

Protocol Laagfrequent geluid

binnen de provincie Utrecht

Organisatie : RUD Utrecht
Opsteller : Wim Stolp
Datum : 28 april 2021

Bezoekadres

Archimedeslaan 6
3584 BA Utrecht

Postadres

Postbus 85242
3508 AE Utrecht

Contact

(030) 258 2000
info@rudutrecht.nl
www.rudutrecht.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding	334
2. Samenvatting	334
3. Wat is LFG	334
4. Gezondheidseffecten van LFG	445
5. Juridisch	445
6. Bronnen	556
7. LFG Maatschappelijk problematiek	667
8. Stappenplannen LFG klachten	778
9. Meetprotocol LFG	101011
Bijlage 1. Golflengte, frequentie en amplitude	151516
Bijlage 2. Vragenlijst	161617
Bijlage 3. Praktische tips website gemeente om LFG hinder te verminderen	202021
Bijlage 4. Bronlijst	212122
Bijlage 5. Stroomschema	222223

1. Inleiding

Steeds vaker krijgen wij in onze provincie te maken met geluidklachten die gaan over laagfrequent geluid (LFG). De laatste jaren maken mensen zich meer zorgen over de effecten van bromtonen in hun leefomgeving. Ook landelijk maar ook in het buitenland worden vaker geluidhinder van bromtonen gemeld.

In Nederland komen de meldingen onder andere binnen bij de GGD, de gemeenten en omgevings/uitvoeringsdiensten. Sommige mensen geven aan dat zij zeer veel hinder of andere (gezondheids)klachten van de bromtoon ondervinden. De vraag is of dit komt omdat er meer LFG is of dat (ook) andere factoren een rol spelen.

Doel van het protocol (conform de opdracht)

- Een uniforme aanpak voor alle opdrachtgevers;
- een uniforme opdracht aan de RUD voor de uitvoering;
- duidelijkheid geven over wanneer geen of wel actie wordt ondernomen en hoe.

Beoogd resultaat

Opgesteld wordt, in samenspraak met de opdrachtgevers:

- Een stroomschema van het proces
- Een notitie met daarin de aanleiding, trends, doel van het protocol en uitgangspunten en een toelichting op de stappen in het stroomschema.

2. Samenvatting

De toename van mensen die hinder van LFG ondervinden groeit gestaag zonder dat zij daar in eerste instantie invloed op kunnen uitvoeren en de oorzaak niet of nauwelijks bekend is. Dit is een maatschappelijk probleem waar een grote rol voor het bevoegd gezag is weggelegd. De vraag moet dan ook niet zijn of het bevoegd gezag actie gaat ondernemen bij een LFG klacht maar hoe. Het is daarom goed om geluidmetingen bij de mensen thuis uit te voeren. Wanneer een gehinderde zich niet serieus genomen voelt en/of geen/weinig vertrouwen heeft in de behandelaar dan wordt de kans op acceptatie van het geluid kleiner.

In opdracht van de gemeente Amersfoort heeft de RUD Utrecht een protocol LFG opgesteld waarin een uniforme werkwijze in 7 processtappen is opgenomen. Daarnaast zijn de mogelijkheden en de beperkingen om gehinderde te helpen beschreven. Achterliggende gedachten is dat gemeenten binnen de provincie Utrecht, die een LFG klacht door middel van geluidmetingen wil laten uitvoeren door de RUD Utrecht of door de ODRU zich conformeert aan het LFG (meet)protocol.

3. Wat is LFG

Laagfrequent geluid bevindt zich in het grensgebied tussen normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid in de laagste frequenties (20 tot 125 Hz). Het aantal golven per seconde bepaalt de toonhoogte van een geluid. Het is opgebouwd in geluid golven. Het aantal golven per seconde noemen we frequentie. Hoe meer golven per seconde, des te hoger de frequentie is en des te hoger de toon is en omgekeerd, minder golven per seconde geeft een lagere frequentie en geeft daarmee een lagere toon.

Omdat de waarnemingsgrens van persoon tot persoon verschilt, is de definitie van laagfrequent geluid enigszins arbitrair, ook omdat laagfrequent geluid deels wordt gevoeld in plaats van gehoord. Met LF geluid wordt in dit protocol bedoeld lucht gedragen geluid met frequenties in de tertsbanden van 20 tot 125 Hz. Naast het geluid protocol hebben wij tevens de mogelijkheden en de beperkingen om gehinderde te helpen beschreven.

4. Gezondheidseffecten van LFG

Het aantal meldingen bij GGD Gemeentelijke Gezondheidsdienst 'en over het horen van een bromtoon neemt toe. Mensen die last hebben van LFG omschrijven het als brommen, dreunen of zoemen, ook geven ze wel eens aan dat ze het geluid meer voelen dan horen. Hinder is meestal het gevolg van mechanisch gegenereerd laagfrequent geluid, bijvoorbeeld van een koelkast of een stationair draaiende motor.

Degenen die LFG waarnemen klagen over gezondheidsklachten, zoals slapeloosheid, hoofdpijn, stress, concentratieverlies en hartklachten. Aangetoonde gezondheidseffecten van LFG zijn hinder en in mindere mate slaapverstoring. Uit onderzoek (van Poll en anderen, 2018) bleek ook dat 2% van de bevolking ernstige slaapverstoring heeft door LFG. Er is nog te weinig onderzoek gedaan om een verband tussen LFG en slaapverstoring definitief te bevestigen.

Kan een medische reden de oorzaak zijn van het horen van LFG?

