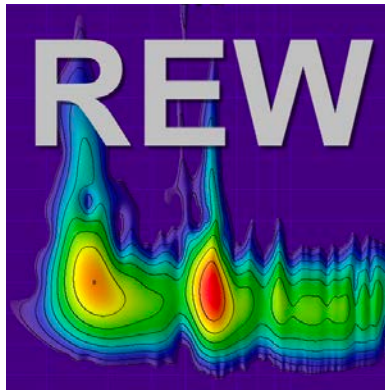


# Vaimennus – REW-ohje

(iPhone/iPad/Android-sovellusdokumentaatio)

Versio 1.002

8. maaliskuuta 2025



## Muutoshistoria

**Päivämäärä**   **Versio**   **Muutos**

7.3.2025      1.002      Tekstin rakennetta on muutettu

**Päivämäärä**   **Versio**   **Muutos**

6.3.2025      1.001      Lisätty waterfall-kaavio-, Noise Floor- ja Overlays-tulkinnat ja Stepped sinimit

**Päivämäärä**   **Versio**   **Muutos**

28.2.2025      1.0      Ensimmäinen julkaisu

# Sisällysluettelo

## Sisällys

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Muutoshistoria</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Sisällysluettelo</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1 Johdanto</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2 Termien selityksiä</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1 SNR ( <i>Signal-to-Noise Ratio</i> ) . . . . .                              | 4         |
| 2.2 SDR ( <i>Signal-to-Distortion Ratio</i> ) . . . . .                         | 4         |
| 2.3 THD ( <i>Total Harmonic Distortion</i> ) . . . . .                          | 5         |
| 2.4 THD+N ( <i>Total Harmonic Distortion plus Noise</i> ) . . . . .             | 5         |
| <b>3 Mihin spektrianalyysiä käytetään?</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>4 Mittausprosessi</b>  | <b>6</b>  |
| 4.1 Käytännön ohjeet REW:n spektrianalyysin käyttämiseen . . . . .              | 6         |
| 4.2 Spektrianalyysi RTA-ikkunassa . . . . .                                     | 7         |
| 4.2.1 Stepped sinimittaus (Steppend sine) . . . . .                             | 8         |
| 4.3 Spektrianalyysi mittauksen jälkeen . . . . .                                | 9         |
| 4.4 Yhteenvedo: Spektrianalyysin suorittaminen . . . . .                        | 9         |
| <b>5 Mittausten tulkinta</b>  | <b>10</b> |
| 5.1 Measurement Info: SNR ( <i>Signal-to-Noise Ratio</i> ) . . . . .            | 10        |
| 5.2 Measurement Info: SDR ( <i>Signal-to-Distortion Ratio</i> ) . . . . .       | 10        |
| 5.3 RTA-ikkuna: THD ( <i>Total Harmonic Distortion</i> ) . . . . .              | 11        |
| 5.4 RTA-ikkuna: THD+N ( <i>Total Harmonic Distortion plus Noise</i> ) . . . . . | 11        |
| 5.5 Clarity: C80 ( <i>Music Clarity Index</i> ) . . . . .                       | 13        |
| 5.6 Taajuusvaste ( <i>Frequency Response</i> ) . . . . .                        | 14        |
| 5.7 Impulssivaste ( <i>Impulse Response</i> ) . . . . .                         | 15        |
| 5.8 Kohinatasot ja resonanssit ( <i>SPL</i> ) . . . . .                         | 16        |
| 5.9 Waterfall kaavio / Spectrogram . . . . .                                    | 17        |
| 5.10 Noise Floor ( <i>Kohinataso</i> ) . . . . .                                | 17        |
| 5.11 Overlays . . . . .   | 17        |
| <b>6 Mittaustulostesi jakaminen muille tutkittavaksi</b>                        | <b>18</b> |

# 1 Johdanto

Missä REW ikkunassa spektrianalyysi tehdään ja miten?

REW (Room EQ Wizard) tarjoaa useita ikkunoita ja työkaluja, joilla voi tehdä spektrianalyysin. Spektrianalyysi tehdään yleensä Real-Time Analyzer (RTA) -ikkunassa, mutta myös Frequency Response painamalla Measure-ikonia ja sitten Harmonic Distortion -analyysit ovat käytettävissä Distortion-välilehdellä. Alla on yksityiskohtainen opas:

## 2 Termien selityksiä

REW avulla voi mitata Signaali-kohinasuhteen (SNR), Signaali-verrattuna-vääristymään suhteen (SDR), kokonais-harmonisen särön (THD) ja THD+N :n. Alla on selitys näistä termeistä ja niiden suhteista.

