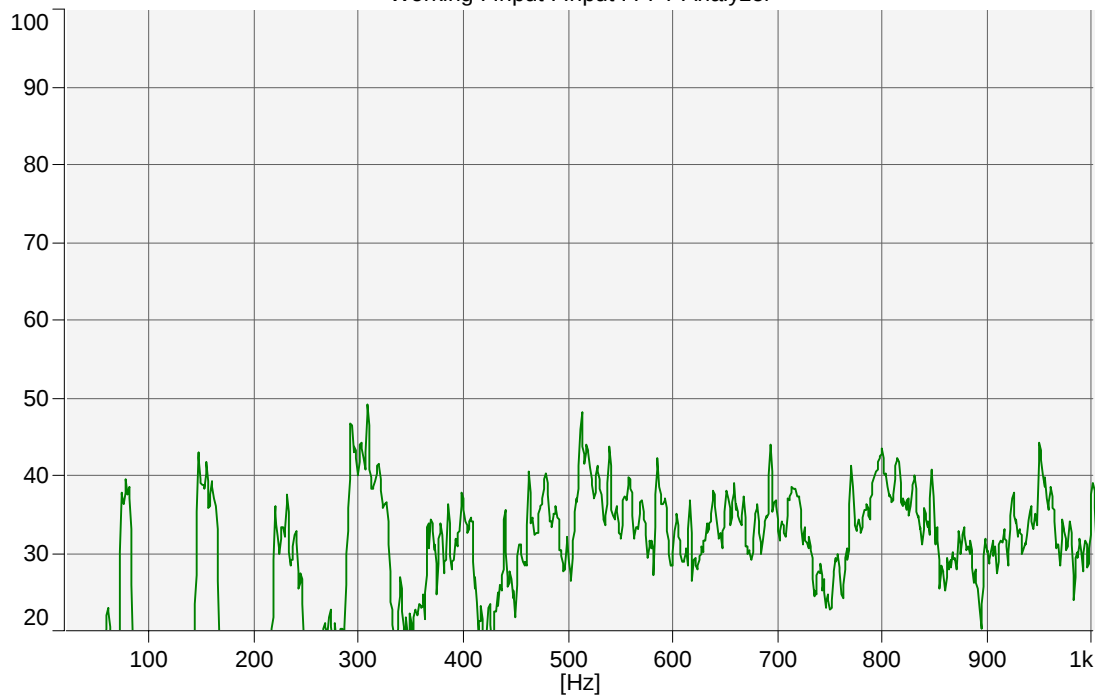


Peugeot TKR

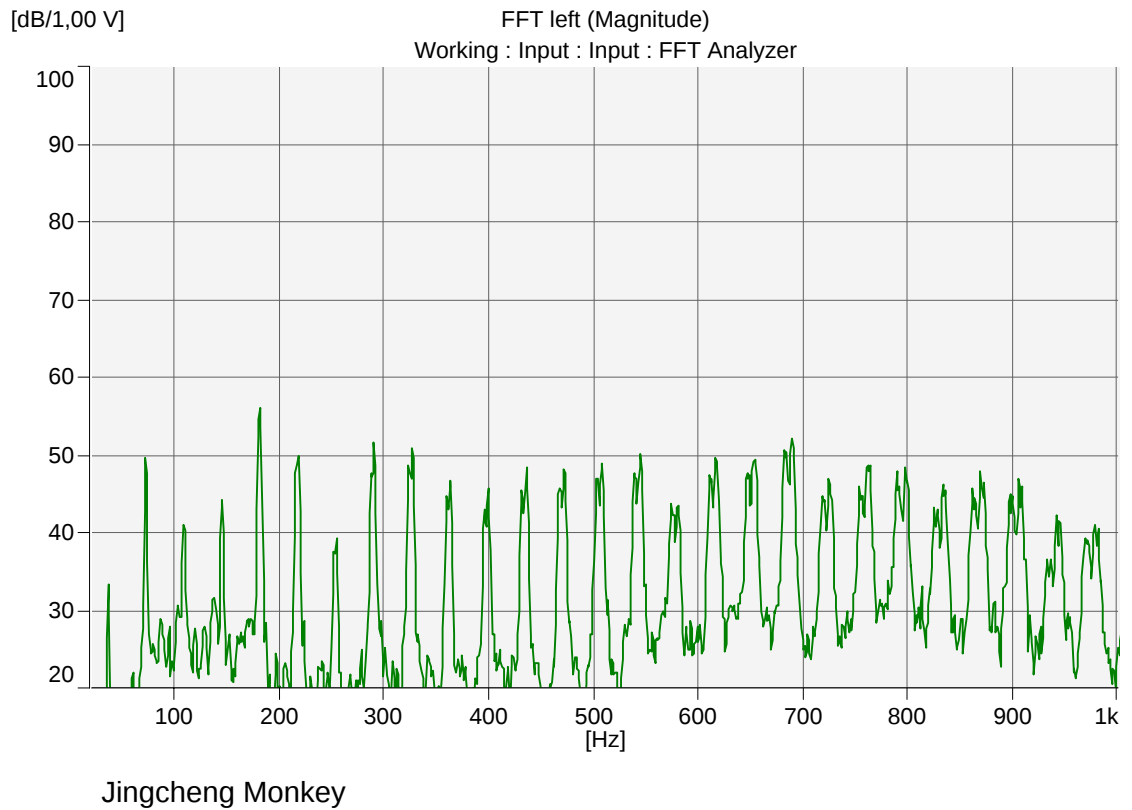
[dB/1,00 V]

FFT left (Magnitude)