Als iemand last heeft van LFG kan dat ook een medische oorzaak hebben. De medische term daarvoor is tinnitus. Je hoort dan constant of wisselend een geluid zonder dat er een geluidsbron in de omgeving is. Het kan gaan om een piep in de oren, fluiten, suizen, brommen of zoemen.

Geluid dat er niet is noemen we fantoomgeluid. Vaak is het een gevolg van het in het verleden blootstelling aan te hard geluid. Vanaf 80 decibel kan geluid schadelijk zijn voor het gehoor. Ook een te hoge bloeddruk, infectieziekten of een bijwerking van medicijnen kunnen aan tinnitus ten grondslag liggen.

Sommige mensen vinden dat klinken alsof het probleem dan 'tussen hun oren zit' en alsof ze zich aanstellen. Maar tinnitus is geen denkbeeldig probleem. Fantoomgeluid neem je waar als een echt geluid. Dat geluid wordt alleen door je oor of door je hersenen gemaakt. En dus niet door een bron in je omgeving.

In 2021 zal het RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu , op verzoek van de ministeries IenW Infrastructuur en Waterstaat , EZK Economische Zaken en Klimaat en VWS Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport , een advies uitbrengen over welk onderzoek op gebied van LFG en gezondheid wenselijk is.

5. Juridisch

Er bestaat geen specifieke Wet- en regelgeving voor LFG in Nederland. Voor geluid in het algemeen is de Wet geluidhinder (Wgh) in 1979 opgesteld. Deze wet moet de toename van geluidblootstelling beperken. Gemeenten kunnen voor specifieke situaties maatwerkvoorschriften of vergunnings-voorschriften voor LFG opstellen. Dit blijft zo als de Omgevingswet in werking treedt.

Als er geluidmetingen worden gedaan, dan wordt meestal gemeten hoe hard het geluid is (geluidniveau) op de gevel. Regels over geluidwering van de gevel zijn vastgelegd in de norm Bouwbesluit. Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl) vervangt met aanpassingen het Bouwbesluit 2012.

Voor het beoordelen van LFG bestaan alleen twee richtlijnen:

- de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder en;
- de Vercammen-curve. Deze richtlijnen worden soms door de rechtbank gebruikt om uitspraak te doen over (hinder door) LFG.

6. Bronnen



LFG-bronnen in en om het huis (oorspronkelijke bron: Baliatsas en anderen, 2016).

Bijna alle geluidbronnen produceren een combinatie van gewoon geluid en LFG. De hoeveelheid LFG verschilt per bron. Natuurlijke bronnen van LFG zijn bijvoorbeeld wind, golven op het strand, zee en onweer. Andere bekende bronnen van LFG zijn wegverkeer, railverkeer, vliegverkeer, windturbines, industrie, transformatoren, warmtepompen, airconditioning, zuigercompressoren, generatoren, wasmachines, muziek bij festivals en discotheken en mechanische ventilatie.

De hoeveelheid LFG in wegverkeersgeluid neemt in verhouding toe: geluidschermen en andere geluid reducerende constructies of maatregelen zijn vooral effectief voor het tegenhouden van hogere frequenties. Dit betekent dat het geluid dat overblijft na de demping door een maatregel relatief veel LFG bevat en dat dit, door het wegvallen van het overige geluid, soms meer opvalt.

LFG van spoorgeluid wordt apart bekeken voor goederentreinen en reizigerstreinen. Er rijden steeds meer goederentreinen die langzaam aan stiller worden. De hoeveelheid LFG van goederentreinen is daardoor vrij stabiel. Het aantal reizigerstreinen neemt minder snel toe en het aandeel stille treinen stijgt iets sneller. LFG door reizigerstreinen neemt daardoor iets af.

Bij vliegverkeer hoort men vooral LFG afkomstig van activiteiten op de grond, zoals taxiën, proefdraaien van de motoren en opstijgen. Rondom vliegvelden zijn veel oudere woningen extra geïsoleerd. Ondanks het feit dat LFG binnenshuis door geluidisolatie nauwelijks afneemt, hebben sommige mensen na isolatie toch minder hinder. Mogelijk komt dit doordat nieuwe ramen minder rammelen of doordat klachten voornamelijk door gewoon geluid werden veroorzaakt.

Steeds vaker zijn er bronnen in en om het huis die LFG veroorzaken, zoals warmtepompen, mechanische ventilatie en airconditioning.

Met geluidwerende maatregelen is het makkelijker om hoge dan om lage tonen te dempen. Daardoor kan het resterende LFG meer opvallen (Campmans, 2018). Het is soms moeilijk om een LFG-bron op te sporen. Dit komt doordat LFG zeer ver kan reizen: tot wel enkele kilometers van de bron.

Lokaliseren

Het is moeilijk om een LFG-bron te lokaliseren. Op het moment dat een LFG-bron gelokaliseerd is, kan vervolgens bekeken worden of deze weggehaald, aangepast of verplaatst kan worden. Een oplossing is niet in alle gevallen mogelijk. Maar in veel gevallen blijkt het geluid in de woning zelf te worden veroorzaakt of voldoet het geluid in de woning aan de genoemde LFG curven. Wanneer dit niet zo is, is het moeilijk om een LFG-bron buiten de woning te vinden. Elke geluidbron produceert namelijk een unieke mix aan toonhoogtes. Door geluidmaatregelen worden vaak de hoge tonen weggehaald waardoor de lage tonen overblijven maar je herkent deze geluiden niet als de bron. Vaak wijzen gehinderde bronnen aan die ze visueel kunnen aanwijzen of wijzigen die zij hebben kunnen waarnemen (de burens hebben verbouwd en sindsdien is het begonnen).