Huom. Measurement infon (Tools->info) SNR ja SDR näkyvät vain, jos sweep-mittaus on tehty. THD ja THD+N näkyvät vain, kun stepped sinimittaus on tehty.

### 2.1 SNR (Signal-to-Noise Ratio)

- Määritelmä: SNR ilmaisee signaalin voimakkuuden suhteessa kohinaan, joka mittauksessa esiintyy. Se ilmoitetaan yleensä desibeleinä (dB).
- Mittaaminen REW:ssä:
  - REW voi laskea SNR:n mittaustiedoston spektrin tai impulssivasteen perusteella.
  - $SNR = 20\log_{10}$  kohinan RMS-voimakkuussignaalin RMS-voimakkuus.

### 2.2 SDR (Signal-to-Distortion Ratio)

- Määritelmä: SDR on signaalin ja vääristymien (harmonisten ja muiden epälinearisuuk-sien) välinen suhde. Se kertoo, kuinka paljon signaalissa on vääristymiä suhteessa pääsig-naaliin.
- Mittaaminen REW:ssä:
  - SDR voidaan laskea analysoimalla mittausdataa ja erottamalla harmoniset kompo-nentit signaalista.
  - $SDR = 20\log_{10}$  vääristymien RMS-voimakkuussignaalin RMS-voimakkuus.

## 2.3 THD (Total Harmonic Distortion)

- Määritelmä: THD mittaa, kuinka paljon harmonisia komponentteja signaalissa on suhteessa päätaajuuteen. Se lasketaan usein prosentteina.
- Laskenta:  $THD (\%) = 100 \cdot \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_1}$ , missä  $V_1$  on perustaajuuden amplitudi ja  $V_2, V_3, \dots, V_n$  ovat harmonisten amplitudit.
- REW tarjoaa mahdollisuuden tarkastella spektriä ja laskea THD:n harmonisille komponenteille.

## 2.4 THD+N (Total Harmonic Distortion plus Noise)

- Määritelmä: THD+N on kokonais-harmoninen särö plus kohinan vaikutus. Se mittaa signaalin kaikkien vääristymien (harmoniset ja ei-harmoniset) ja kohinan kokonaisvaikutuksen suhteessa signaaliin.
- Laskenta:  $THD+N (\%) = 100 \cdot \frac{\sqrt{\text{signaalin RMS vääristymien}^2 + \text{kohinan}^2}}{\text{signaalin RMS}}$

### Suhteet: SNR, SDR, THD ja THD+N

#### 1. SNR ja THD+N:

- SNR ottaa huomioon pelkän kohinan signaaliin nähden.
- THD+N sisältää sekä harmoniset vääristymät että kohinan.

#### 2. SDR ja THD:

- SDR mittaa vääristymien (sisältäen harmoniset ja muut vääristymät) suhdetta signaaliin.
- THD mittaa vain harmonisten vääristymien vaikutusta.

#### 3. THD vs THD+N:

- THD mittaa vain harmonisia vääristymiä.
- THD+N lisää mukaan myös kohinan vaikutuksen.

### REW:n käytännöt mittauksissa

- THD ja THD+N mitataan usein käyttämällä taajuuspyyhkäisyä tai kiinteää testitaajuutta.
- SNR ja SDR voidaan arvioida REW:n spektrianalyysin avulla.
- REW:n avulla näitä arvoja voidaan myös visualisoida taajuusalueen yli.

### 3 Mihin spektrianalyysiä käytetään?

1. Huoneen akustiikan analyysi:
  - Tunnista huoneresonanssit, seisovat aallot ja vaimennetut taajuudet.
2. Kaiutin- ja laitearviointi:
  - Mittaa kaiuttimien taajuusvaste ja vääristymät.
3. Äänilähteen arviointi:
  - Esim. vahvistimien, mikrofoni- tai muiden laitteiden kohina- ja särötasojen analyysi.
4. Signaalin laatutarkastus:
  - Tunnista ongelmat, kuten epälineaarisuudet tai väärät taajuusvasteet. laitteiden kohina- ja särötasojen analyysi.