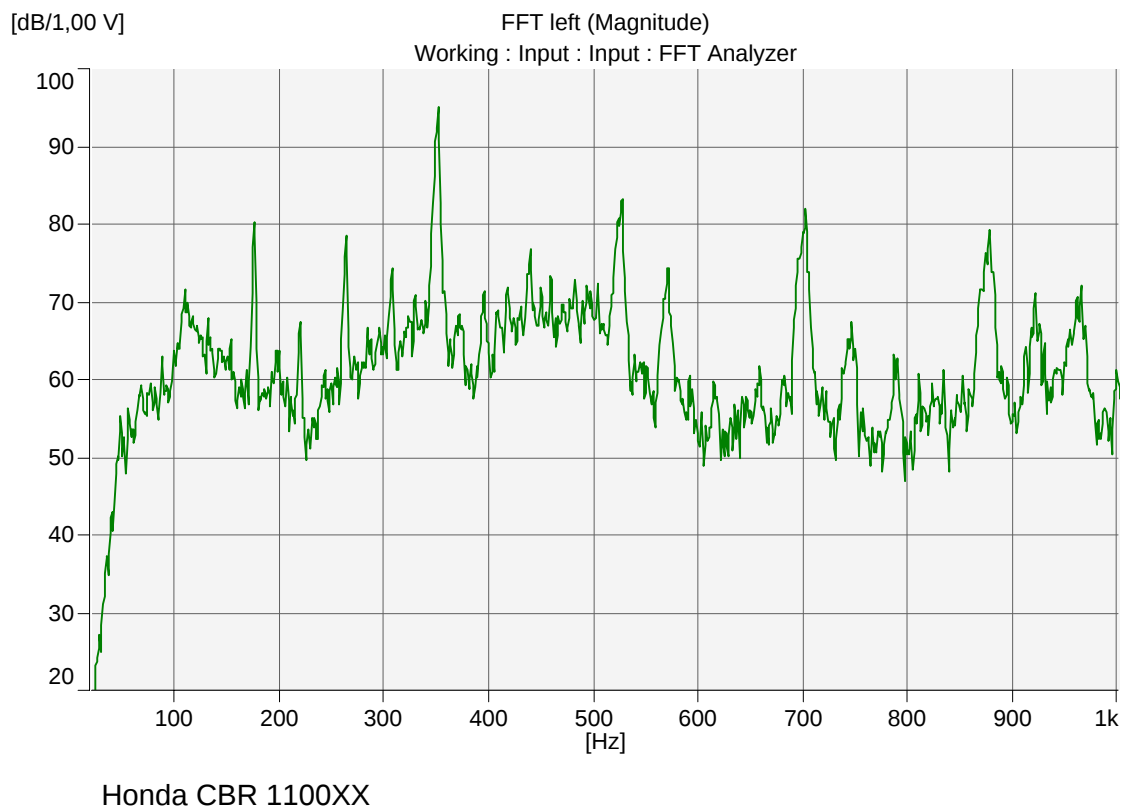
Working : Input : Input : FFT Analyzer

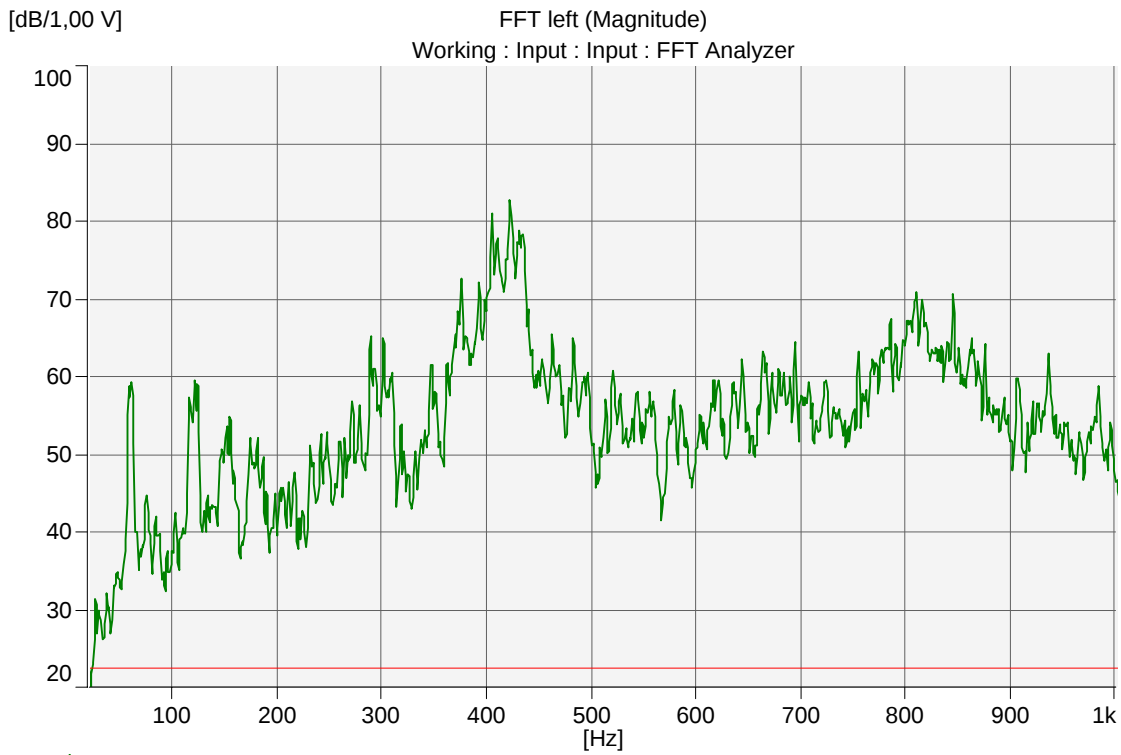


Piaggio NRG Pure Jet

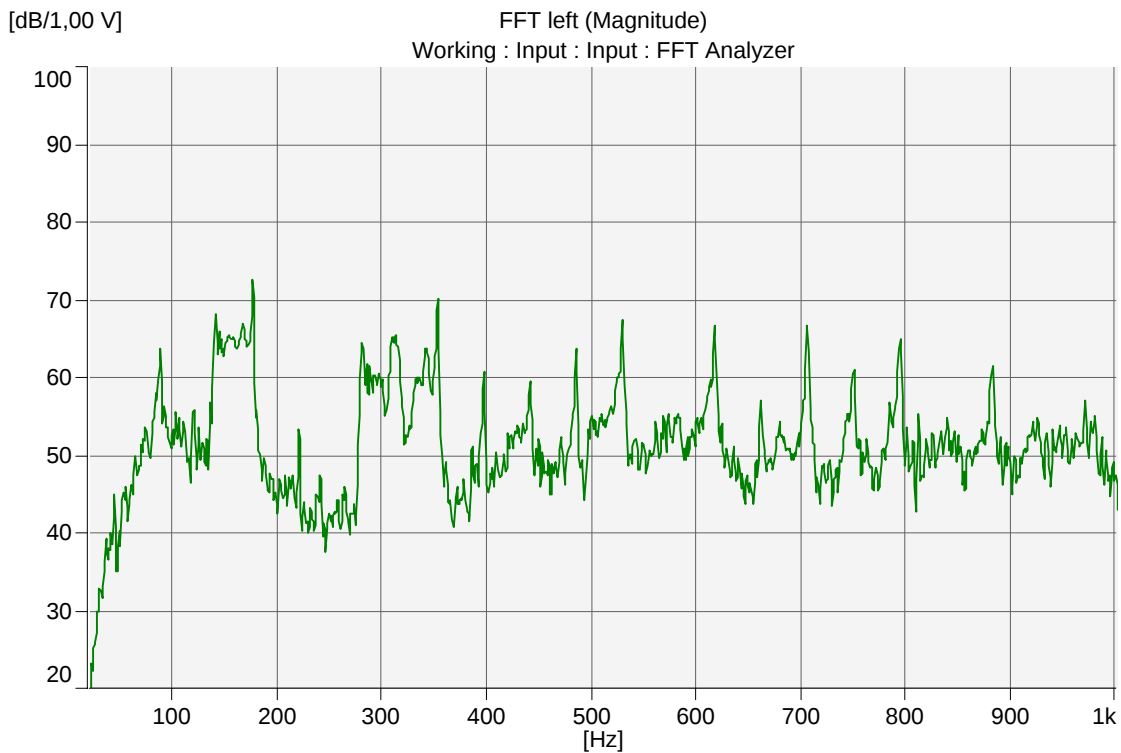


Katamoottoripyörät, matkapyörät ja matkaendurot

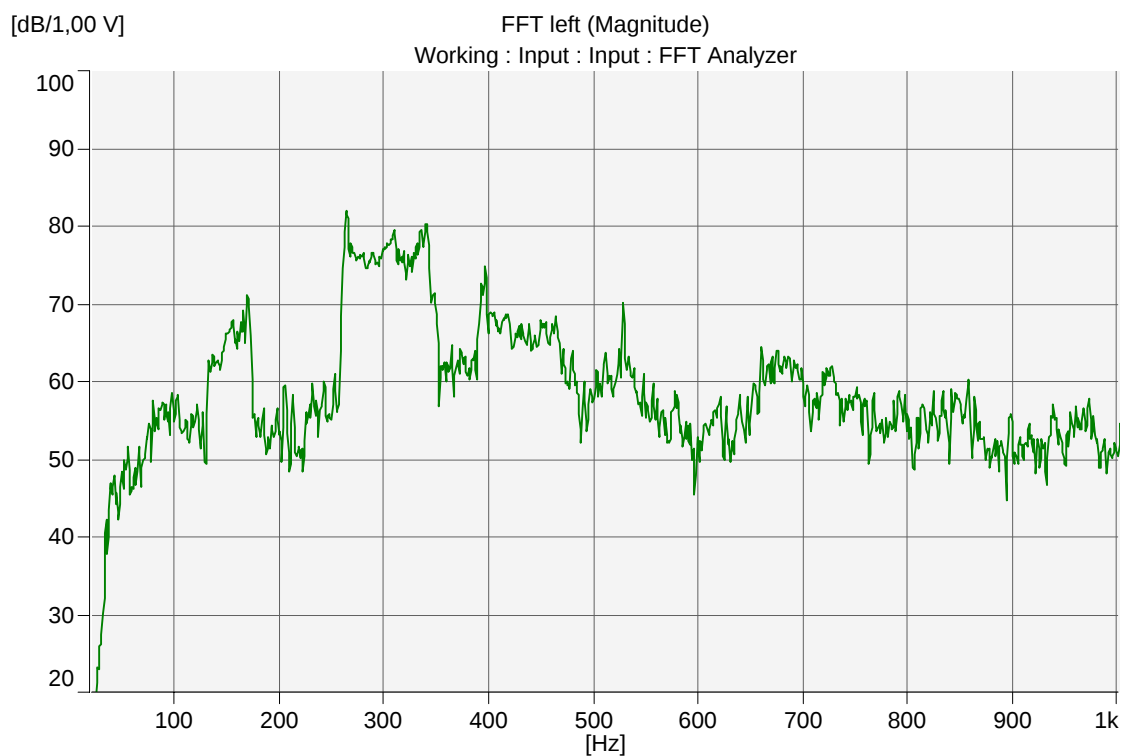