Ook wanneer je de bron wel zou kunnen lokaliseren is de oplossing vaak niet voor handen (weg verleggen? en kan je een veroorzaker verplichten om iets te gaan doen en geld te investeren in geluidmaatregelen terwijl het geluid aan de richtlijnen van NSG en Vercammen en het Activiteitenbesluit voldoet.

Gezien het voorgaande is het beter gericht het geluid in de woning te onderzoeken. Vaak wordt het LFG geluidniveau in de woning bepaald door elektrische apparaten in de woning (CV installatie, meterkast, koelkast, laptops, opladers, aquaria/vijverpompen, airco/warmte pompen aan de gevel).

7. LFG Maatschappelijk problematiek

Uit Nederlands onderzoek blijkt dat in ons land ongeveer 2% van de bevolking ernstige hinder heeft van LFG en 8% enigszins gehinderd is (Beleving Woonomgeving in Nederland, Inventarisatie Verstoringen; geschreven door van Poll en anderen, 2018). Het feit dat de geluidklachten over bromtonen is toegenomen staat als een paal boven water. De toename van mensen die hinder van LFG ondervinden groeit gestaag zonder dat zij daar in eerste instantie invloed op kunnen uitvoeren en de oorzaak niet of nauwelijks bekend is. Dit is een maatschappelijk probleem waar een grote rol voor het bevoegd gezag is weggelegd.

Negen van de tien keer wordt na het geluidmeten geen overschrijding van de geluidcurven dan wel van de geluidnormen van het Activiteitenbesluit vastgesteld. Ondanks dit resultaat leert de ervaring dat de gehinderde zich vaak geholpen en begrepen voelt wanneer er geluidmetingen in de woning zijn uitgevoerd. Dit heeft te maken dat de gehinderde zich serieus genomen voelt en zij kunnen daarna toch verder. Wanneer de gehinderde in het hele (meet)proces wordt meegenomen krijgen zij een andere kijk op het geluid waar zij hinder van ondervinden. Voorbeeld: Het gemiddelde geluidniveau bij de gehinderde in de woning is vaak bijzonder laag (tussen de 17 – 22 dB(A)). Wanneer wij aangeven dat in hun woning een bijzonder laag geluidniveau heerst waar menigeen in Nederland jaloers op zou zijn krijgt de beleving/hinder van het geluid voor hun een ander dimensie.

Het bevoegd gezag heeft (vrijwel altijd) de plicht om een klachten van burgers serieus te nemen en in behandeling te behandelen. Dit geldt ook voor klachten van LFG. Het is een maatschappelijk probleem. Het bevoegd gezag zal voor LFG klachten toegankelijk moeten zijn en binnen de mogelijkheden die zij heeft, de gehinderde een hand moeten toereiken. Dit betekent niet dat het bevoegd gezag bij elke klacht alles uit de kast moet trekken. De werkwijze bij aanneming van een LFG klacht wordt beschreven onder het kopje Stappenplan LFG klachten

8. Stappenplannen LFG klachten

Om de noodzaak van gehinderde te bepalen wordt er ook inzet van de hen gevraagd. Allereerst moeten zij een vragenlijst invullen en moeten zij voor een periode van 3 weken een logboekje bijhouden waarin zij noteren hoe lang, wanneer en waar zij geluidhinder ondervinden.

Na drie weken dienen zij zelf contact op te nemen met het bevoegd gezag. Vervolgens zal de gemeente de stukken opsturen naar de omgevings-/uitvoeringsdienst waar zij aan verbonden zijn met de opdracht deze geluidklacht in behandeling te nemen.

De omgevings-/uitvoeringsdienst zal conform het (meet) protocol Laag frequent geluid de geluidmetingen bij de gehinderde in de woning verrichten. Doel om bepaalde zaken uit te sluiten (lokaliseren van de bron is geen doel opzich). Het heeft geen zin om een bron te lokaliseren als er sprake zou zijn van tinnitus en/of wanneer de geluidenergie in de woning aan de Vercamme en de NSG curven dan wel aan het Activiteitenbesluit voldoet.

Na de geluidmetingen wordt een uitgebreid geluidrapport conform bijlage 6 opgesteld. De resultaten en eindconclusies worden telefonisch met de gehinderde besproken en toegelicht. Daarna worden de stukken opgestuurd naar de gehinderde en de gemeente en is de klacht afgerond. Uiteraard met uitzondering van zaken daar waar grote geluidoverschrijdingen zijn vastgesteld die duidelijk veroorzaakt worden door bedrijven, alleen dan volgt er een vervolgtraject (handhaving).



Stap 1 geluidklacht LFG (gemeente)

- Klacht komt binnen bij de gemeente via email/brief/telefoon/aan het loket;
- naw gegevens, emailadres en telefoonnummer noteren;
- opsturen vragenlijst/tips + aangeven dat gehinderde een logboekje moet bijhouden (3 weken) een geven dat de gehinderde na deze periode zelf de vragenlijst ingevuld en het bijgehouden logboekje zelf opstuurt naar de gemeente. Zonder deze twee ingevulde documenten wordt er geen vervolg (geen geluidmeting) ingezet of verwijzen naar de website van de gemeente;
- na binnen komst van de twee ingevulde documenten worden deze doorgestuurd naar de RUD Utrecht of de ODRU met als opdracht geluidmetingen verrichten in de woning van de gehinderde.