### 4 Mittausprosessi

1. Aseta mikrofoni kuuntelupaikalle ja tee lähtömittaukset ilman vaimentimia. Tallenna taajuusvaste, impulssivaste, SNR, SDR, THD, THD+N ja C80.
2. Asenna vaimentimet kaiuttimien ja laitteiden alle.
3. Suorita uudet mittaukset samoilla asetuksilla.
4. Vertaile SUHTEELLISIA muutoksia, älä absoluuttisia lukuja, mittaustuloksista ennen ja jälkeen vaimentimien asentamisen, kiinnittäen erityistä huomiota matalien taajuuksien alueisiin ja selkeysmittareihin.

Analysoimalla näitä mittareita ja vertaamalla ennen ja jälkeen tuloksia saat kattavan kuvan vaimentimien vaikutuksesta äänentoiston laatuun. Erityisen hyödyllisiä ovat Measurement Info-ikkunan SNR ja SDR, RTA-ikkunan THD ja THD+N sekä clarity-mittarista C80. Näiden yhdistäminen antaa kokonaisvaltaisen kuvan vaimentimien vaikutuksesta äänenlaatuun.

#### 4.1 Käytännön ohjeet REW:n spektrianalyysin käyttämiseen

1. Käynnistä spektrianalyysi:
  - Paina RTA (Real Time Analyzer) -ikonia REW:ssä.
2. Valmistele signaali:

- Käytä mittamikrofonia, äänikorttia ja kaiutinta tai analysoi tallennettu äänitiedosto.
3. Säädä asetukset:
    - Valitse FFT-koko, keskiarvoistus ja näyttöasetukset.
  4. Suorita analyysi:
    - Lähetä testisignaali (esim. "Stepped sine").
    - Tarkkaile spektriä reaaliaikaisesti.
  5. Tulkitse spektri:
    - Etsi harmonisia vääristymiä, kohinaa ja taajuusvasteen poikkeamia.

## 4.2 Spektrianalyysi RTA-ikkunassa

RTA (Real-Time Analyzer) on työkalu, jolla voit tarkastella äänen taajuusjakaumaa reaaliajassa.

Miten pääset RTA-ikkunaan?

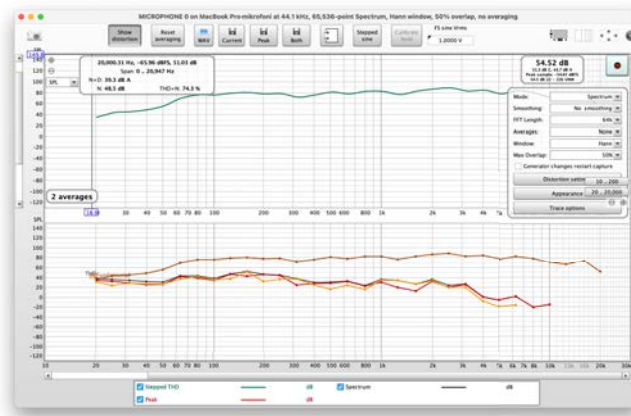
1. Avaa REW-ohjelma.
2. Valitse RTA-ikoni tai vaihtoehtoisesti Tools -> RTA valikosta.

Vaiheet spektrianalyysin suorittamiseen RTA-ikkunassa:

1. Valmistele mittauslaitteet:
  - Käytä mittamikrofonia (esim. UMIK-1) ja sen kalibrointitiedostoa ja kalibroitua äänikorttia.
  - Aseta mikrofoni haluttuun mittauspisteeseen, kuten kuuntelupaikalle.
2. Käynnistä RTA-analyysi:
  - Klikkaa "Stepped sine-ikonia"
3. Aseta analyysin parametrit:
  - Valitse FFT-koko "hammasratas-ikonista (esim. 32k tai 64k tarkempaan analyysiin).
  - Ota käyttöön keskiarvoistus "hammasratas-ikonista "Averages:-kohdasta kohinan ta-soittamiseksi.
4. Tarkkaile spektriä:
  - Taajuusvaste näkyy graafisessa muodossa. Voit zoomata ja tarkentaa tiettyyn taa-

juusalueeseen.