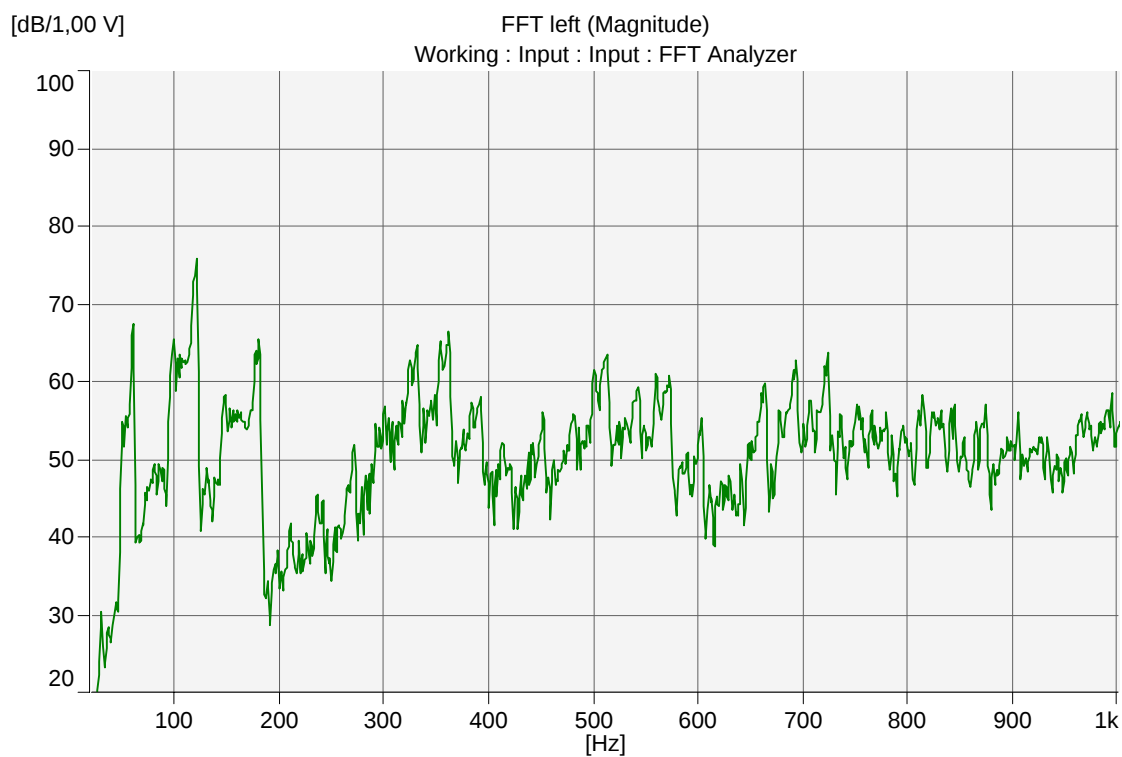
BMW R1100R



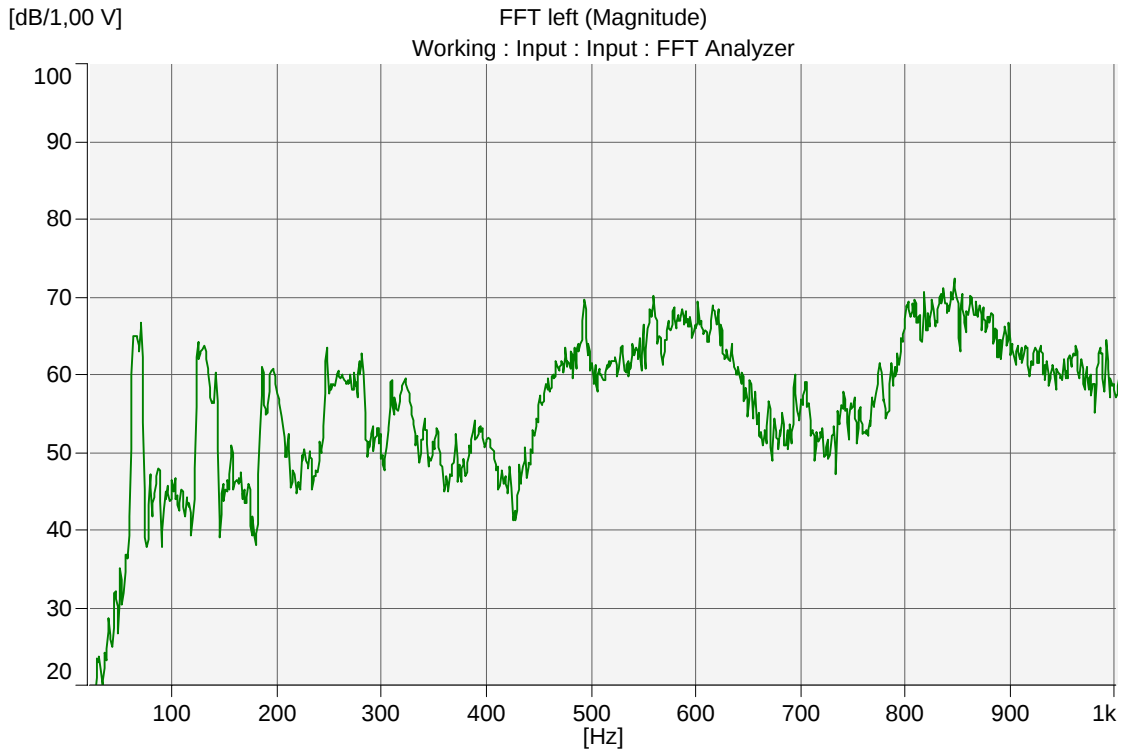
Honda CBR 1100 Blackbird



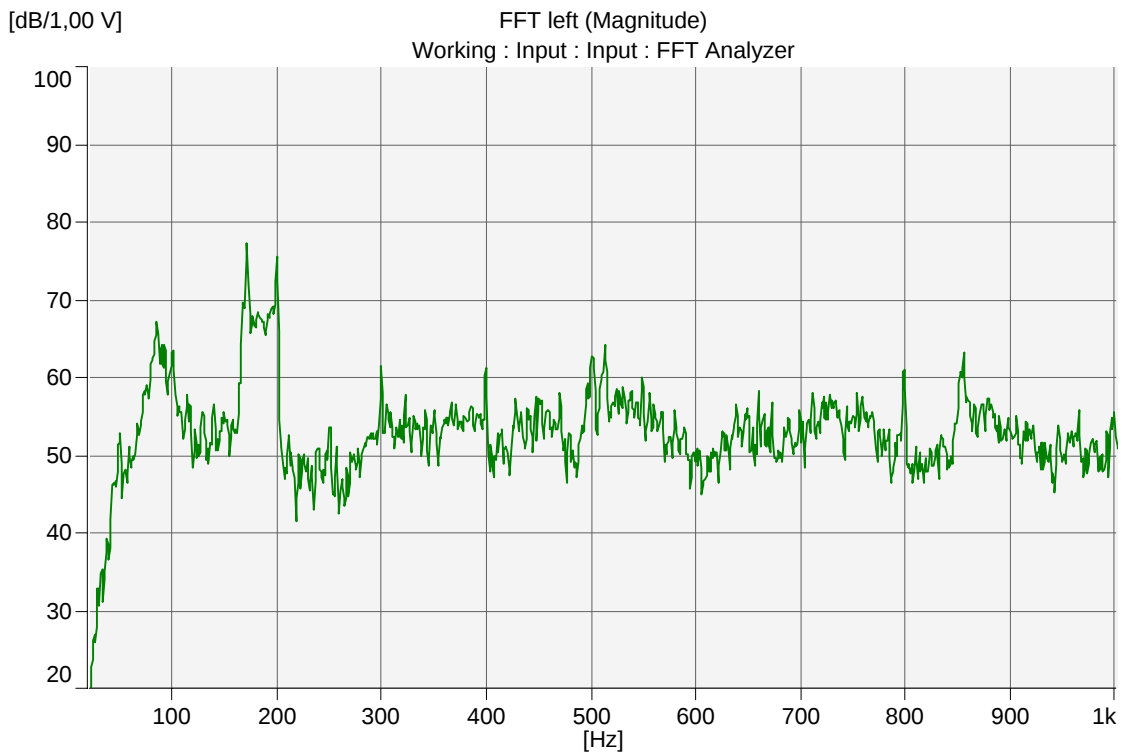
Honda CB 1300



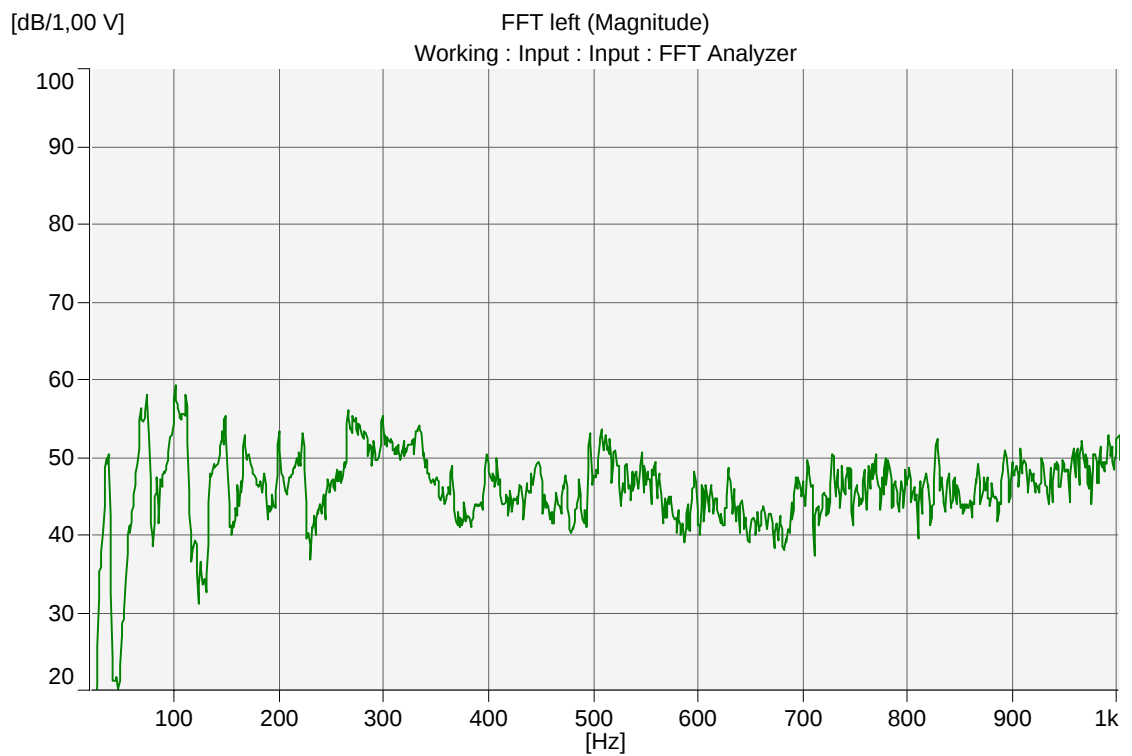
BMW R8 GS



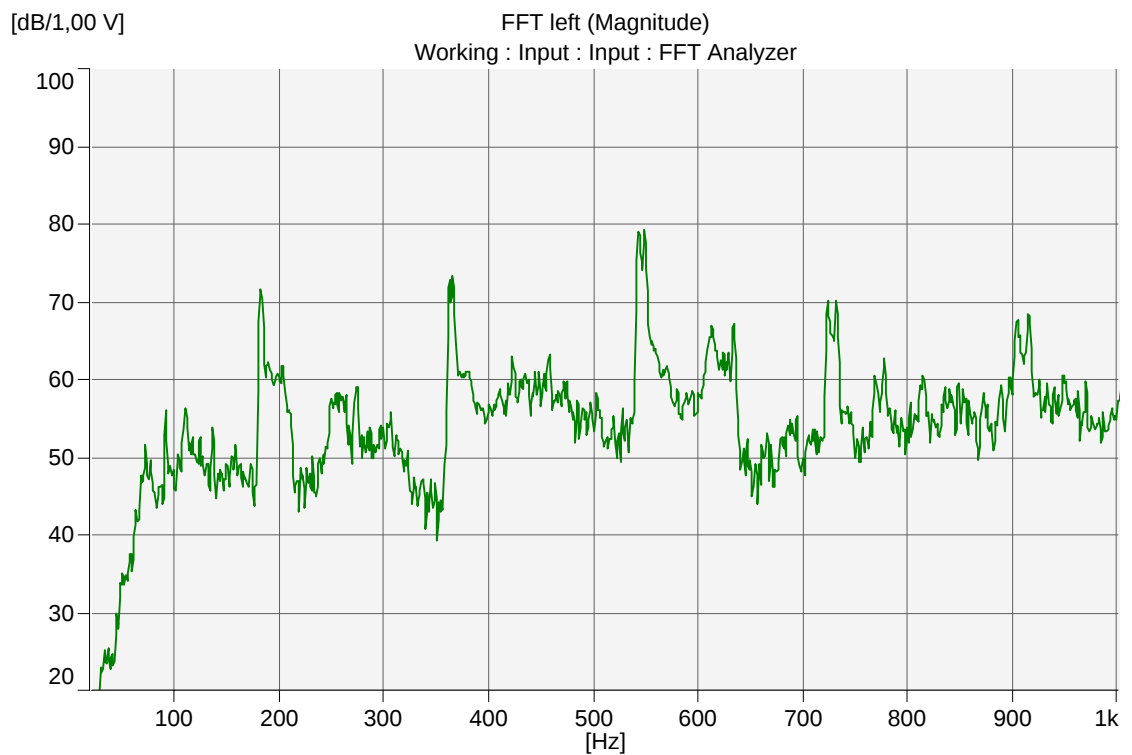
