

Handleiding opnemen laagfrequent geluid

Van een lid van de vereniging Leefmilieu, september 2014

Een lid van de vereniging Leefmilieu heeft een handleiding gemaakt voor het zelf meten van laagfrequent geluid. Hij heeft zelf opnames gemaakt van laagfrequent geluid, maar het bleek erg lastig om dit over speakers af te spelen omdat het zo'n lage toon is. Door het geluid te filteren en de pitch te verhogen is het hem gelukt om het laagfrequente geluid via gewone speakers hoorbaar te maken. Dus ook voor mensen die het normaal niet horen kunnen is het nu aantoonbaar dat deze laagfrequente geluidshinder bestaat.

Hij stelt deze handleiding ter beschikking aan iedereen die ook aan de gang wil met het zelf meten en analyseren van laagfrequent geluid. In de handleiding zijn afbeeldingen opgenomen van frequenties en via links zijn de geluiden te beluisteren.

1. Inleiding

Laagfrequent geluid is niet door iedereen te horen. Als je het op de juiste manier opneemt en bewerkt is het voor iedereen te zien en te horen. Hiermee wordt laagfrequent geluid aantoonbaar en kun je overlast objectief melden.

Niet iedereen is ervaren in het opnemen en bewerken van geluid maar als je de stappen hieronder nauwkeurig volgt kun jij dat ook. In een zogenaamd spectrogram en spectrumanalyse worden de frequenties zichtbaar. Door de opname op een hogere toonhoogte af te spelen wordt het laagfrequent geluid voor iedereen hoorbaar. Dit kan bijdragen aan begrip voor mensen die deze lage geluiden niet kunnen horen en geeft inzicht aan anderen die niet even kunnen komen luisteren.

2. Apparatuur

Met een draagbaar geluidsopnameapparaat kan laagfrequent geluid worden opgenomen. Zelf heb ik goede ervaringen met de Roland R-05: WAVE/MP3 Recorder, die nieuw voor minder dan € 200,- te koop is. Zie ook: <http://www.rolandus.com/products/details/1077> .

Voor dit apparaat heb ik de volgende instellingen gedaan:

- kies voor opnameformaat WAV van een zo veel mogelijk bits, in dit geval 24 bits
- kies de hoogste samplefrequentie, in dit geval 96 kHz
- zet de microfoon in de hoogste gevoeligheid, in dit geval schakelaar op de achterkant genaamd MIC op H zetten
- zet de begrenzer uit, in dit geval de schakelaar op de achterkant genaamd LIMITER op OFF zetten
- zet extra filters uit, in dit geval de schakelaar op de achterkant genaamd LOW CUT op OFF zetten

Verder heb je een computer nodig om de opname te bewerken en analyseren.

3. Opname

Kies een rustig moment van de dag uit voor het maken van een opname, bijvoorbeeld 's ochtends na de ochtendspits, 's avonds of 's nachts. Zet alle mogelijk storende apparatuur in huis en bij de burens uit. Wacht totdat andere verstoringen voorbij zijn. Veel voorkomende storingen zijn:

- CV-ketel
- koelkast of vriezer
- telefoon of smartphone
- koeling van computer of laptop
- stereo die aanstaat
- verkeer, vliegtuigen, wind, neerslag, mensen of dieren buiten

Kies een ruimte waar de overlast het beste waar te nemen is, meestal is dat een redelijk grote ruimte zoals woonkamer of grote slaapkamer. Doe alle gordijnen open maar sluit alle ramen en ventilatieroosters. Zet het apparaat op opnemen en ga zelf tijdelijk de ruimte uit. Gevoelige geluidsofnameapparatuur zoals deze zal ook je ademhaling en eventueel gerommel in je buik registreren. Een ongestoorde opname van een minuut is voldoende.