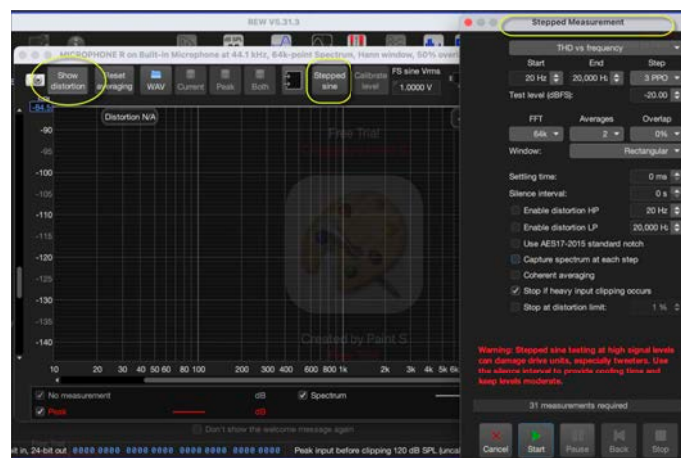
- Tarkista kohina- ja vääristymäpiikit sekä mahdolliset resonanssit.



Kuva 1: REW RTA

#### 4.2.1 Stepped sinimitaus (Stepped sine)

Stepped sinimitaus voi mitata alhaisia särötasoja paljon tarkemmin kuin pyyhkäisy, erityisesti korkeilla taajuuksilla ja korkeammilla harmonisilla. Stepped sinimitaukset näyttävät särökomponeetit aina yhdeksänteen harmoniseen asti, THD:n (kokonaisharmoninen särö) ja pohjakohinan samalla tavalla kuin pyyhkäisyyn perustuvat tulokset, mutta sisältävät myös THD+N:n (kokonaisharmoninen särö plus kohina ja ei-harmoninen särö) sekä pelkän N:n (kohina ja ei-harmoninen särö). Huomaa, että pohjakohina näyttää mitatun kohinan spektri sisällön ilman signaalin toistoa. "Kohina" N:ssä ja THD+N:ssä osoittaa kaikkien ei-harmonisten säröjen ja kohinan summatason koko taajuusalueella jokaiselle testitaajuudelle. Tämän vuoksi se on huomattavasti korkeammalla kuin pohjakohina.



Kuva 2: Stepped sinimitaus



### 4.3 Spektrianalyysi mittauksen jälkeen

Kun olet tehnyt mittauksen, voit analysoida taajuusvasteen spektriä tarkemmin:

1. Tee mittaus (esim. sweep-taajuustesti) valitsemalla Measure-ikoni tai vaihtoehtoisesti Tools-> Measure valikosta.
2. Tarkista signaalitaso valitsemalla "Check levels"niin, että se on noin 90 dB. Paina sitten "Start-painiketta
3. Siirry "SPL & Phase-ikkunaan, jossa näkyvät mittaustulokset taajuusvasteen muodossa.
4. Voit vaikuttaa signaalin näyttämiseen:
  - Octave smoothing: Tasoitettu spektri helpottaa tulkintaa. Valitse Graph-valikosta esim. 1/12 smoothing.

Harmonic Distortion -ikkuna:

1. Tee mittaus (esim. sweep-taajuustesti) valitsemalla Measure-ikoni tai vaihtoehtoisesti Tools-> Measureja avaa Distortion-välilehti valikosta.
2. Täältä voit nähdä spektrin, jossa on esitetty:
  - Kokonaisäänenpaine (SPL).
  - Harmonisille vääristymille varatut kaistat (esim. 2. harmoninen, 3. harmoninen jne.).
3. THD ja THD+N lasketaan ja esitetään graafisesti.

### 4.4 Yhteenveto: Spektrianalyysin suorittaminen

1. Käynnistä RTA-ikkuna analysoidaksesi taajuusjakaumaa reaaliajassa painamalla RTA-ikonia.
2. Tee mittaus käyttämällä Frequency Response -ikkunaa saadaksesi tarkempia tuloksia painamalla Measure-ikonia.
3. Käytä harmonisen vääristymän analyysityökaluja (Distortion) vääristymien ja kohinan erotteluun.
4. Säädä FFT-parametreja ja näyttöasetuksia tarpeidesi mukaan.

