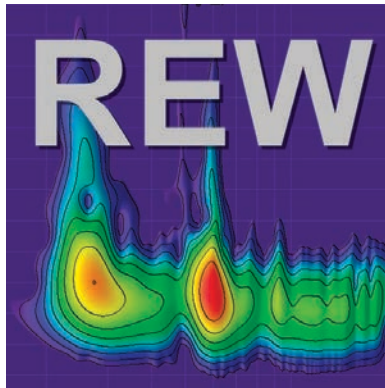


# Vaimennus – REW-guide

(Dokumentation för iPhone/iPad/Android-app)

Version 1.002

25. maaliskuuta 2025



# Ändringshistorik

Datum	Version	Ändring
-------	---------	---------

7.3.2025	1.002	Textstrukturen har ändrats
----------	-------	----------------------------

Datum	Version	Ändring
-------	---------	---------

6.3.2025	1.001	Tolkningar för waterfall-diagram, Noise Floor och Overlays samt stegvis sinusmätning
----------	-------	--

Datum	Version	Ändring
-------	---------	---------

28.2.2025	1.0	Första publiceringen
-----------	-----	----------------------

# Innehållsförteckning

## Sisällys

Ändringshistorik	2
Innehållsförteckning	3
<b>1 Introduktion</b>	<b>4</b>
<b>2 Förklaring av termer</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 Vad används spektralanalys till?</b>	<b>6</b>
<b>4 Mätprocess</b>	<b>6</b>
4.1 Praktiska råd för att använda REW:s spektralanalys	6
4.2 Spektralanalys i RTA-fönstret	7
4.2.1 Stepped sinimätning ( <i>Steppend sine</i> )	8
4.3 Spektralanalys efter mätning	9
4.4 Sammanfattning: att utföra spektralanalys	9
<b>5 Tolkning av mätningar</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-fönster: THD ( <i>Total Harmonic Distortion</i> )	11
5.4 RTA-fönster: THD+N ( <i>Total Harmonic Distortion plus Noise</i> )	11
5.5 Clarity: C80 ( <i>Music Clarity Index</i> )	13
5.6 Frekvensgång ( <i>Frequency Response</i> )	13
5.7 Impulssvar ( <i>Impulse Response</i> )	15
5.8 Brusnivåer och resonanser ( <i>SPL</i> )	16
5.9 Waterfall-diagram / Spektrogram	16
5.10 Noise Floor ( <i>Brusnivå</i> )	17
5.11 Overlays	17
<b>6 Dela dina mätresultat för andra att granska</b>	<b>17</b>

# 1 Introduktion

I vilket REW-fönster gör man spektralanalys och hur?

REW (Room EQ Wizard) erbjuder flera fönster och verktyg för att utföra spektralanalys. Vanligen görs den i Real-Time Analyzer (RTA)-fönstret, men också Frequency Response genom att trycka på Measure-ikonen och därefter Harmonic Distortion-analys i fliken Distortion. Nedan följer en detaljerad guide:

## 2 Förklaring av termer

Med REW kan man mäta Signal-Brusförhållande (SNR), Signal-Distorsionsförhållande (SDR), Total Harmonisk Distorsion (THD) och THD+N. Nedan följer förklaringar av dessa termer och hur de förhåller sig till varandra.

Obs! Värdena för SNR och SDR i Measurement info (Tools->info) är bara synliga om man gjort en svepmätning (sweep). THD och THD+N är bara synliga om man gjort en Stepped-sinemätning.

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

- Definition: SNR anger signalstyrkan i förhållande till det brus som förekommer under mätningen. Det anges oftast i decibel (dB).
- Mätning i REW:
  - REW kan beräkna SNR utifrån spektrum eller impulssvar för mätdatan.
  - $SNR = 20\log_{10} (\text{RMS-nivå brus} / \text{RMS-nivå signal})$ .