4. Kopiëren

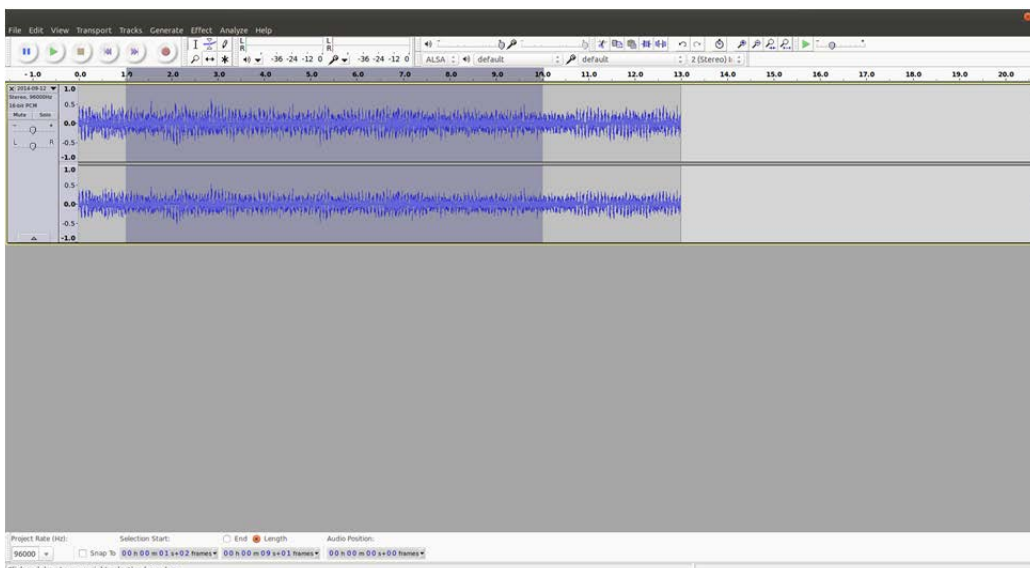
Sluit het apparaat aan op een computer en kopieer de opname. Laat deze voor de zekerheid ook nog op het apparaat staan mocht je later het origineel nog nodig hebben. Over het algemeen is het goed om tussentijdse bestanden een tijdje te bewaren.

5. Uitsnijden

Installeer het gratis programma Audacity <http://audacity.sourceforge.net> om de opname mee te bewerken.

Open de opname, bijvoorbeeld R05_0001.WAV, in Audacity. Met de spatiebalk of de playknop kan de opname worden afgespeeld. Waarschijnlijk hoor je niet wat je verwachtte. Dat komt door de beperking van je luidsprekers maar dat komt later goed. Tijdens het afspelen kun je ook zien waar er verstoringen zijn die je niet wil analyseren.

Na de opname afgespeeld te hebben, kies een stuk van ongeveer tien seconden uit. Als met de muis een stuk is geselecteerd wordt bij afspelen alleen dat deel afgespeeld. Verder kan met CTRL+1 en CTRL+3 worden in- en uitgezoomd. Dit ziet er ongeveer uit volgt uit:



(zie ook <https://i.imgur.com/N6hQm4i.png> voor een grotere afbeelding)

Daarna kan je met de muis het deel ervoor selecteren en wegsnijden met CTRL+X. Hetzelfde kun je doen met het gedeelte erna. Het stuk van ongeveer tien seconden dat je wil hebben blijft nu over. Met CTRL+SHIFT+E sla je deze uitsnede op in OGG-formaat.

6. Normaliseren

Om de opname goed tot zijn recht te laten komen moet het deel dat je hebt uitgesneden worden genormaliseerd. Omdat er geen verstoringen meer zijn wil je dit deel versterken zodat het goed hoorbaar wordt.

Selecteer de gehele uitsnede met CTRL+A en kies uit menu 'Effect' de keuze 'Normalize' en kies OK. Hierna zal bij het afspelen alles wat luider klinken. Sla deze normalisatie met CTRL+SHIFT+E op in OGG-formaat.