Wanneer een klacht rechtstreekt via de gehinderde bij de RUD Utrecht of ODRU binnenkomt wordt deze eerst door verwezen naar de gemeente (Stap 1).

Stap 2 (RUD Utrecht)

- Na ontvangst :opdracht geluidmeting en ingevulde vragenlijst en bijgehouden logboekje neemt de geluidspecialist binnen een week telefonisch contact op met de gehinderde;
- gehinderde zijn/haar verhaal laten doen;
- aangeven wat de mogelijkheden en de beperkingen zijn (verwachtingspatroon);
- samen vragenlijst en bijgehouden logboek doornemen;
- uitleg geven over de in- en outs van de voorgenomen geluidmetingen in de woning;
- afspraak maken voor het uitvoeren van de geluidmetingen.

Stap 3 geluidmeting (conform meet protocol onder 9 Meetprotocol LFG)

- Voorafgaand van de meting moet de vragenlijst zijn ingevuld;
- loop de vragenlijst samen nog even door;
- ook hier geldt neem de tijd voor de gehinderde, laat de gehinderde hem/haar zijn verhaal houden;
- wederom aangegeven wat je allemaal gaat doen en waarom;
- nog eens aangeven: dat de kans dat het geluid gevangen wordt klein is maar dat je zaken wilt uit sluiten;
- aangeven dat de gehinderde niet gek is, maar dat hij/zij extra gevoelig kan zijn voor het horen van geluiden;
- vraag vooraf, tijdens en na de meting of de bromtoon in de betreffende ruimte nog steeds aanwezig is, zodat hier achteraf geen discussies over mogelijk is;
- laat de gehinderde aangeven in welke ruimte hij/zij de bromtoon op dat moment waarneemt;
- toonherkenning, laat de gehinderde met behulp van een toongenerator (App) de bromtoon herkennen + het waarom toelichten;
- geluidmeter kalibreren en het waarom toelichten;
- meetset installeren in de ruimte (bij voorbaat in een hoek van die ruimte), het waarom toelichten;
- (indien mogelijk) tijdens het meten niet in de ruimte blijven waar de geluidmeter is geïnstalleerd (scheelt onnodig stoorlawaai), toelichten;
- maak een geluidopname van alle geluidmetingen, het waarom toelichten;
- meet (10 min) eerst met het elektra aan (na het software matig verwijderen van het stoorlawaai hou je dan makkelijk 5 min meettijd van het geluid over), het waarom toelichten;
- meet (10 min) met het elektra uit (hoofdschakelaar uit) (ook hier geldt na het software matig verwijderen van het stoorlawaai hou je dan makkelijk 5 min meettijd van het geluid over, ook hier geldt het waarom toelichten);
- spectrogram toelichten en gehinderde mee laten kijken;
- meet het LAeq en alle Z-waarden in alle frequenties, het waarom toelichten;
- eind kalibratie van de geluidmeter het waarom toelichten;

- aangeven dat wanneer er binnen in de woning aan de LFG curven wordt voldaan het onderzoek en de klacht voor het bevoegd gezag dan wordt afgesloten na het opsturen van de geluidrapportage;
- ter plaatse geen uitspraken doen over de bevindingen;
- aangeven wat de volgende stappen zullen zijn:
 - verwerken van de data;
 - opstellen rapport;
 - eindconclusie telefonisch delen en toelichten met gehinderde ook hier geldt weer neem de tijd;
 - gehinderde en gemeente ontvangen (in één email) de rapportage LFG.

Stap 4 Verwerken geluiddata

- Geluiddata overzetten inlezen;
- softwarematig het stoorlawaai uit de meetdata verwijderen;
- LZ waarden inlezen;
- LAeq inlezen;
- verwerkte geluiddata toetsen aan de Vercammen en NSG curven en geluidnormen Activiteitenbesluit;
- uitkomsten Spectrogram inlezen.

Stap 5 Opstellen Rapportage conform bijlage 6

- Situatie beschrijven;
- uitleg toetsingskader;
- gebruikte meetapparatuur;
- kalibratie geluidmeter voor en na de geluidmetingen;
- frequenties LZ resultaten toetsing geluidcurves (Vercammen en NSG);
- LAeq resultaten binnen geluidniveau conform Activiteitenbesluit;
- uitkomsten Spectrogram;
- eventueel verwijzing voor verder onderzoek naar GGD, huisarts;
- tips maskering van het geluid.
- eindconclusie.

Stap 6 Telefonisch meetresultaten meedelen en toelichten

- De rapportage, de meetresultaten en eindconclusie telefonisch aan de gehinderde toelichten en uitleggen;
- mogelijkheden benoemen GGD/huisarts;
- tips maskering van het geluid;
- aangeven dat het onderzoek voor de RUD Utrecht en de gemeente hiermee wordt beëindigd;
- dat de rapportage wordt opgestuurd naar de gehinderde en de gemeente;
- bij vragen over het rapport mag u altijd met ons bellen en/of e-mailen.

Stap 7 Versturen Rapportage

- De rapportage met begeleidende brief versturen naar gehinderde en gemeente.

9. Meetprotocol LFG

Setup instelling geluidmeter

Om laagfrequentgeluid te kunnen meten zal de geluidmeter vooraf juist ingesteld moeten worden zodat er achteraf een goede beoordeling mogelijk is.