## 5 Mittausten tulkinta

### 5.1 Measurement Info: SNR (Signal-to-Noise Ratio)

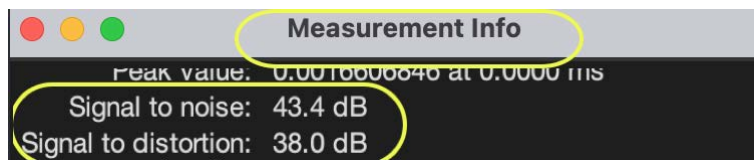
SNR ilmaisee signaalin voimakkuuden suhteessa taustakohinaan. Vaimentimet voivat vähentää mekaanista tärinää, mikä voi laskea taustakohinan tasoa ja parantaa SNR:ää.

Tulkinta:

- Korkeampi SNR vaimentimien kanssa osoittaa, että ne ovat vähentäneet kohinan vaikutusta.
- Hyvä SNR on yleensä vähintään 60 dB, ja parannuksia kannattaa tarkastella erityisesti matalilla taajuuksilla (20–200 Hz).

Mistä tieto löytyy:

- SNR näkyy Measurement Info -ikkunassa, joka avautuu mittaustiedoston mukana. Tools->Info:



Kuva 3: Measurement Info: SNR (Signal-to-Noise Ratio)

### 5.2 Measurement Info: SDR (Signal-to-Distortion Ratio)

SDR kuvaa signaalin voimakkuuden suhteessa harmonisiin säröihin. Vaimentimet voivat vähentää resonansseista ja tärinästä johtuvaa harmonista säröä.

Tulkinta:

- Korkeampi SDR-arvo osoittaa puhtaampaa ääntä. Hyvä SDR on yleensä vähintään 80 dB.
- Mataliin taajuuksiin (20–200 Hz) liittyvät muutokset ovat erityisen tärkeitä, koska resonanssit ja tärinä korostuvat usein tällä alueella.

Mistä tieto löytyy:

- SDR näkyy myös Measurement Info -ikkunassa.

### 5.3 RTA-ikkuna: THD (Total Harmonic Distortion)

THD mittaa harmonisten vääristymien osuutta signaaliin nähden. Vaimentimet voivat vähentää tärinän vaikutusta, mikä alentaa THD-arvoa.

Tulkinta:

- THD < 1 % pidetään hyvänä. Mataliin taajuuksiin (20–200 Hz) liittyvien arvojen lasku tassujen kanssa osoittaa, että tassut vähentävät tärinän aiheuttamaa vääristymää.

Mistä tieto löytyy:

- RTA (Real-Time Analyzer) -ikkuna, jossa THD näkyy reaaliaikaisena analyysinä taajuuskaistakohtaisesti.
- Perusnäytön distortion:



Kuva 4: RTA-ikkuna: THD (Total Harmonic Distortion)

### 5.4 RTA-ikkuna: THD+N (Total Harmonic Distortion plus Noise)

THD+N mittaa sekä harmonisen särön että taustakohinan yhteisvaikutuksen signaaliin. Vaimentimet voivat vähentää molempia, erityisesti matalataajuisilla alueilla.

Tulkinta:

- Pienempi THD+N-arvo osoittaa parannusta äänenlaadussa, koska sekä särö että kohina ovat vähentyneet.
- Erityisesti matalien taajuuksien THD+N-arvot voivat paljastaa vaimentimien vaikutuksen tehokkuuden.

Mistä tieto löytyy:

- RTA-ikkunasta THD+N näkyy samassa taajuusanalyysissä kuin THD. Vaatii stepped sine -mittauksen. Ei näy sweep-mittauksilla.
- Perusikkunassa Distortion jos stepped sine mittausta:



Kuva 5: RTA-ikkuna: THD+N (Total Harmonic Distortion plus Noise)

THD+N (Total Harmonic Distortion + Noise) vaikuttaa äänenlaatuun monella tavalla, sillä se mittaa sekä harmonisia vääristymiä että kohinan osuutta äänisignaalin laadussa. Sen vaikutus äänenlaatuun riippuu sen suuruudesta, taajuusalueesta ja kuunteluympäristöstä. Tässä on yksityiskohtainen katsaus:

### 1. Harmonisten vääristymien vaikutus

- Matalat THD-arvot ( $< 0.1\%$  tai alle  $-60$  dB): Tällaisilla vääristymätasoilla signaalin laatu on käytännössä muuttumaton, ja ääni koetaan erittäin puhtaaksi ja luonnolliseksi. Näitä arvoja pidetään hyväksyttävänä korkealaatuisessa äänentoistossa.
- Korkeat THD-arvot ( $> 1\%$  tai alle  $-40$  dB): Harmoniset vääristymät lisäävät signaaliin ylimääräisiä taajuuksia, jotka eivät olleet alkuperäisessä signaalissa. Tämä voi tehdä äänen:
  - Karkeaksi tai epäselväksi.
  - Keinotekoiseksi tai "kovaääniseksi" korkeilla taajuuksilla.
  - Vähemmän luonnolliseksi erityisesti musiikissa ja ihmisäänissä.