BMW R1100RT



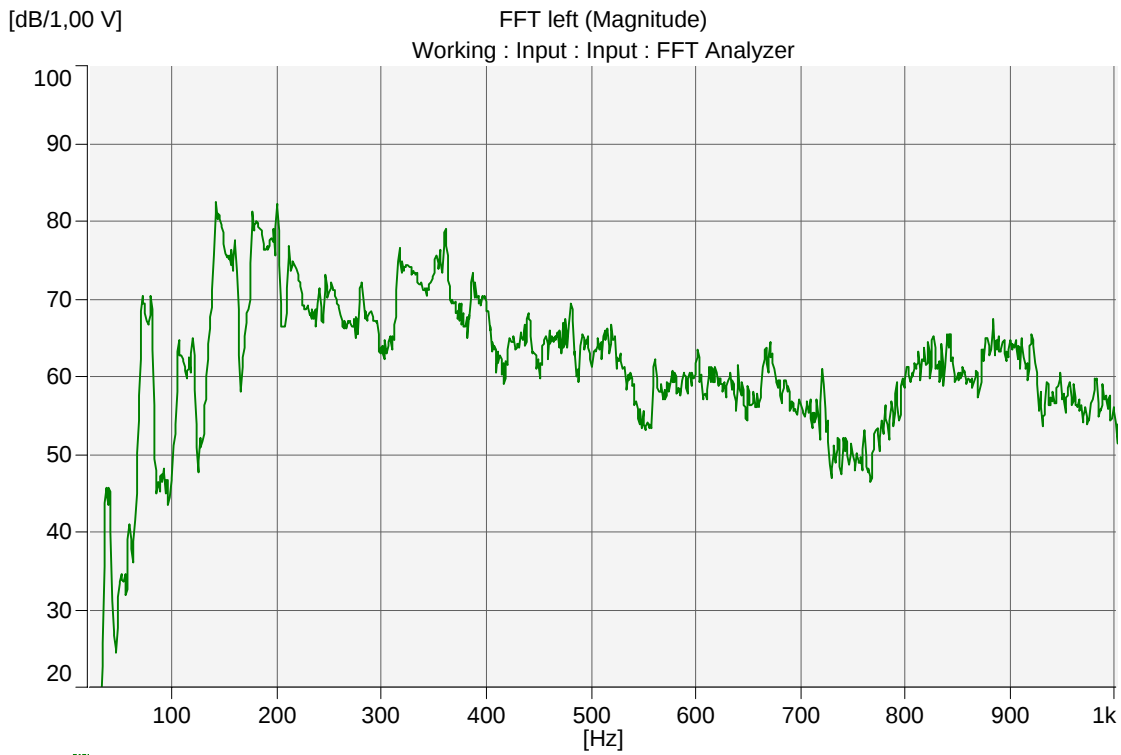
Kawasaki Z750



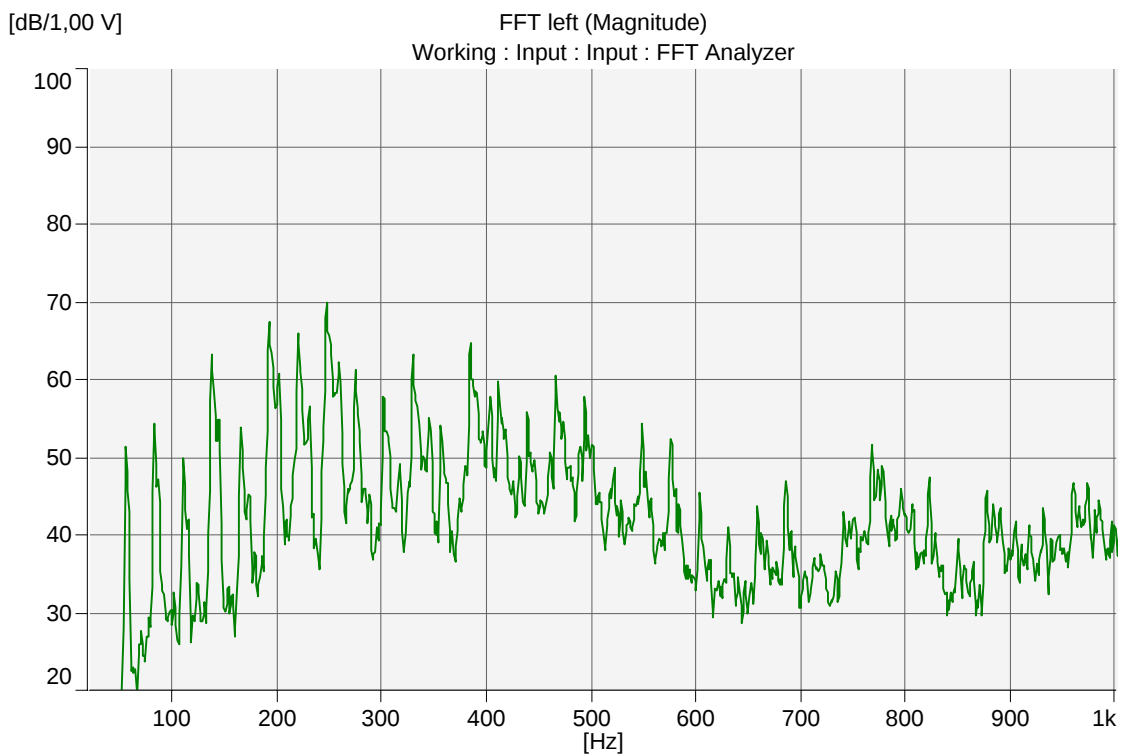
Honda Transalp 600V



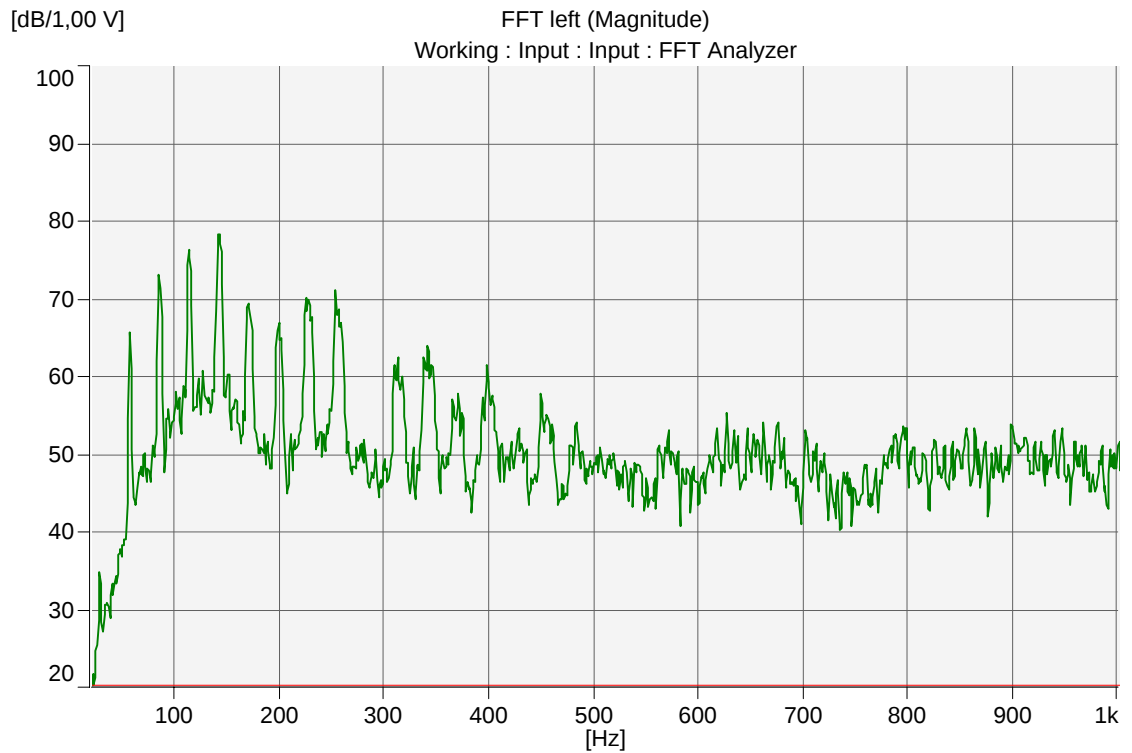
BMW R1200 Sport



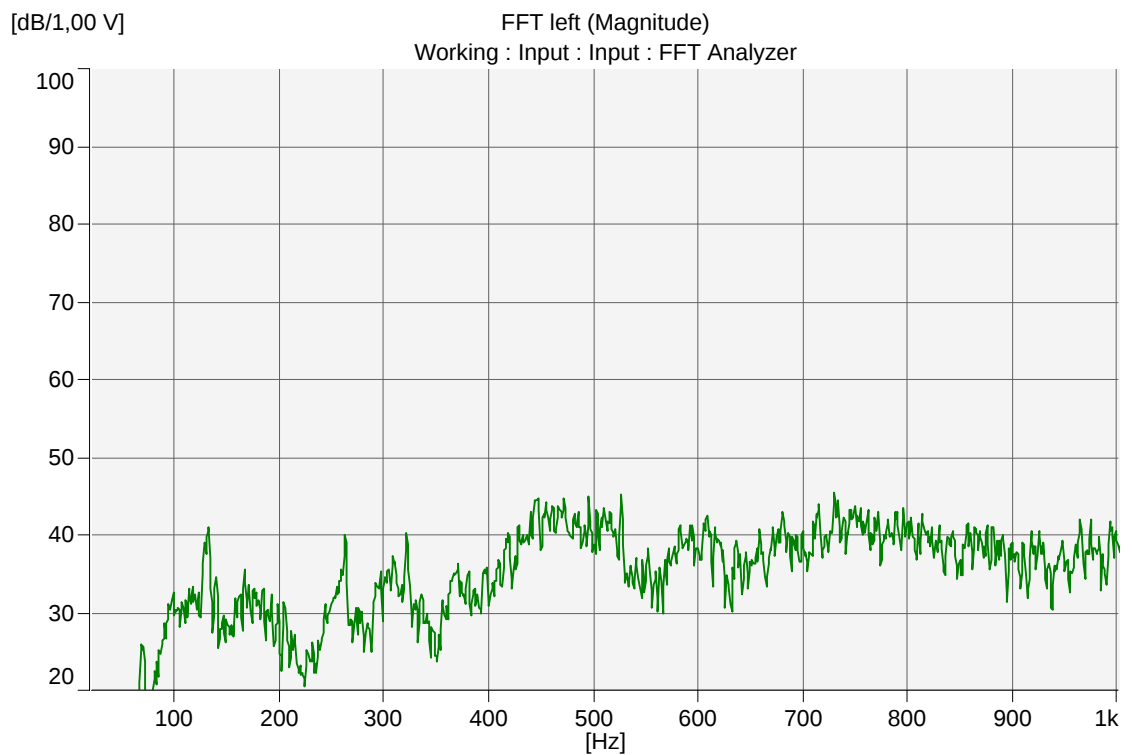
Honda CBR 900RR



Buell XB12S



Buell 1200