We voeren een loggende meting uit waarbij elke seconde de volgende zaken worden opgeslagen:

- LAeq
- LCeq
- LZeq spectraal in tertsbanden

Als de geluidmeter de mogelijkheid heeft om een digitale geluidopname te maken, dan gebruiken we hierbij de volgende instellingen:

- Opname tot circa 10 kHz (CD kwaliteit is niet nodig)
- Dynamisch bereik tot circa 0 - 80 dB (mogelijke uitloop tot 20 - 100 dB).

Sommige geluidmeters nemen in 24 bits audio op en dan hoef je in theorie geen dynamisch bereik meer in te stellen maar dan zijn de lage geluidsniveaus in de opname zo zacht dat ze niet meer hoorbaar zijn.

Automatische volumeregeling van de opname uit zetten anders klopt de dB waarden van de opnamen niet meer met de geluidmeting zelf.

Als de geluidmeting de mogelijkheid heeft om verschilwaarden te tonen dan kiezen voor: LCeq – LAeq (totaalwaarden)

- meetduur minimaal 5 min. effectief (dus zonder stoorgeluid)
- bij voorkeur de 1kHz kalibratie ook in de meting als WAV file opnemen. (tbv. eventuele nabewerking)

Wees je wel bewust dat alle getallen onder de 20Hz niet betrouwbaar zijn. Binnen in een ruimte zal de vorm en afmetingen van deze ruimte sterk van invloed zijn op de resultaten.

Bij de beoordeling met de Vercammen curve moet je de eerste 3 tertsbanden dan ook niet te serieus nemen.

Het herkenning van de frequentie door de gehinderde

Meestal heeft de gehinderde een goed beeld van welke toon hij of zij last van heeft om nu te kunnen achterhalen welke frequentie de gehinderde hoort, is het van belang om te kunnen vaststellen om welke frequentie het gaat. Dit kan relatief eenvoudig onderzocht worden. Middels een goede (met bij voorkeur met noise canceling) koptelefoon en een toongenerator is het mogelijk om de gehinderde de toon te laten herkennen. Voor de meeste smartphones of tablets zijn er diverse (gratis) apps te vinden die goed zijn te gebruiken.

Voor de iPad mini gebruiken wij de Function Generator V4.1.0 (770) (WWW.ee-toolkit.com) omdat deze een goede fine-tune heeft. Of de PA tone versie 2.5.2 voor de smartphone

Spectrogram in Audacity

Om in een bijlage frequenties tonen visueel te maken zijn tertsbanden niet geschikt omdat deze niet smalbandig genoeg zijn. Om deze tonen toch zichtbaar te maken kunnen we gebruik maken van een veel smalbandige analyse namelijk FFT. De presentatie van deze analyse kan op twee manieren namelijk: spectrum en/of een spectrogram.

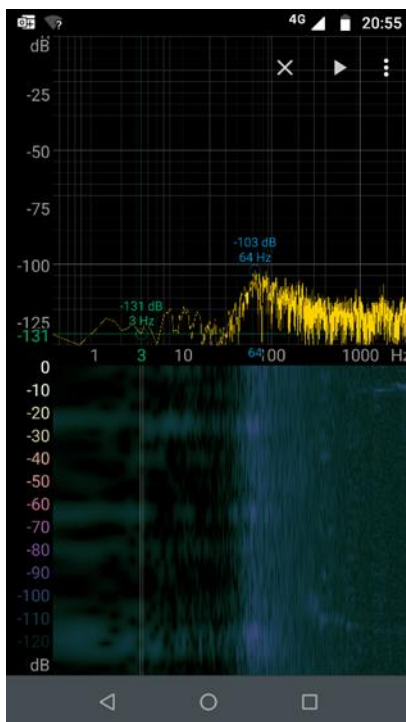
FFT Spectrum.

Middels de FFT analyse software in de B&K 2270 kan direct een FFT spectrum gegenereerd worden. Het is ook mogelijk om achteraf een FFT analyse uit te voeren indien er een gekalibreerde geluidopnamen is gemaakt. Dit is met de B&K 2250, B&K 2250 of de 01dB geluidmeter eenvoudig te doen. Met het gratis geluidbewerking programma Audacity kunnen we dan het geluidbestand (bij voorkeur een WAV bestand) importeren en een fragment kiezen dat geschikt is om te analyseren. Wij geven echter de voorkeur om de FFT in de B&K 2270 te gebruiken, deze kun je namelijk zo instellen dat het aantal lijnen overeenkomt met het frequentiebereik van 10 Hz tot 200 Hz. Je moet er dan wel tijdens de geluidmeting goed aan denken dat je de juiste periode meet. Herhaal deze meting een aantal keren en kijk om de bij de gemiddelde waarde de toon kunt terugvinden.

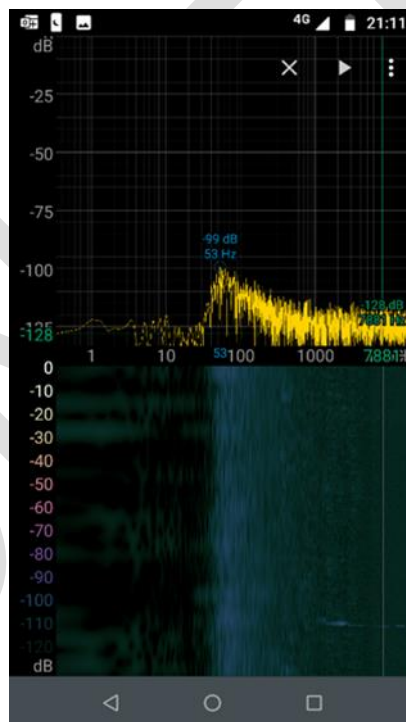
FFT Spectrogram

Om nu over een bepaalde tijd inzichtelijk te maken of de toon die middels het FFT spectrum is gevonden ook constant aanwezig is kunnen we gebruik maken van het spectrogram. Dit kan ook met het geluidbewerking programma Audacity. Hiervoor gebruiken we het zelfde fragment als bij het FFT spectrum maar kiezen we nu de optie Spectrogram (Log) (zie afbeelding)

Afbeelding



Elektra ingeschakeld



Elektra uitgeschakeld

Tip: De Y as kunnen we inzoomen door op deze as te gaan staan met de linker muis knop te klikken dit kun je weer ongedaan maken met de rechter muisknop.