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

- Definition: SDR är förhållandet mellan signal och distorsion (harmonisk och annan icke-linjär). Det visar hur mycket distorsion det finns i förhållande till huvudsignalen.
- Mätning i REW:
  - SDR kan beräknas genom att analysera mätdata och separera de harmoniska komponenterna från signalen.
  - $SDR = 20\log_{10} (\text{RMS-nivå distorsion} / \text{RMS-nivå signal})$ .

## 2.3 THD (Total Harmonic Distortion)

- Definition: THD anger hur mycket harmoniska komponenter det finns i signalen i förhållande till grundfrekvensen. Det anges ofta i procent.
- Beräkning:  $\text{THD (\%)} = 100 \cdot V_1 \sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}$ , där  $V_1$  är amplituden för grundfrekvensen och  $V_2, V_3, \dots, V_n$  är amplituderna för övertonerna.
- REW ger möjlighet att se spektrum och beräkna THD för de harmoniska komponenterna.

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

- Definition: THD+N är den totala harmoniska distorsionen plus brusinverkan. Den mäter den totala effekten av all distorsion (harmonisk och icke-harmonisk) och brus i förhållande till signalen.
- Beräkning:  $\text{THD+N (\%)} = 100 \cdot (\text{Signalens RMS} / (\text{summan av kvadraten av distorsion} + \text{brus}))$ .

### Relationer: SNR, SDR, THD och THD+N

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

- SNR beaktar enbart brus i förhållande till signalen.
- THD+N inkluderar både harmonisk distorsion och brus.

#### 2. SDR och THD:

- SDR mäter förhållandet mellan distorsion (inklusive harmonisk och annan distorsion) och signalen.
- THD mäter bara den harmoniska distorsionens inverkan.

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

- THD mäter bara harmonisk distorsion.
- THD+N lägger också till brusinverkan.

### REW i praktiken för mätningar

- THD och THD+N mäts ofta med frekvenssvep eller en fast testfrekvens.
- SNR och SDR kan utvärderas via REW:s spektralanalys.
- REW kan även visualisera dessa värden över frekvensområdet.

### 3 Vad används spektralanalys till?

1. Rumsakustisk analys:
  - Identifiera rummets resonanser, stående vågor och dämpade frekvenser.
2. Utvärdering av högtalare och enheter:
  - Mäta högtalares frekvensgång och distorsion.
3. Utvärdering av ljudkälla:
  - T.ex. analys av brus- och distorsionsnivåer hos förstärkare, mikrofoner eller andra enheter.
4. Kontroll av signalens kvalitet:
  - Upptäcka problem såsom icke-linjäriteter eller felaktiga frekvensgångar, samt analys av brus- och distorsionsnivåer för enheter.

### 4 Mätprocess

1. Placera mikrofonen på lyssningspositionen och gör utgångsmätningar utan dämpare. Spara frekvensgång, impulssvar, SNR, SDR, THD, THD+N och C80.
2. Montera dämparna under högtalarna och enheterna.
3. Gör nya mätningar med samma inställningar.
4. Jämför **relativa** förändringar (inte absoluta siffror) i mätresultaten före och efter att dämparna installerats, med särskilt fokus på lågfrekvensområdet och klarhetsmått.

Genom att analysera dessa mått och jämföra före- och efter-resultat får du en omfattande bild av dämparnas inverkan på ljudkvaliteten. Särskilt användbara är SNR och SDR i Measurement Info-fönstret, THD och THD+N i RTA-fönstret samt clarity-måttet C80. Genom att kombinera dessa får du en helhetsbild av hur dämparna påverkar ljudkvaliteten.

#### 4.1 Praktiska råd för att använda REW:s spektralanalys

1. Starta spektralanalys:
  - Tryck på RTA-ikonen (Real Time Analyzer) i REW.
2. Förbered signalen:
  - Använd en mätmikrofon, ljudkort och högtalare eller analysera en inspelad ljudfil.

3. Justera inställningar:

- Välj FFT-storlek, medelvärdesbildning och visningsinställningar.

4. Utför analysen:

- Skicka testsignalen (t.ex. "Stepped sine").
- Övervaka spektrum i realtid.