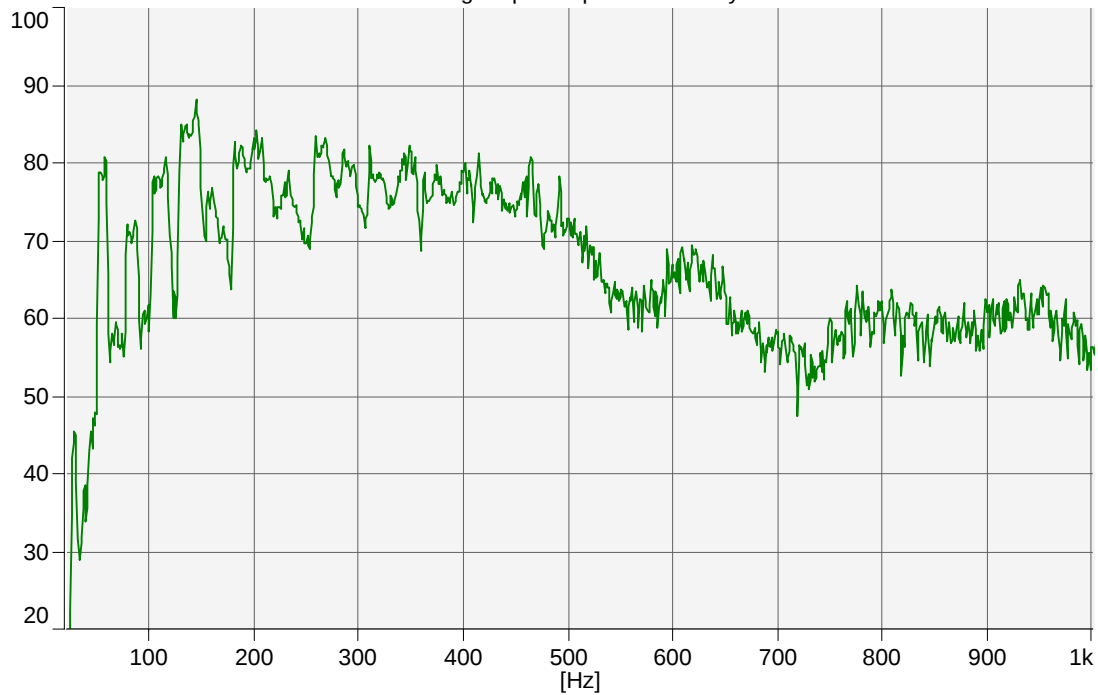


Honda CBR 900

Cruiserit

[dB/1,00 V]

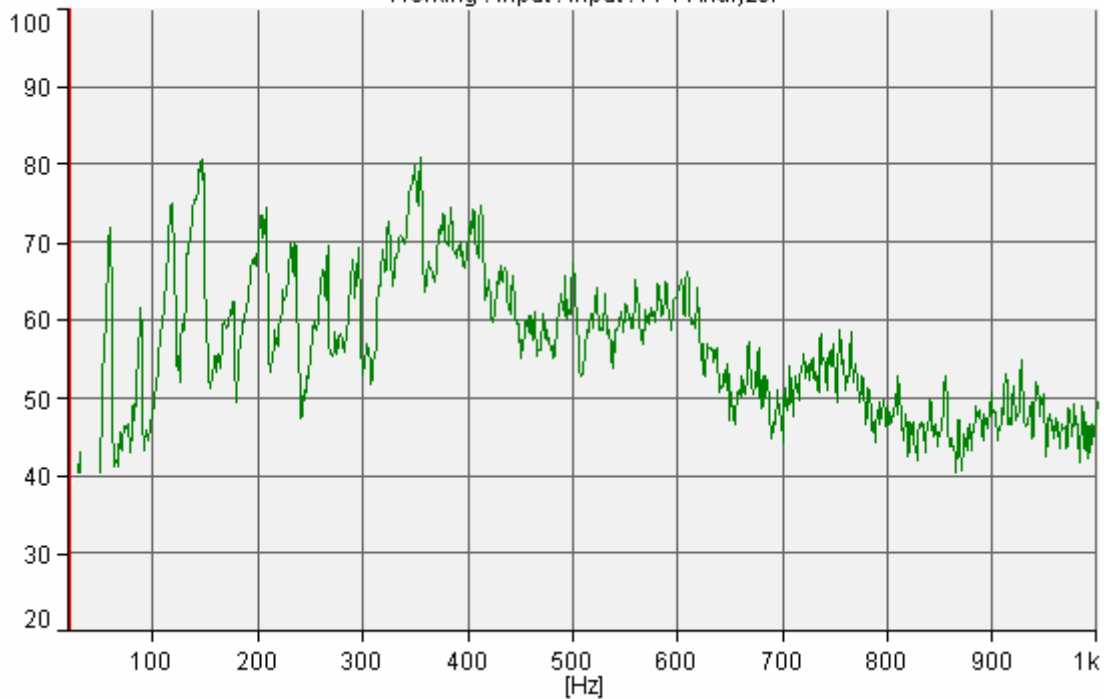
FFT left (Magnitude)
Working : Input : Input : FFT Analyzer



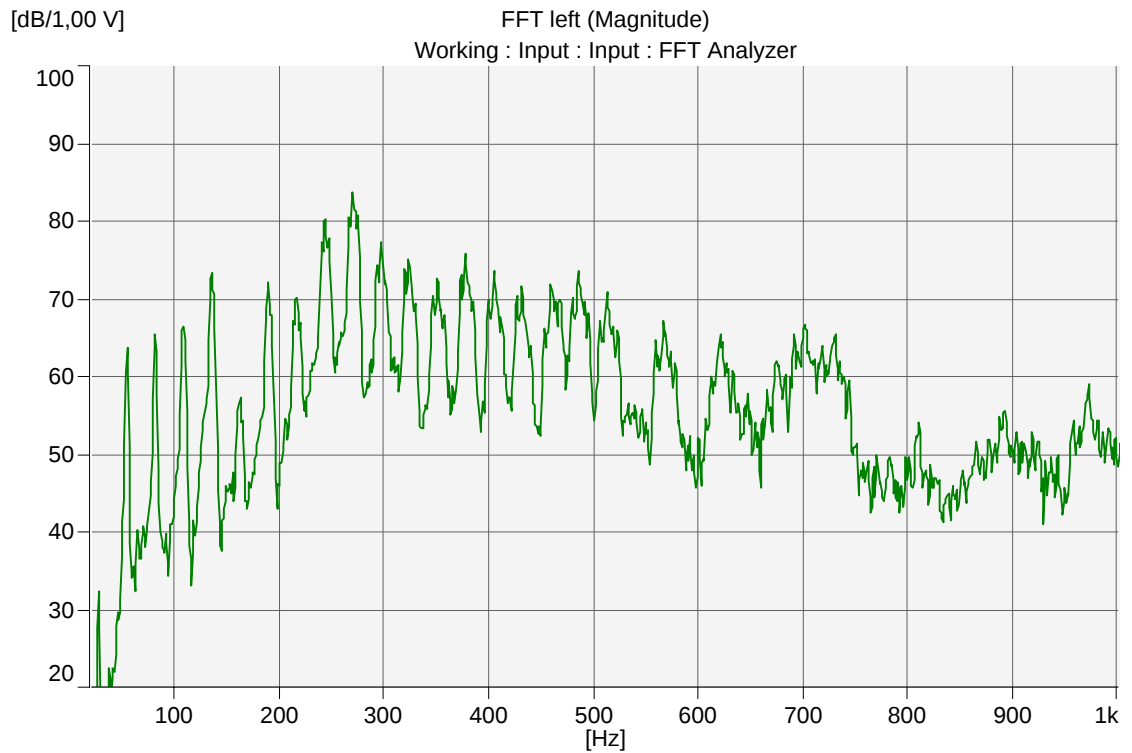
Harley Davidson Softile Heritage

[dB/1,00 V]