In het programma Audacity dienen nog wel de in de standaard instellingen aangepast te worden om zo smalbandig de data te kunnen weergeven. Hiervoor kiezen we onder [bewerken/voorkeuren] in de lijst vinden we spectrogrammen daar kiezen we bij FFT-venster (venstergrootte: 32768 - smalband. en bij weergave minimumfrequentie (hz) voor 10.

Vercammen en NSG curve

Het door de mens hoorbare geluid zijn luchttrillingen met een frequentie tussen ca. 20 en 20.000 Hz. In het algemeen wordt onder laagfrequent geluid het geluid verstaan met een frequentie lager dan 125 Hz. Beneden 20 Hz spreekt men dan meestal over infrageluid. De gehoordrempel van de mens (de grens tussen het wel of niet horen van een geluid) is afhankelijk van de frequentie van het geluid. Des te lager de frequentie des te hoger de drempelwaarde. Infrageluid wordt door het grootste deel der mensen niet meer gehoord, maar het kan wel worden waargenomen. De wijze waarop verschilt van individu tot individu. Laagfrequent geluid wijkt qua eigenschappen en qua ervaren tot op zekere hoogte af van het 'normale geluid'. Zo is de grens tussen het horen en het als hinderlijk ervaren klein. Om hinder te voorkomen zou men als grenswaarde de gehoordrempel kunnen gebruiken. Echter deze gehoordrempel verschilt nogal van individu tot individu. Sommige mensen horen voortdurend laagfrequent geluid terwijl andere mensen op dezelfde plaats niet weten waar men het over heeft. Ze horen het betreffende geluid niet. Ook fysisch verschilt laagfrequent geluid van het 'normale geluid'. Luchtdemping en bodemabsorptie vinden nauwelijks plaats; geluidwallen en -schermen hebben veel minder effect.

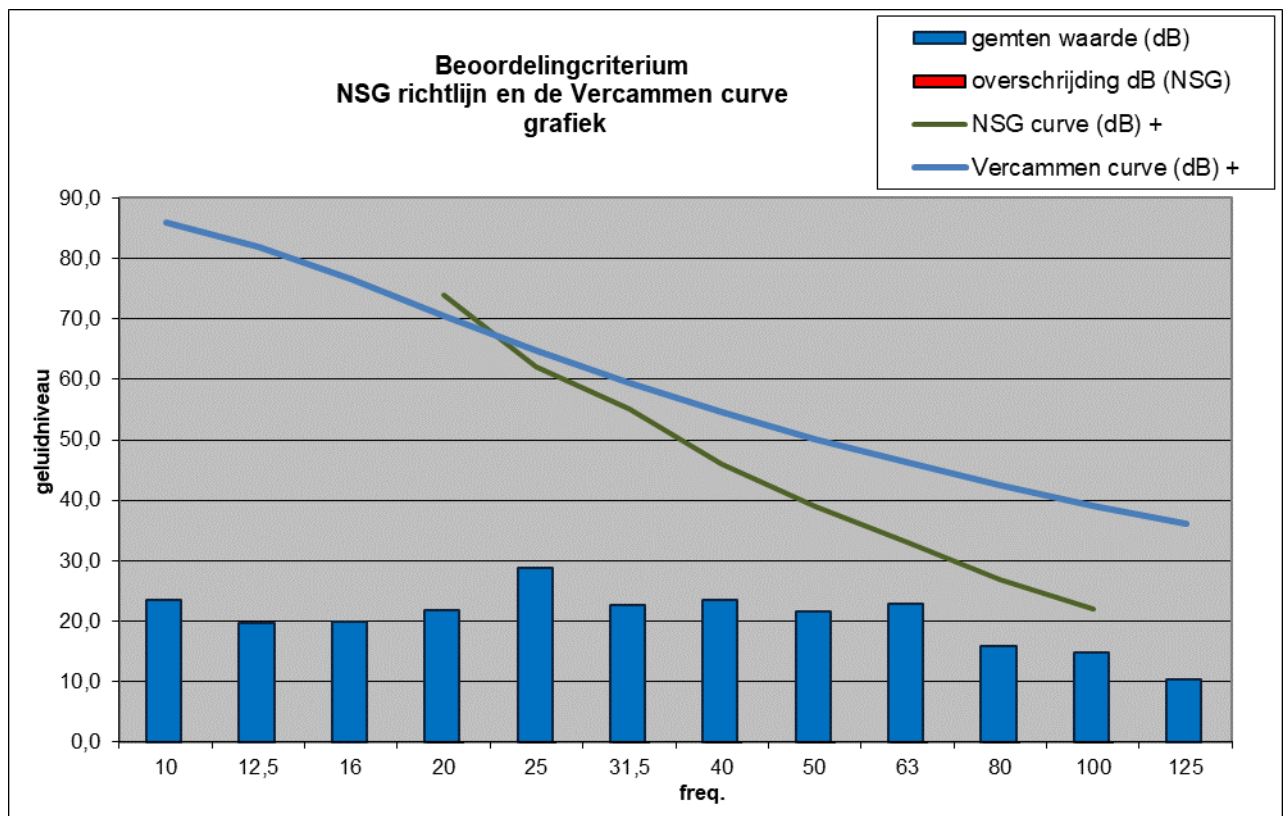
Er is in Nederland geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorhanden waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden bestreden. Wel zijn er op basis van onderzoek richtlijnen beschikbaar.