5. Tolka spektrum:

- Leta efter harmonisk distorsion, brus och avvikelser i frekvensgången.

## 4.2 Spektralanalys i RTA-fönstret

RTA (Real-Time Analyzer) är ett verktyg för att se ljudets frekvensfördelning i realtid.

Hur kommer man till RTA-fönstret?

1. Öppna REW-programmet.
2. Välj RTA-ikonen eller alternativt Tools -> RTA i menyn.

Steg för att utföra spektralanalys i RTA-fönstret:

1. Förbered mätutrustning:

- Använd en mätmikrofon (t.ex. UMIK-1) med dess kalibreringsfil och ett kalibrerat ljudkort.
- Placera mikrofonen på önskad mätpunkt, t.ex. lyssningspositionen.

2. Starta RTA-analys:

- Klicka på "Stepped sine-ikonen"

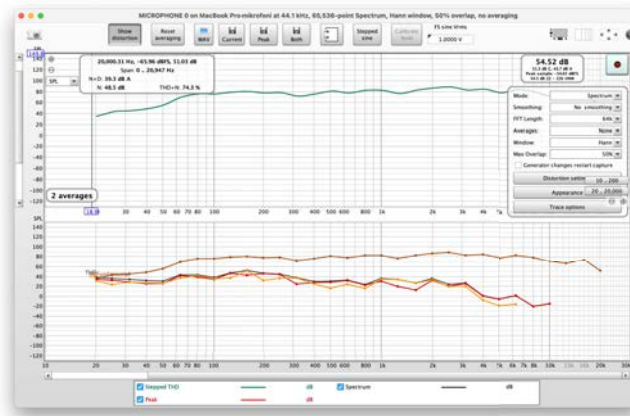
3. Ställ in analysparametrarna:

- Välj FFT-storlek under "kugghjuls-ikonen" (t.ex. 32k eller 64k för mer detaljerad analys).
- Aktivera medelvärdesbildning under "kugghjuls-ikonen" vid "Averages:" för att jämna ut bruset.

4. Övervaka spektrum:

- Frekvensgången visas i grafisk form. Du kan zooma och fokusera på ett visst frekvensområde.

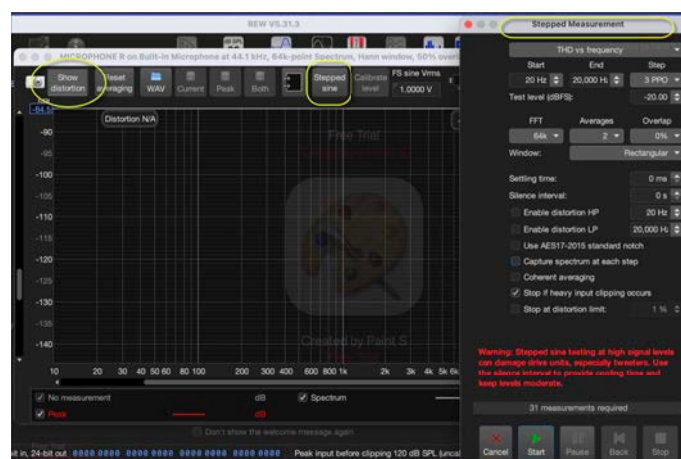
- Kontrollera brus- och distorsionsstoppar samt eventuella resonanser.



Kuva 1: REW RTA

#### 4.2.1 Stepped sinimätning (Stepped sine)

En Stepped-sinemätning kan mäta mycket låga distorsionsnivåer betydligt noggrannare än en svepning, särskilt vid höga frekvenser och högre övertoner. Stepped-sinemätningar visar distorsionskomponenter upp till nionde övertonen, THD (total harmonisk distorsion) och bottenbruset på samma sätt som svepbaserade resultat, men inkluderar även THD+N (total harmonisk distorsion plus brus och icke-harmonisk distorsion) samt enbart N (brus och icke-harmonisk distorsion). Observera att bottenbruset (noise floor) visar det uppmätta bruspektrat utan uppspelning av signal. "Brus" i N och THD+N anger summan av alla icke-harmoniska distorsioner och brusnivån över hela frekvensområdet för varje testfrekvens. Därför ligger det avsevärt högre än det egentliga bottenbruset.