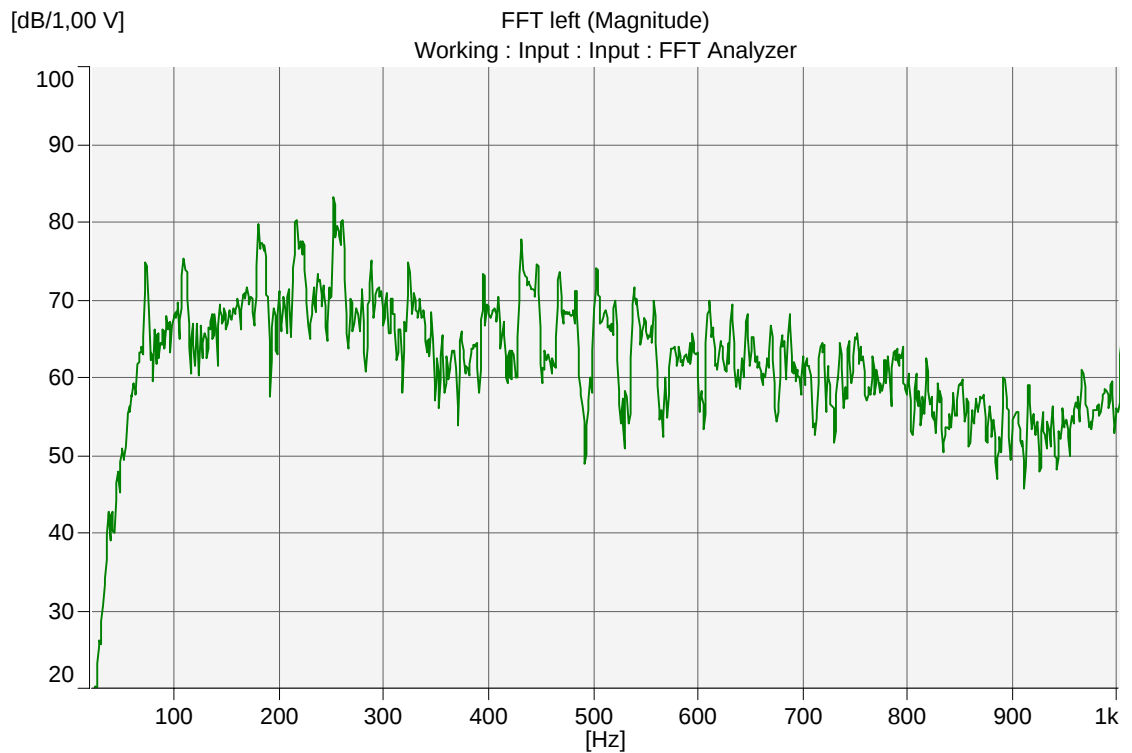
FFT left (Magnitude)
Working : Input : Input : FFT Analyzer