Vercammen-curve

Om te beoordelen of de eventuele hinder vanwege laagfrequent geluid aanvaardbaar is, wordt de in Tabel 1 Vercammen-curve gebruikt. Deze curve is gebaseerd op 3 tot 10 % gehinderde door laagfrequent geluid. Uit jurisprudentie (zie uitspraak RvS 200509380/1 d.d. 13 december 2006) blijkt dat dit een geaccepteerde methode is om de hinder vanwege laagfrequent geluid te beoordelen. Uit voornoemde tabellen blijkt dat het verschil tussen de NSG-curve en de Vercammen-curve groter wordt naarmate de frequentie hoger is. Dit betekent dat hoorbaar laagfrequent geluid bij de hogere frequenties minder snel als hinderlijk wordt ervaren dan bij de lagere frequenties. Vooral voor de 100 Hz tertsband, de voor een transformatorstation meest kritische frequentie, is het verschil tussen de NSG-curve en de Vercammen-curve erg groot. Dit betekent dat bij deze frequentieband hoorbaar geluid minder hinderlijk is dan voor de lagere frequentiebanden.

NSG Richtlijn

De NSG Richtlijn Laagfrequent geluid is vooral bedoeld om bij klachten over laagfrequent geluid de klachtenbehandelaars een handvat te bieden om de klacht objectief te kunnen beoordelen. De NSG Richtlijn geeft een criterium – een referentiecurve - waar het resultaat van geluidmetingen in woningen aan kan worden getoetst. Deze referentiecurve is weergegeven in Tabel 1. Op basis van deze curve kan worden vastgesteld of een laagfrequent geluid hoorbaar kan zijn. De referentiecurve van de NSG Richtlijn is gebaseerd op de 90%- gehoordrempel van een doorsnee groep oudere personen (50 tot 60 jaar). Uit onderzoek is namelijk gebleken dat klachten over laagfrequent geluid voornamelijk afkomstig zijn van oudere mensen. Bij jongeren - jonger dan 40 jaar - zijn klachten zeldzaam. Met de NSG-curve wordt dus vooral de hoorbaarheid van laagfrequent geluid getoetst. Als een laagfrequent geluid hoorbaar is, betekent dit echter niet automatisch dat dit hinderlijk is. Daarnaast wordt bij de beoordeling van geluid altijd een bepaalde mate van hinder aanvaardbaar geacht.



Tabel 1 NSG richtlijn en de Vercammen curve in één grafiek

De referentiecure is bedoeld om de klacht te objectiveren. Het is niet zo dat wanneer in een bepaalde situatie de referentiecure wordt overschreden er ook klachten zullen optreden. De volledige NSG richtlijn laagfrequent geluid(1999) is hier te vinden.

Hier de link naar het excelsheet waarmee je redelijk eenvoudig een grafiek kunt maken waarbij aan de referentiecure getoetst wordt. [meetverslag NSG/Vercammen curve (stroom aan stroom uit).]

Wees je wel bewust dat alle getallen onder de 20Hz niet betrouwbaar zijn. Binnen in een ruimte zal de vorm en afmetingen van deze ruimte sterk van invloed zijn op de resultaten. Bij de beoordeling met de Vercammen curve moet je de eerste 3 tertsbanden dan ook niet te serieus nemen.

#####

CONCEPT

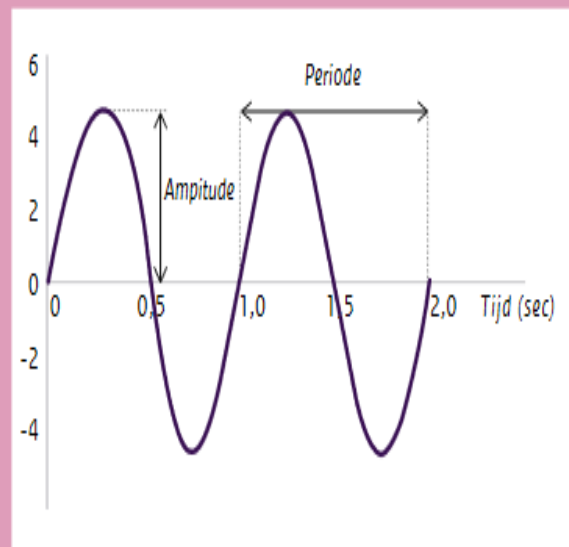
Bijlage 1. Golflengte, frequentie en amplitude

Een geluidbron produceert een trilling waardoor een drukverschil ontstaat in een medium (zoals lucht, water of steen). Hierbij ontstaat een golfbeweging die zich door het betreffende medium verplaatst. Bij een golf zijn drie aspecten van belang: de periode/golflengte, het aantal golfbewegingen per seconde en de amplitude, zie Figuur 1.