Kuva 2: Stepped-sinemätning



### 4.3 Spektralanalys efter mätning

När du har gjort en mätning kan du analysera frekvensgångens spektrum i detalj:

1. Gör en mätning (t.ex. svep-test) genom att välja Measure-ikonen eller Tools->Measure i menyn.
2. Kontrollera signalnivån genom "Check levels" så att den är runt 90 dB. Tryck sedan på "Start".
3. Gå till "SPL & Phase-fönstret, där mätresultaten visas som en frekvensgång.
4. Du kan påverka hur signalen visas:
  - Octave smoothing: Ett utslätat spektrum underlättar tolkningen. Välj t.ex. 1/12 smoothing i Graph-menyn.

Harmonic Distortion-fönstret:

1. Gör en mätning (t.ex. svep-test) genom att välja Measure-ikonen eller Tools->Measure och öppna fliken Distortion i menyn.
2. Där ser du ett spektrum som visar:
  - Total ljudtrycksnivå (SPL).
  - Band reserverade för harmoniska distorsioner (t.ex. 2:a, 3:e övertonen osv.).
3. THD och THD+N beräknas och visas grafiskt.

### 4.4 Sammanfattning: att utföra spektralanalys

1. Öppna RTA-fönstret för att analysera frekvensfördelningen i realtid genom att trycka på RTA-ikonen.
2. Gör en mätning i Frequency Response-fönstret för mer exakta resultat genom att trycka på Measure-ikonen.
3. Använd verktygen för harmonisk distorsionsanalys (Distortion) för att separera distorsion och brus.
4. Justera FFT-parametrar och visningsinställningar enligt behov.

## 5 Tolkning av mätningar

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

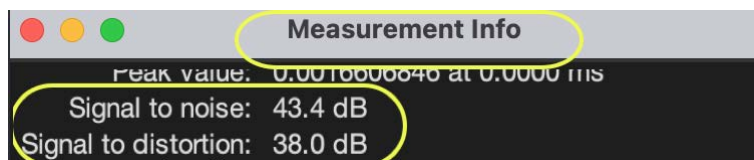
SNR anger signalstyrkan i förhållande till bakgrundsbrus. Dämpare kan minska mekaniska vibrationer, vilket kan sänka bakgrundsbruset och förbättra SNR.

Tolkning:

- Högre SNR med dämpare visar att de har minskat brusets inverkan.
- Ett bra SNR är oftast minst 60 dB, och man bör i synnerhet granska eventuella förbättringar i lågfrekvensområdet (20–200 Hz).

Var det visas:

- SNR syns i Measurement Info-fönstret, som öppnas tillsammans med mätdata (Tools->Info).



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

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

SDR beskriver signalstyrkan i förhållande till harmonisk distorsion. Dämpare kan minska den harmoniska distorsion som uppstår av resonanser och vibrationer.

Tolkning:

- Ett högre SDR-värde tyder på renare ljud. Ett bra SDR är vanligtvis minst 80 dB.
- Förändringar i lågfrekvensområdet (20–200 Hz) är särskilt viktiga, eftersom resonanser och vibrationer ofta blir framträdande där.

Var det visas:

- SDR visas också i Measurement Info-fönstret.

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

THD mäter andelen harmonisk distorsion i förhållande till signalen. Dämpare kan minska vibrationernas inverkan, vilket sänker THD-värdet.

Tolkning:

- $THD < 1\%$  anses bra. En sänkning i lågfrekvensområdet (20–200 Hz) med tassar visar att de minskar distorsion orsakad av vibrationer.