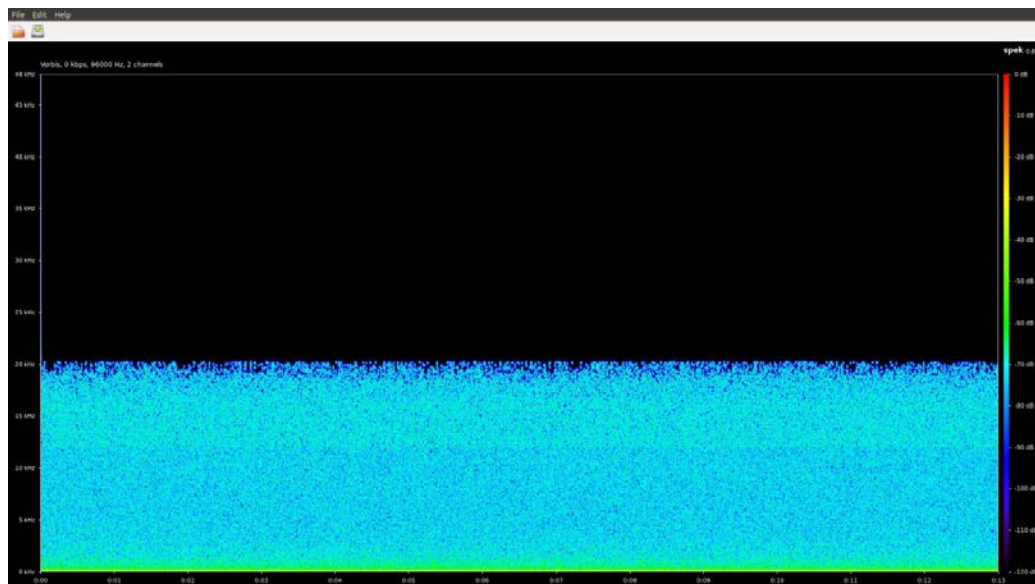
7. Spectrogram

Voordat je verder gaat moet je eerst kijken of er echt geen vervuiling in onze genormaliseerde uitsnede zit. Installeer het gratis programma Spek <http://spek.cc> en open het OGG-bestand met de genormaliseerde uitsnede. Nu zie je een zogenaamd spectrogram waar voor de tijd te zien is welke frequenties voorkomen.

Maximaliseer het window. Verander het einde van de schaal rechtsonder met CTRL+PIJLOMHOOG en CTRL+PIJLOMLAAG totdat er -120 dB staat. Verander het begin van de schaal rechtsboven met CTRL+SHIFT+PIJLOMHOOG en CTRL+SHIFT+PIJLOMLAAG tot er 0 dB staat.

Waarschijnlijk is er een lichtblauwe zee van ruis te zien zonder verstoringen. Mochten er groene, gele of rode vlekken of lijnen doorheen lopen zijn dat verstoringen. Dan moet je je uitsnede en normalisatie opnieuw doen zodat die er niet meer zijn. In het ergste geval moet je een nieuwe opname maken.

Onder in beeld is een horizontale lijn te zien die waarschijnlijk groengeel is. Dit is laagfrequent geluid. Maak hiervan een screenshot in PNG-formaat. Het resultaat kan er ongeveer zo uitzien:



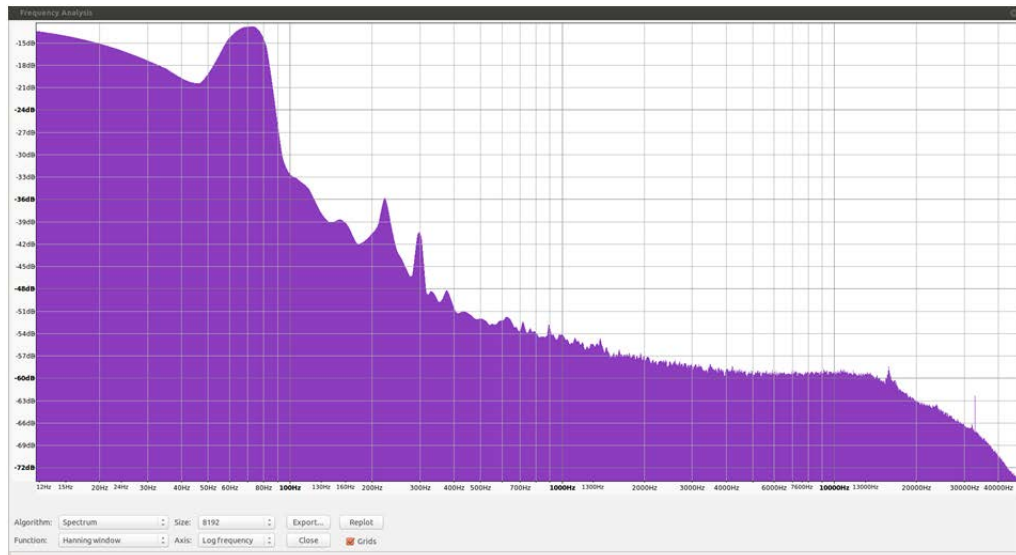
(zie ook <https://i.imgur.com/INdnMWq.jpg> voor een grotere afbeelding).

In de nabije toekomst kan deze software inzoomen naar laagfrequent geluid.

8. Spectrumanalyse

Nu je een onverstoorde genormaliseerde uitsnede hebt wil je ook weten welke frequenties exact verantwoordelijk zijn voor het laagfrequent geluid. In Audacity kan dat voor de genormaliseerde uitsnede door in het menu Analyze te kiezen voor Plot Spectrum. Maximaliseer het nieuwe window en kies voor Size 8192. Maak hiervan een screenshot in PNG-formaat.

Het resultaat kan er ongeveer als volgt uitzien:



(zie ook <https://i.imgur.com/5SVelvy.png> voor een grotere afbeelding)

Door met de muis over de grafiek van 0 Hz tot ongeveer 300 Hz te bewegen worden alle pieken genoemd. In het voorbeeld zijn dat 72 Hz, 221 Hz en 298 Hz. Soms zijn er extra lokale pieken of zijn er twee kleine pieken vlak naast elkaar. Dat is voor de algemene analyse geen probleem en kun je negeren.

Door op export te klikken is het mogelijk om de waarden van deze grafiek in een TSV-formaat (Tab Separated Format) op te slaan. Die kan in een spreadsheet geopend worden voor verdere analyse. De inhoud van het TSV-bestand ziet er ongeveer zo uit:

(Zie <http://pastebin.com/iWPTGfyj> voor de hele tabel)

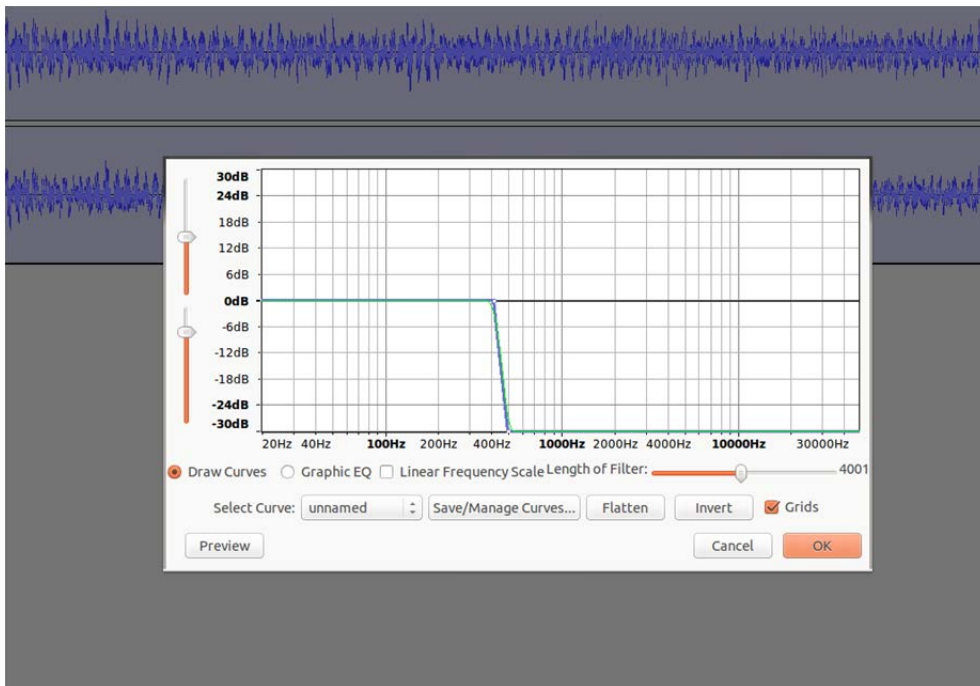
Frequency (Hz)	Level (dB)
11.718750	-13.459959
23.437500	-15.915768
35.156250	-18.511122
46.875000	-20.402914
58.593750	-14.798664
etc.	