### 2. Kohinan vaikutus

- Kohina voi peittää hiljaisia yksityiskohtia äänisignaalin laadussa, erityisesti musiikin tai elokuvien hienovaraisissa osissa.
- Korkea THD+N voi johtaa siihen, että dynamiikka (ero hiljaisten ja kovien äänien välillä) kärsii, mikä tekee äänestä tasapaksun tai epämiellyttävän kuunnella.

### 3. Matalien ja korkeiden taajuuksien erot

- Matalat taajuudet ( $< 100$  Hz): THD+N vaikuttaa vähemmän häiritsevästi, koska ihmisen kuulo on vähemmän herkkä harmonisille vääristymille matalilla taajuuksilla. Korkeat arvot voivat kuitenkin tehdä bassosta epäselvän tai mutaisen.
- Korkeat taajuudet ( $> 1$  kHz): Ihmisen kuulo on herkempi korkeiden taajuuksien vääristymille. THD+N voi aiheuttaa teräviä, epämiellyttäviä ääniä tai heikentää korkeiden sävelten luonnollisuutta.

### 4. Vaikutus musiikkiin ja puheeseen

- Musiikki: THD+N voi vaikuttaa merkittävästi instrumenttien sävyyn ja harmoniaan. Esimerkiksi pianon, viulun tai kitaran ääni voi menettää sävynsä luonnollisuuden ja kuulostaa "muoviselta" tai vähemmän elävältä.
- Puhe: Ihmisääni voi kuulostaa vähemmän selkeältä tai luonnottomalta, jos THD+N on korkea.

### 5. Kuunteluväsymys

- Korkea THD+N voi aiheuttaa kuunteluväsymystä, koska vääristymät ja kohina li-

säävät ylimääräistä rasitusta kuulolle. Tämä on erityisen huomattavaa pitkiä kuuntelusessioita varten.

## 6. Subjektiivinen kokemus

- Vaikka tieteellisesti korkea THD+N-arvo on yleensä negatiivinen, joissain tapauksissa pieni määrä harmonisia vääristymiä voi lisätä "lämpöä" tai "miellyttävyyttä" analogisessa äänentoistossa. Tämä on tyypillistä esimerkiksi tietyille putkivahvistimille.

## Yhteenveto

- **Matala THD+N** parantaa äänenlaatua tarjoamalla puhtaan, luonnollisen ja yksityiskohtaisen äänen.
- **Korkea THD+N** heikentää äänenlaatua lisäämällä kohinaa ja vääristymiä, mikä voi tehdä äänen karkeaksi, epäselväksi tai epämiellyttäväksi.
- **Vaikutus on merkittävin korkeilla taajuuksilla**, joilla ihmisen kuulo on herkin.

THD+N:n hallinta on keskeistä laadukkaan äänentoiston saavuttamiseksi, erityisesti hifi- ja studioympäristöissä.

## 5.5 Clarity: C80 (Music Clarity Index)

C80 kuvaa musiikin selkeyttä tarkastelemalla, kuinka suuri osa äänienergiasta saapuu ensimmäisten 80 millisekunnin aikana suhteessa myöhemmin saapuvaan energiaan.

Vaimentimet voivat parantaa C80-arvoa vähentämällä tärinästä johtuvia heijastuksia ja resonansseja.

Tulkinta:

- $C80 \geq -1$  dB osoittaa hyvää musiikin selkeyttä. Korkeampi C80-arvo vaimentimien asen-  
tamisen jälkeen viittaa suuremman äänen osuuden kasvuun suhteessa jälkikäiuntaan.

Mistä tieto löytyy:

- Impulse Response -ikkunasta, jossa clarity-mittarit (C50 ja C80) ovat saatavilla. Overlays:



Kuva 6: Clarity: C80 (Music Clarity Index)

## 5.6 Taajuusvaste (Frequency Response)

Taajuusvaste kuvaa, miten tasaisesti kaiutin toistaa eri taajuuudet. Vaimentimet voivat tasoittaa matalien taajuuksien resonansseja, jotka johtuvat värinästä siirtyneenä alustaan.