Var det visas:

- I RTA-fönstret (Real-Time Analyzer), där THD visas i realtidsanalysen per frekvensband.
- Grundläggande distorsionsvy:



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

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

THD+N mäter både harmonisk distorsion och bakgrundsbrus i förhållande till signalen. Dämpare kan minska båda, särskilt i lägre frekvensområden.

Tolkning:

- Ett lägre THD+N-värde visar förbättrad ljudkvalitet, eftersom både distorsion och brus har minskat.
- Framför allt i lågfrekvensområdet kan THD+N-värden avslöja hur effektiv dämpningen är.

Var det visas:

- I RTA-fönstret syns THD+N i samma frekvensanalys som THD. Kräver en Stepped-sinemätning; syns inte vid svepmätningar.
- I Distortion-huvudfönstret om en Stepped-sinemätning har utförts:



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

THD+N (Total Harmonic Distortion + Noise) påverkar ljudkvaliteten på många sätt, eftersom

det mäter både harmonisk distorsion och brusinnehåll i ljudsignalen. Dess effekt på ljudkvalitet beror på dess nivå, frekvensområde och lyssningsmiljö. Här följer en detaljerad genomgång:

#### 1. Inverkan av harmonisk distorsion

- Låga THD-värden ( $< 0.1\%$  eller under  $-60$  dB): Vid dessa distorsionsnivåer är signalens kvalitet praktiskt taget oförändrad, och ljudet upplevs som mycket rent och naturligt. Dessa värden anses acceptabla för högkvalitativt ljud.
- Höga THD-värden ( $> 1\%$  eller under  $-40$  dB): Harmonisk distorsion tillför signalen extra frekvenser som inte fanns i originalet. Detta kan göra ljudet:
  - Strävt eller otydligt.
  - Konstlat eller "skrikigt" i högre frekvenser.
  - Mindre naturligt, särskilt i musik och människans röst.

#### 2. Inverkan av brus

- Brus kan dölja svaga detaljer i ljudsignalen, särskilt i mer finstämda partier av musik eller film.
- En hög THD+N kan orsaka att dynamiken (skillnaden mellan svaga och starka ljud) försämras, vilket ger ett monotont eller obehagligt ljud.

#### 3. Skillnader i låga och höga frekvenser

- Låga frekvenser ( $< 100$  Hz): THD+N uppfattas som mindre störande eftersom människans hörsel är mindre känslig för harmonisk distorsion i basområdet. Ändå kan höga värden göra basen otydlig eller "grötig".
- Höga frekvenser ( $> 1$  kHz): Människans hörsel är känsligare för distorsion här. En hög THD+N kan skapa hårda, obehagliga ljud eller försämra de höga tonernas naturlighet.

#### 4. Inverkan på musik och tal

- Musik: THD+N kan märkbart påverka klang och harmoni hos instrument. T.ex. piano, fiol eller gitarr kan förlora sin naturliga klang och låta "plastig" eller mindre levande.
- Tal: Människans röst kan låta mindre klar eller onaturlig om THD+N är hög.

#### 5. Lyssningströtthet

- Hög THD+N kan orsaka lyssningströtthet, eftersom distorsion och brus ger ett extra påfrestning för hörseln. Detta märks särskilt vid långa lyssningspass.

#### 6. Subjektiv upplevelse

- Vetenskapligt sett är en hög THD+N-nivå oftast negativ, men i vissa fall kan en

liten mängd harmonisk distorsion tillföra ”värme” eller ”behaglighet” i analogt ljud, t.ex. i vissa rörförstärkare.

## Sammanfattning

- **Låga THD+N-nivåer** förbättrar ljudkvaliteten och ger ett rent, naturligt och detaljerat ljud.
- **Höga THD+N-nivåer** försämrar ljudkvaliteten genom att tillföra brus och distorsion, vilket kan göra ljudet strävt, otydligt eller obehagligt.
- **Påverkan är störst i högre frekvenser**, där hörseln är mest känslig.

Att kontrollera THD+N är avgörande för att uppnå hög ljudkvalitet, särskilt inom hifi och studio.