9. Filteren

De aanwezigheid van laagfrequent geluid is nu aangetoond. Maar om het ook hoorbaar te maken moet je nog aan filtering doen. Sluit in Audacity het nog openstaande window (Frequency Analysis). Het afspelen zal nog steeds alleen ruis laten horen.

Je gaat nu alleen laagfrequent geluid tot 400 Hz in takt laten en de rest wegfilteren. Selecteer alles met CTRL+A en kies uit menu Effect de keuze Equalization. Voeg met de muis twee punten toe aan de lijn van filteren zodat van 0 tot 400 Hz de demping 0 dB is, van 400 tot 500 Hz de demping vermindert tot -30db en van 500 Hz en verder de demping -30 dB blijft.

Dat ziet er ongeveer als volgt uit:



(zie ook <https://i.imgur.com/Lqloo3u.png> voor een grotere afbeelding).

Klik op OK.

Misschien is het hoorbaar met een goede koptelefoon. Om alles makkelijk hoorbaar te maken ga je het geluid hoger laten klinken. Selecteer alles met CTRL+A en kies uit menu Effect de keuze Change Pitch. Vul bij Percent Change 200 in en klik op OK. Je hebt nu het geluid twee keer zo hoog in toonhoogte. Het is ook mogelijk om het hoger te laten klinken door in het menu Effect de keuze te maken Change Speed en ook 200 in te vullen voor Percent Change. Dit laatste geeft een kwalitatief beter resultaat.

Sla dit gefilterde resultaat met CTRL+SHIFT+E op in OGG-formaat en in MP3-formaat.

Afspelen van het resultaat zal je verbazen. Klik op <http://clyp.it/tdedxl5f> om het geluid in dit voorbeeld ook te beluisteren.

Mocht je het signaal hoger willen hebben zou je ook na de filtering met Equalization een Percent Change van 400 kunnen doen. Klik op <http://clyp.it/xvvcy0> om het nieuwe resultaat te beluisteren.

10. Delen

Voor het delen van afbeeldingen in PNG-formaat is de website <http://imgur.com> handig. Voor getallen in TSV-formaat is de website <http://pastebin.com> handig. Voor geluiden in MP3-formaat is de website <http://clyp.it> handig. Let op dat in afbeeldingen en bestandsnamen geen persoonlijke details staan die je niet met de rest van de wereld wil delen.

De links die deze website je teruggeven nadat je iets hebt geüpload kun je gebruiken in meldingen van overlast van laagfrequent geluid. Anderen kunnen met die link direct je afbeeldingen zien en geluiden luisteren zonder dat jij ze als bestanden aan meldingen hoeft toe te voegen.

Maak een backup van al je bestanden en de links van wat je hebt gedeeld via eerder genoemde websites.