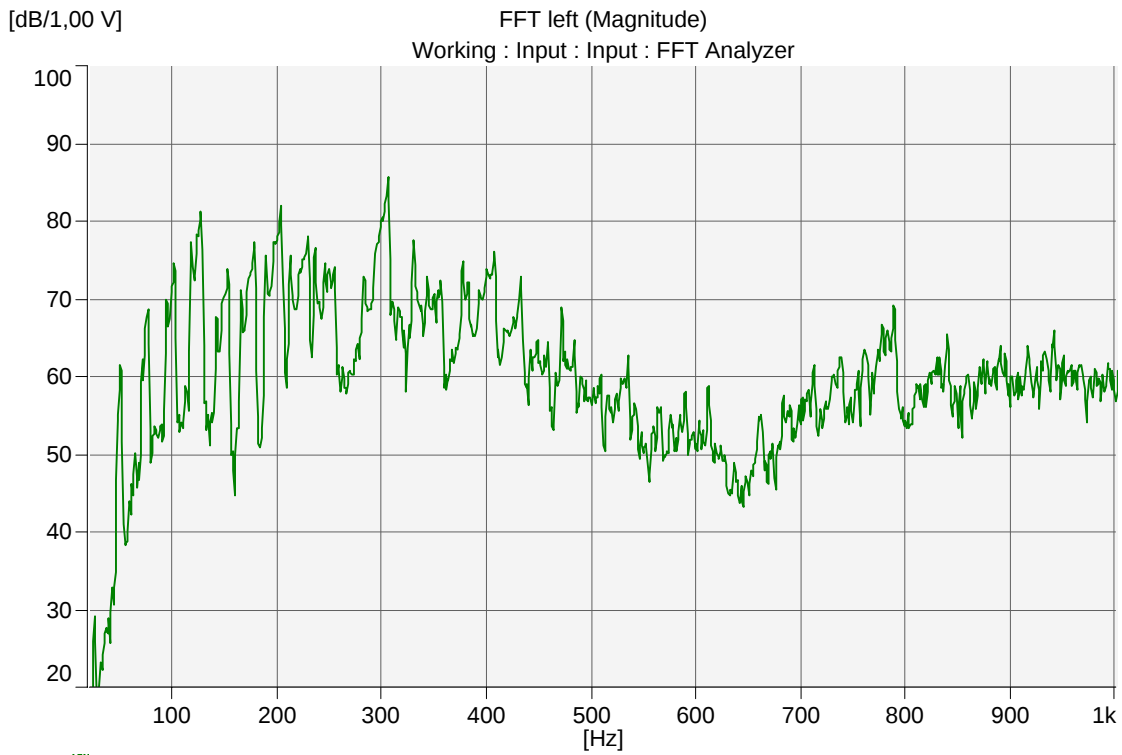
Harley Davidson FLSTN



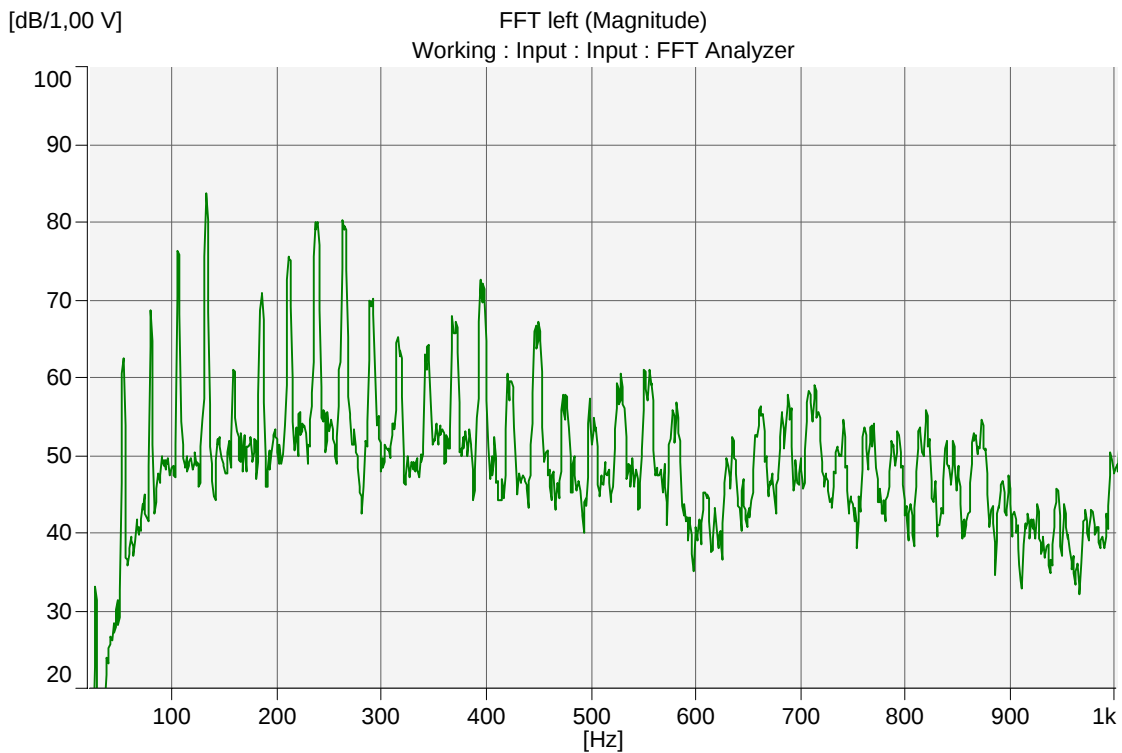
Harley-Davidson Softail Standard



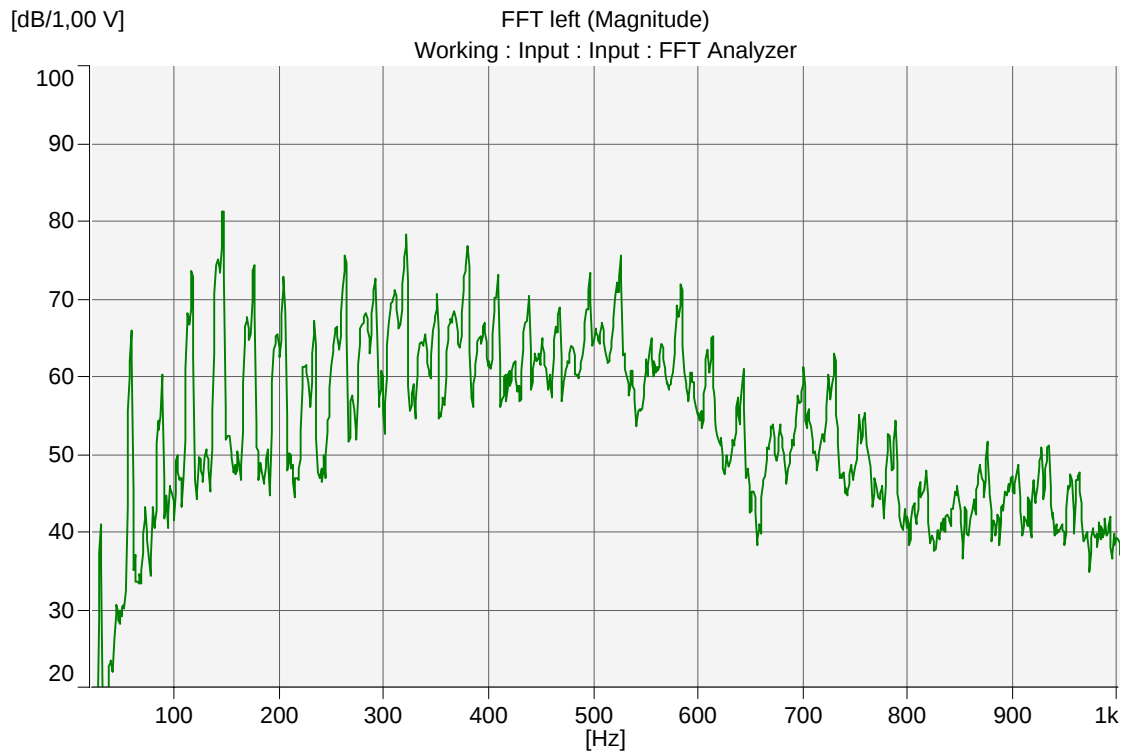
Harley-Davidson FLSTC



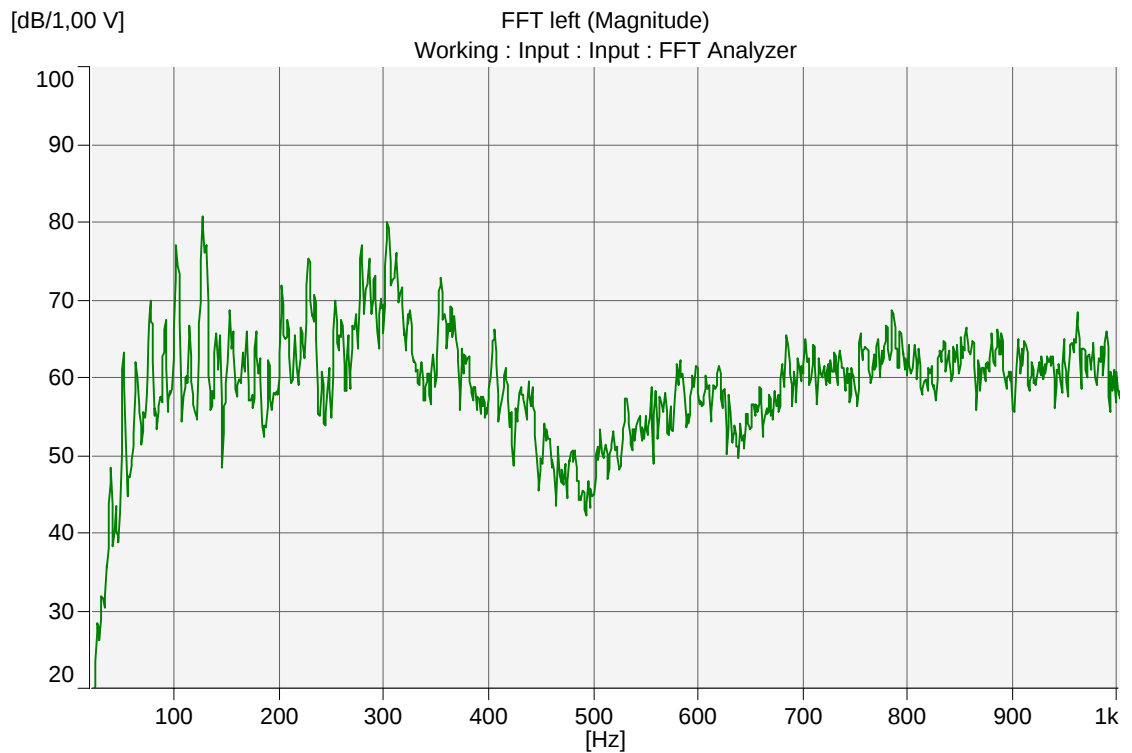
Harley-Davidson FXSTB



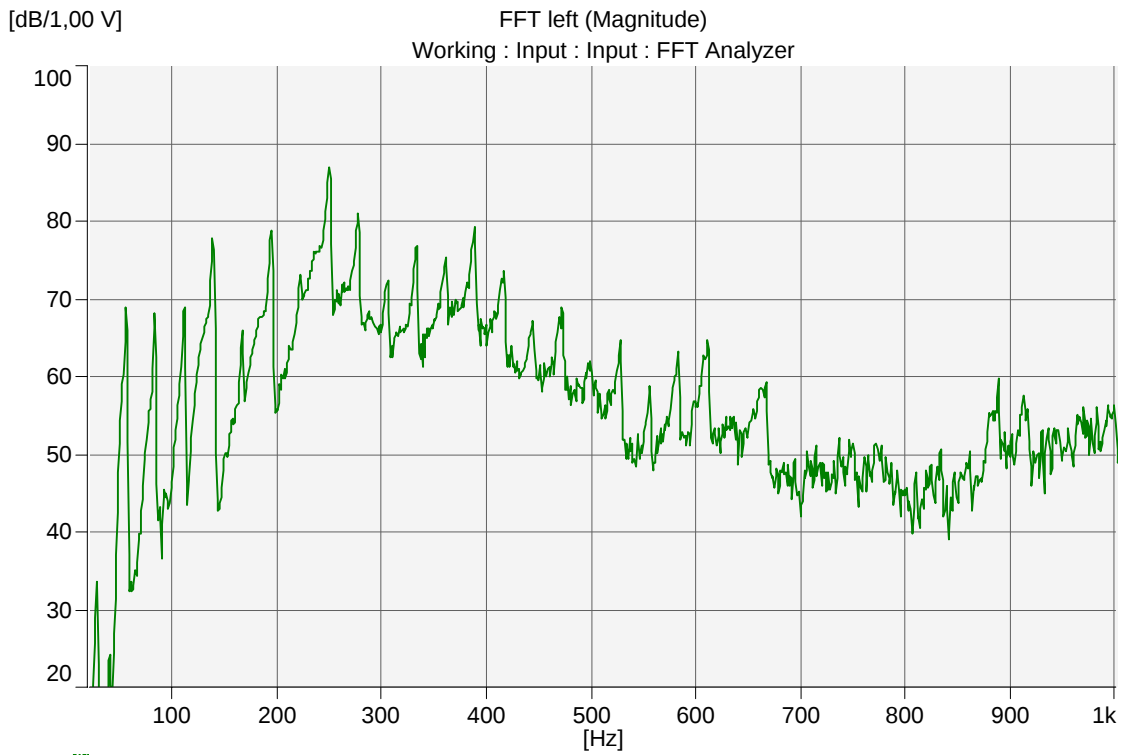
Harley-Davidson Softail FXSTI