Tulkinta:

- Tasaisempi taajuusvaste tassujen kanssa osoittaa, että resonanssit ovat vähentyneet.
- Tarkastele erityisesti matalien taajuuksien (20–200 Hz) muutoksia ennen ja jälkeen vaimentimien asennuksen.

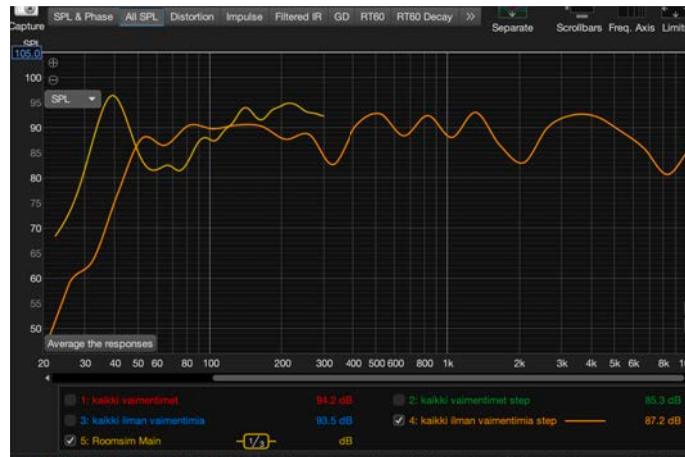
Mistä tieto löytyy:

- Taajuusvastekaavio mittaustuloksista, valitse "All SPL-välilehti.
- Perus:



Kuva 7: Taajuusvaste (Frequency Response)

- Mitä se kertoo?
  - Jos värähtely aiheuttaa resonansseja, ne näkyvät usein epätasaisuuksina vasteessa, esimerkiksi piikkeinä tai kuoppina tietyillä taajuuksilla.
- Mittauksen tulos:
  - Tarkkaile piikkejä tai kuoppia matalilla tai keskitaajuuksilla (resonanssin indikaattori). **Mutta älä sekoita resonansseja huonemoodeihin.**
  - Käytä REW **Modal Analysis/Room Simulation** -työkalua, joka auttaa havaitsemaan huoneen ja kaiuttimen välisiä resonaatioita. Annat siinä huoneen mitat (metreinä), jotta ohjelmisto voi laskea teoreettiset moodit. Generoi tulos mittaukseksi, jolloin voit tarkastella moodien vaikutusta esimerkiksi taajuusvastekaaviosta.



Kuva 8: Taajuusvaste

## Käytännön esimerkki

Oletetaan, että huoneesi on 5 m pitkä, 4 m leveä ja 2,5 m korkea. Syötät nämä mitat REW:hen, ja ohjelmisto laskee moodit:

- Pituusmoodi: 34 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 5 \text{ m})$ ).
- Leveysmoodi: 43 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 4 \text{ m})$ ).
- Korkeusmoodi: 69 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 2,5 \text{ m})$ ).

Taajuusvastekaaviossa mukaasi ottamasta moodikuvaajasta näet kuinka voimakkaita moodit ovat ja niiden vaikutuksen vasteeseen. Jos esimerkiksi 43 Hz:llä on pitkä jälkikaiunta ja korkea amplitudi, voit harkita reikäresonaattorin lisäämistä huoneeseen kyseisen moodin vaimentamiseksi. Näistä moodeista tulevat kuopat ja huiput taajuusvasteessa kannattaa huomioida erillisinä etsiessäsi mahdollisia resonointiongelmia.

## 5.7 Impulssivaste (Impulse Response)

Impulssivaste kuvaa suoran äänen ja heijastusten saapumista kuulijalle ajan funktiona.

Vaimentimet voivat vähentää ylimääräisiä heijastuksia, jotka johtuvat tärinästä tai kaiuttimen alustasta.

Tulkinta:

- Selkeämpi impulssivaste ilman ylimääräisiä piikkejä osoittaa, että vaimentimet vähentävät häiritseviä heijastuksia.

Mistä tieto löytyy:

- Impulse Response -ikkunasta, joka tarjoaa yksityiskohtaisen kuvan äänen saapumisajasta.