## 5.5 Clarity: C80 (Music Clarity Index)

C80 beskriver musikens klarhet genom att undersöka hur stor del av ljudenergin som når fram under de första 80 millisekunderna jämfört med den energi som anländer senare.

Dämpare kan förbättra C80-värdet genom att minska reflexioner och resonanser orsakade av vibrationer.

Tolkning:

- $C80 \geq -1$  dB anger god musikalisk klarhet. Ett högre C80-värde efter att dämpare monterats tyder på att en större andel direkt ljud i förhållande till efterklang uppstår.

Var det visas:

- I Impulse Response-fönstret, där klarhetsmått (C50 och C80) finns tillgängliga. Overlays:



Kuva 6: Clarity: C80 (Music Clarity Index)

## 5.6 Frekvensgång (Frequency Response)

Frekvensgången beskriver hur jämnt en högtalare återger olika frekvenser. Dämpare kan jämna ut resonanser i låga frekvenser, som uppstår när vibrationer överförs till underlaget.

Tolkning:

- En jämnare frekvensgång med tassar visar att resonanser minskat.
- Titta särskilt på förändringar i låga frekvenser (20–200 Hz) före och efter att dämparna installerats.

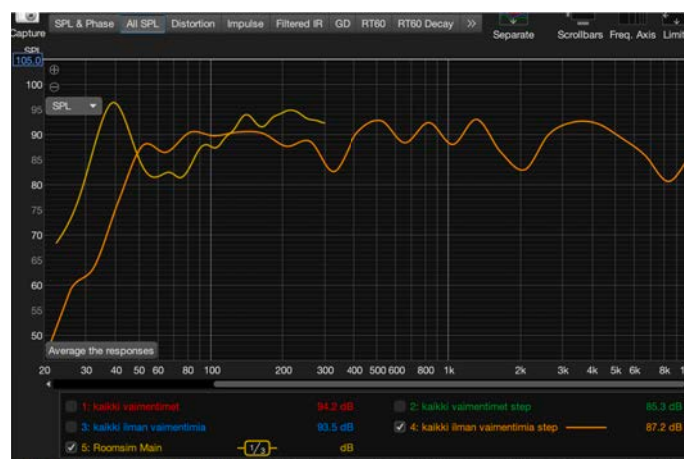
Var det visas:

- I frekvensgångens diagram bland mätresultaten, välj fliken "All SPL".
- Grundläggande:



Kuva 7: Frekvensgång (Frequency Response)

- Vad visar det?
  - Om vibration ger upphov till resonanser, syns dessa ofta som oregelbundenheter i responsen, t.ex. toppar eller dalar vid vissa frekvenser.
- Mättningsresultat:
  - Håll utkik efter toppar eller dalar i låga eller medelhöga frekvenser (tecken på resonans). **Men blanda inte ihop resonanser med rummets moder.**
  - Använd REW:s **Modal Analysis/Room Simulation**-verktyg för att upptäcka samspel mellan rum och högtalare. Ange rummets mått (i meter) så att programvaran kan beräkna teoretiska moder. Sedan kan du generera ett resultat för mätningen och se hur dessa moder påverkar frekvensgångsdiagrammet.



Kuva 8: Frekvensgång

## Praktiskt exempel

Anta att ditt rum är 5 m långt, 4 m brett och 2,5 m högt. Du matar in dessa mått i REW, och programmet beräknar moder:

- Längdmod: 34 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 5 \text{ m})$ ).
- Breddmod: 43 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 4 \text{ m})$ ).
- Höjdmöd: 69 Hz ( $343 \text{ m/s} / (2 \times 2,5 \text{ m})$ ).

I frekvensgångsdiagrammet, tillsammans med dessa mod-värden, ser du hur starka de är och hur de påverkar responsen. Om det t.ex. vid 43 Hz finns lång efterklang och en hög amplitud, kan du överväga att sätta in en Helmholtz-resonator för att dämpa just den moden. **Dalar och toppar från dessa moder i frekvensgången bör betraktas separat när du letar efter möjliga resonansproblem.**

## 5.7 Impulssvar (Impulse Response)

Impulssvaret beskriver hur det direkta ljudet och reflexioner når lyssnaren över tid.