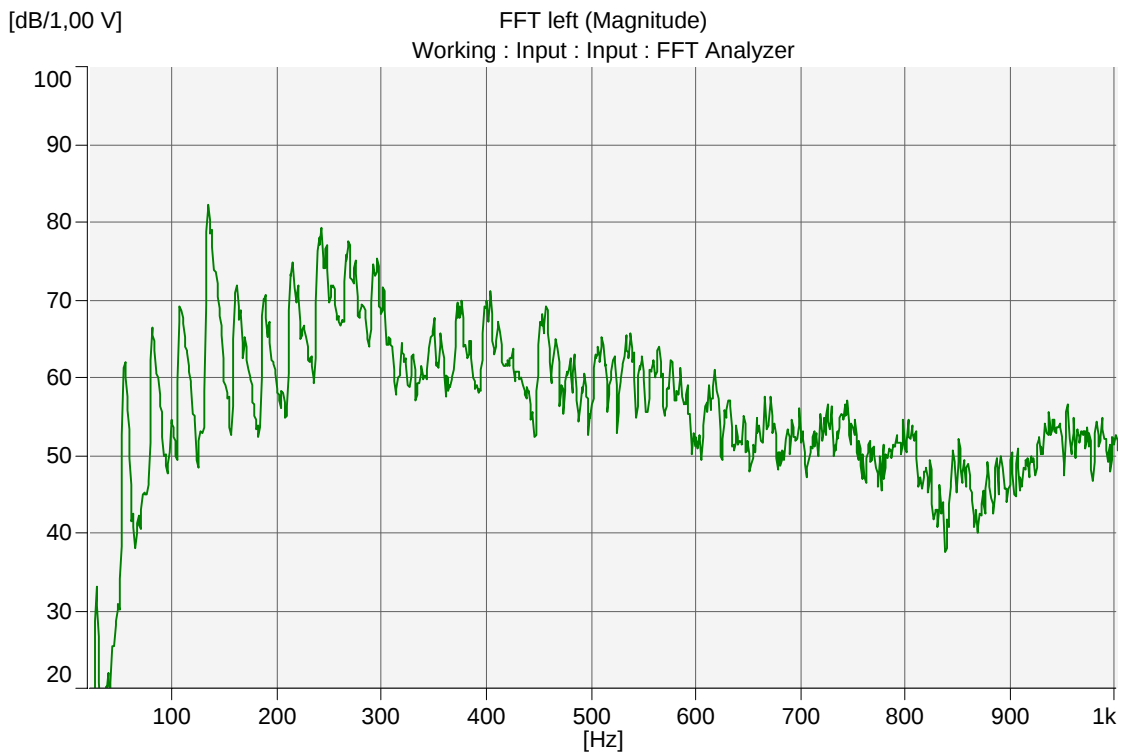
Harley-Davidson Electra Glide



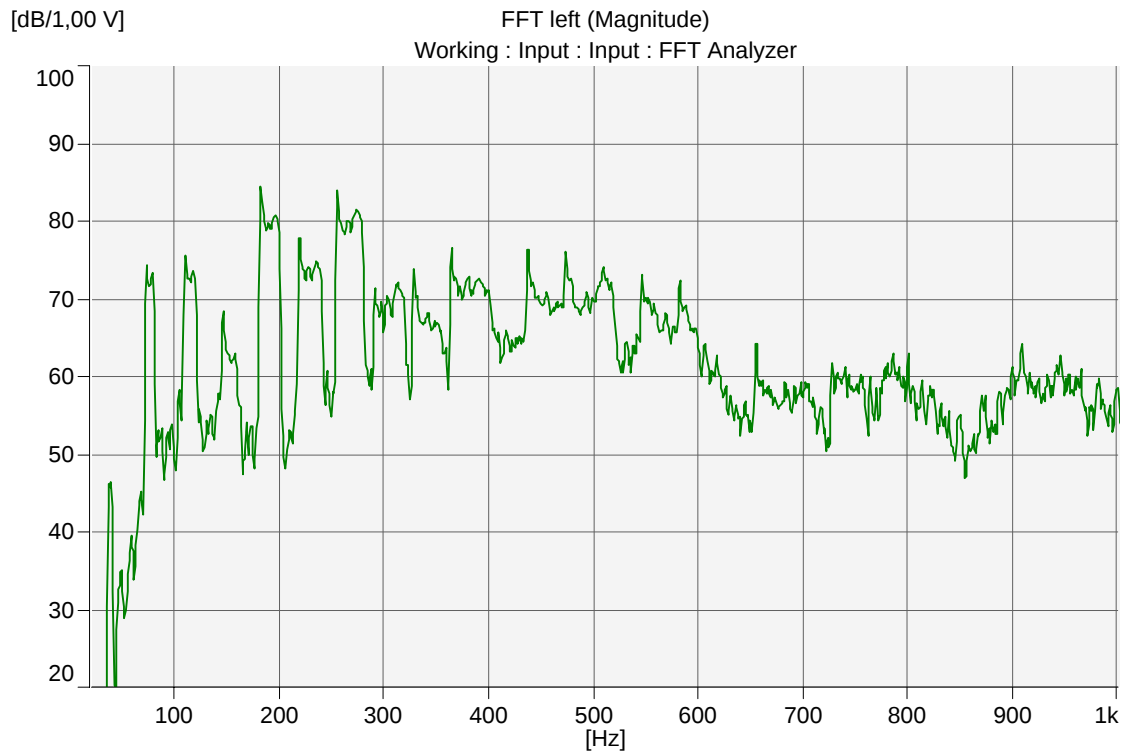
Harley-Davidson Knucklehead



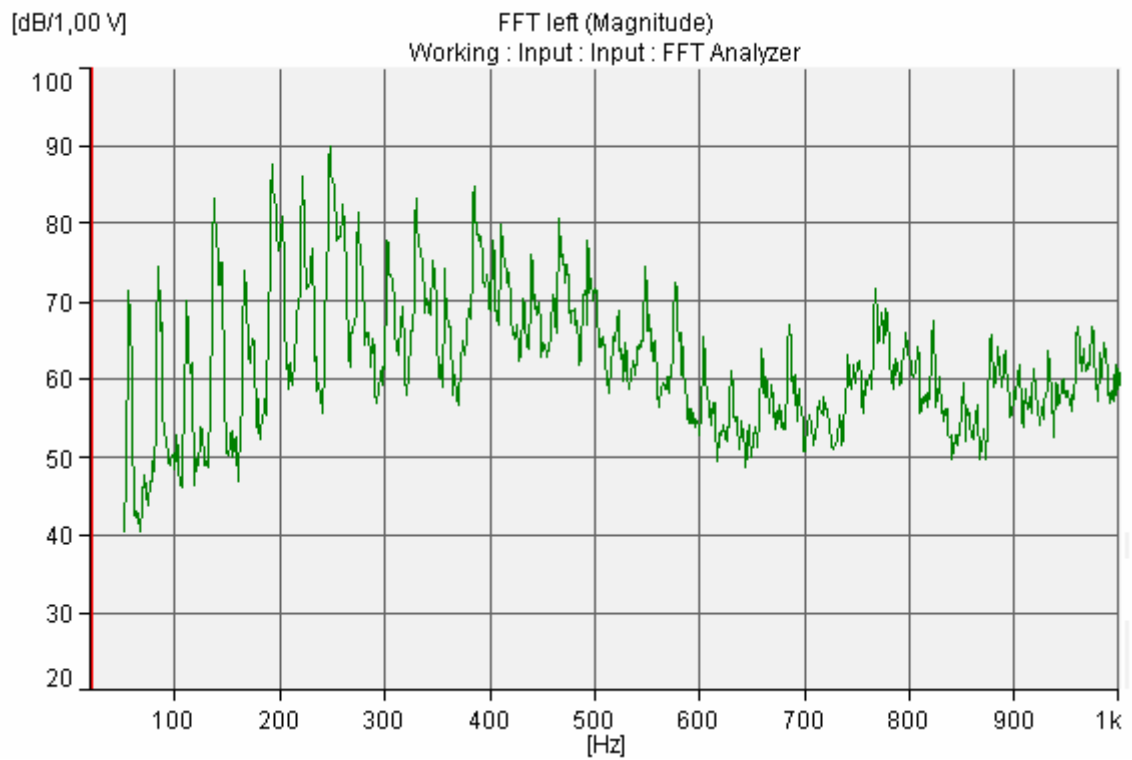
Harley-Davidson FXST



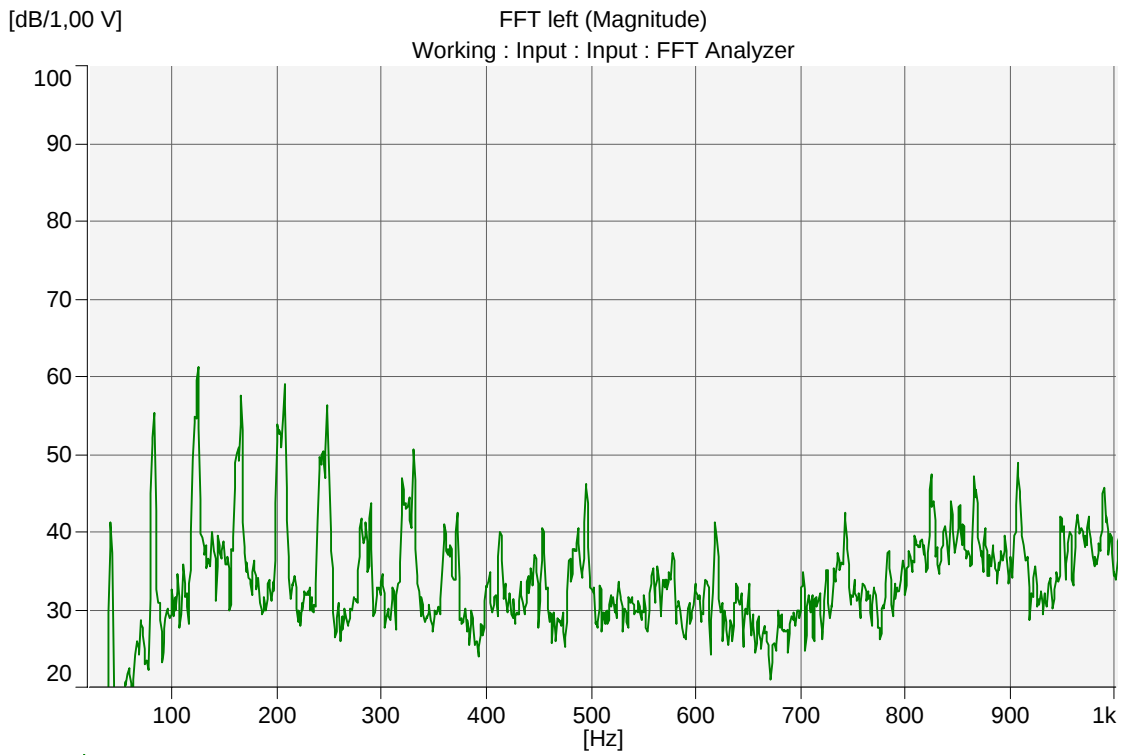
Harley-Davidson Night Train



Harley-Davidson Night Train



Harley-Davidson Softail



Kawasaki V Classic