- Perus:



Kuva 9: Impulssivaste (Impulse Response)

- Mitä se kertoo?
  - **Impulse Response** analysoi kaiuttimen tai järjestelmän reagoitua äkilliseen impulssiin. Epätoivotut värähtelyt näkyvät impulssivasteen venymisenä.
  - **ETC (Energy Time Curve)** näyttää, miten energia vaimenee ajan myötä.
  - **RT60** kuvaa, kuinka kauan ääni kestää tietyllä taajuudella, ennen kuin se vaimenee 60 dB.
- Mittauksen tulos:
  - Tarkista impulssivasteesta ylimääräiset energian huiput tai hitaasti vaimenevat alueet.
  - Värähtelyt näkyvät yleensä pidempänä jälkivärähtelynä.

## 5.8 Kohinatasot ja resonanssit (SPL)

SPL ja spektrianalyysi näyttävät taustakohinan ja resonanssiipiikit. Vaimentimet voivat vähentää tärinän aiheuttamaa matalataajuisia kohinaa ja resonansseja.

Tulkinta:

- Matala taustakohina ja vähemmän resonanssiipiikkejä osoittavat vaimentimien tehokkuuden tärinän hallinnassa.

Mistä tieto löytyy:

- All SPL -ikkunasta, jossa voit tarkastella kohinatasoja ja resonansseja taajuuskaistakohtaisesti.
- Perus:



Kuva 10: Kohinatasot ja resonanssit (SPL)



## 5.9 Waterfall kaavio / Spectrogram

- Mitä se kertoo?
  - Waterfall- tai spektrogrammianalyysi näyttää ajan myötä tapahtuvan taajuusvasteen vaimenemisen.
  - Tämä voi paljastaa järjestelmässä esiintyviä **jälkivärähtelyjä** (resonansseja), jotka ovat usein merkki huonosta vaimennuksesta tai mekaanisista ongelmista.
- Mittauksen tulos:
  - Tarkista alueet, joissa tietyt taajuudet vaimenevat hitaasti tai jäävät "lepäämään" pidemmäksi aikaa. Huomioi huonemoodit. Kts. kohta taajuusvaste.
- Merkitys värähtelyssä:
  - Kaiuttimen mekaaniset värähtelyt tai koteloresonanssit näkyvät tyypillisesti näissä mittauksissa selkeinä piikkeinä, jotka eivät nopeasti häviä.

## 5.10 Noise Floor (Kohinataso)

- Mitä se kertoo?
  - Kohinataso kertoo järjestelmän tuottamasta matalasta, ei-toivotusta äänestä, joka voi johtua esimerkiksi mekaanisesta tärinästä.
- Mittauksen tulos:
  - Tee **RTA (Real-Time Analyzer)** -analyysi ilman signaalia. Tämä näyttää järjestelmän taustakohinan.
  - Tarkista myös mittauksissa alhaiset taajuudet, joissa värähtelyt usein näkyvät kohinana (esim. 10–100 Hz).
- Merkitys värähtelyssä:
  - Mekaaninen värähtely voi aiheuttaa kohinaa, joka ilmenee erityisesti matalilla taajuuksilla. Näitä voidaan havaita analysoimalla taustakohinan spektriä.

## 5.11 Overlays

Käytä Overlays - distortion ennen ja jälkeen tuloksien(kaavioiden kuvaajat) vertailuun.



Kuva 11: Overlays

## 6 Mittaustulostesi jakaminen muille tutkittavaksi

Kun haluat jakaa mittaustuloksesi muille tutkittavaksi, jaa .mdat -tiedoston lisäksi preferences (save preferences to file) ja mikrofonin kalibrointitiedosto, sillä muutoin tulkitusjalla kaaviot eivät piirry oikein ja numeeriset arvot voivat olla väärin.

REWin .mdat-tiedostossa tulee olla ennen- ja jälkeen-mittaukset sekä sweep että stepped sinimittauksin eli vähintään yhteensä nuo neljä, jotta tulkitusjalla on käytössä kaikki tarvittavat mittausravot molemmista mittaustavoista.

Kiinnitä huomiota jokaisen mittauksen nimeämiseen ja kuvaukseen: Jos nimeät mittauksen esim. "ennen" ja "jälkeen" tai esim. sweep tai stepped, tulkitusjankin on helppo lähteä suoraan vertailemaan tuloksia.