Dämpare kan minska extra reflexioner som orsakas av vibrationer eller högtalarens placering.

Tolkning:

- Ett tydligare impulssvar utan extra toppar visar att dämparna minskar störande reflexioner.

Var det visas:

- I Impulse Response-fönstret, som ger en detaljerad vy över ljudets ankomsttid.
- Grundläggande:



Kuva 9: Impulssvar (Impulse Response)

- Vad säger det?
  - **Impulse Response** analyserar hur högtalaren eller systemet reagerar på en plötslig impuls. Oönskade vibrationer visar sig som ett utdraget svep i impulssvaret.
  - **ETC (Energy Time Curve)** visar hur energin avtar med tiden.
  - **RT60** anger hur länge ljud på en viss frekvens varar innan det avtar med 60 dB.
- Mättningsresultat:

- Leta efter eventuella extra energitoppar eller partier som avtar långsamt i impulsvaret.
- Vibrationer syns ofta som en längre efterringning.

## 5.8 Brusnivåer och resonanser (SPL)

SPL och spektralanalys visar bakgrundsbruset och resonanstoppar. Dämpare kan minska lågfrekvent brus och resonanser orsakade av vibration.

Tolkning:

- Lägre bakgrundsbrus och färre resonanstoppar visar dämparnas effektivitet i att kontrollera vibrationer.

Var det visas:

- I All SPL-fönstret kan du granska brusnivåer och resonanser per frekvensband.
- Grundläggande:



Kuva 10: Brusnivåer och resonanser (SPL)

## 5.9 Waterfall-diagram / Spektrogram

- **Vad visar det?**
  - En waterfall- eller spektrogramanalys visar hur frekvensgången avtar över tid.
  - Detta kan avslöja **efterringningar** (resonanser) i systemet, vilket ofta tyder på otillräcklig dämpning eller mekaniska problem.
- **Mättningsresultat:**
  - Kontrollera områden där vissa frekvenser avtar långsamt eller ”dröjer kvar” längre. Tänk på rummets moder. Se avsnittet om frekvensgång.
- **Betydelse för vibration:**
  - Högtalarens mekaniska vibrationer eller kabinetresonanser syns oftast som tydliga toppar som inte försvinner snabbt i sådana mätningar.



## 5.10 Noise Floor (Brusnivå)

- Vad visar det?
  - Brusnivån visar systemets låga, oönskade ljud, vilket t.ex. kan bero på mekanisk vibration.
- Mätningresultat:
  - Gör en **RTA (Real-Time Analyzer)**-analys utan signal. Då syns systemets bakgrundsbrus.
  - Kontrollera även låga frekvenser i mätningarna, där vibrationer ofta syns som brus (t.ex. 10–100 Hz).
- Betydelse för vibration:
  - Mekanisk vibration kan skapa brus, särskilt i låga frekvenser. Detta kan upptäckas genom att analysera brusspektrumet.

## 5.11 Overlays

Använd Overlays - distortion för att jämföra resultaten (diagram) före och efter.



Kuva 11: Overlays

## 6 Dela dina mätresultat för andra att granska

När du vill dela dina mätresultat för andra att undersöka, dela förutom .mdat-filen även preferences-filen (save preferences to file) och mikrofonens kalibreringsfil. Annars kan inte tolkningspersonen få rätt visning av diagram och siffervärdena kan bli fel.

I REW:s .mdat-fil bör före- och eftermätningar samt både sweep och stepped-sinemätningar finnas, d.v.s. minst dessa fyra, så att den som analyserar har tillgång till alla viktiga mätvärden från båda mätmetoderna.

Var noga med att namnge och beskriva varje mätning tydligt: om du t.ex. döper en mätning till "innan"och "efter"eller "sweep"och "stepped"blir det enkelt för den som analyserar att direkt jämföra resultaten.