- Hoe langer de golflengte (periode), hoe lager de toonhoogte van het geluid: het aantal golflengtes per seconde van deze trilling noemen we de frequentie (uitgedrukt in Hertz (Hz)). Deze frequentie bepaalt de toonhoogte van het geluid; hoge tonen hebben een hoge frequentie en lage tonen hebben een lage frequentie. Hoe korter de golflengte, des te meer golven er passen in een seconde (en hoe hoger het geluid is) en omgekeerd.
- De amplitude van een golf bepaalt hoe hard het geluid is. Hoe groter de amplitude, hoe harder het geluid klinkt.

Hoge tonen worden makkelijker gedempt door bijvoorbeeld lucht of objecten zoals muren dan lage tonen (lange golflengtes). Omdat lage tonen minder makkelijk gedempt worden, kunnen ze soms zeer grote afstanden afleggen. Als de afstand tot de geluidbron groter wordt, dan gaan de hoge tonen steeds meer verloren tot alleen het LFG overblijft (tot ook dat gedempt is).

Een rekenvoorbeeld voor de golflengtes: geluid van 100 Hz heeft in lucht een golflengte van ongeveer 3,4 meter (temperatuur en luchtdruk spelen ook een rol). Geluid van 1000 Hz heeft onder dezelfde omstandigheden een golflengte van ongeveer 34 centimeter. Deze getallen zijn weer een beetje anders voor geluid in bijvoorbeeld water of door de grond.



Figuur 1. Golfbeweging van geluid. Hoe lager het geluid, des te langer de golflengte (periode) is. Hard geluid heeft een grotere amplitude dan zacht geluid.

Bijlage 2. Vragenlijst

Vragenlijst Laagfrequent geluid

Deze vragenlijst is opgesteld voor de gehinderde van Laagfrequent geluid, bromtonen, trillingen en soortgelijke belevingen. Door de vragenlijst in te vullen proberen wij meer te weten te komen over de overlast die u ervaart en kan het ons helpen zoeken naar de oorzaken of het uitsluiten van bepaalde bronnen of activiteiten. Ook kunnen wij de informatie koppelen aan andere soortgelijke klachten bij u in de omgeving/ woonwijk, (of op breder niveau) in uw gemeente of provincie.

Persoonlijke gegevens*

Naam:

Leeftijd:

Man/vrouw:

Aantal huisgenoten:

Adres:

Postcode en plaats:

Telefoonnummer waar u op te bereiken bent:

*Indien u bezwaren heeft tegen het verstrekken van persoonlijke gegevens kunt in plaats van uw naam en adres, de naam van de straat/wijk, of het deel en de woonplaats worden vermeld. Persoonsgegevens worden vertrouwelijk behandeld en zonder uw toestemming nooit aan derden bekend gemaakt of gebeurd dit uitsluitend op basis van geanonimiseerde gegevens.

Vragen over het geluid, de hinderbeleving, etc.

Aankruisen wat van toepassing is (ook meerdere mogelijkheden per vraag kunnen worden aangekruist). Bij keuzemogelijkheid doorstrepen wat niet van toepassing is.

1. Wat voor soort geluid is het?

- Brommen
- Bonzen
- dreunen
- zoemen
- fluiten
- anders, te weten:

2. Het geluid bevat voornamelijk:

- lage tonen
- hoge tonen

3. Varieert het geluid regelmatig in sterkte op het moment dat u het hoort?

- nee, het is een constant geluid
- nee, het varieert onregelmatig
- ja, elke paar seconden is het luider en weer zwakker, volgens een min of meer regelmatig patroon anders, te weten:

4. Kunt u zeggen op welk bekend geluid het lijkt (bijvoorbeeld een stationair draaiende vrachtwagen op afstand, een wasmachine, stofzuiger, etc)?

Het geluid lijkt op:

5. Sinds wanneer ervaart u er hinder van?

sinds:

..... (maand)

..... (jaar)

Kan het niet precies zeggen, maar ongeveer sinds:

6. Op welke tijden neemt u het geluid waar?

- vrijwel de gehele dag
- vooral 's nachts
- vooral overdag
- op alle dagen van de week/ alleen op werkdagen anders, te weten:

7. In welk vertrek hoort u het geluid het beste?

- vooral in slaapkamer
- vooral in woonkamer
- overall in huis (ongeveer) even sterk
- anders, te weten:

8. Waar in dat vertrek of in die vertrekken hoort u het geluid het beste?

- overall hetzelfde
- midden in de kamer
- vooral bij de ramen
- in de hoeken van de woning
- alleen boven
- anders, te weten:

9. Op welk van de volgende plaatsen neemt u het geluid waar?

- alleen in de eigen woning
- ook bij de burens in huis
- ook in de tuin/ op het balkon
- overall, ook elders in de woonwijk
- elders, te weten:

10. Hoe neemt u het geluid waar?

- horen
- voelen
- druk op de oren
- druk in het hoofd
- trillingen in het lichaam

11. Welke andere mensen horen het geluid of hebben er last van?

- alleen ik hoor het
- huisgenoten
- burens
- bezoekers

anderen, te weten:

12. Wat heeft u gedaan om van het geluid af te komen en had dit succes (d.w.z. verminderde of verdween het geluid)?

- andere slaappleaats gekozen; dit had wel/geen effect
- bed verplaatst in de slaapkamer; dit had wel/geen effect
- oordopjes in gedaan; dit had wel/geen effect
- ander maskerend geluid (bijv. radio/tv) aangezet; dit had wel/geen effect
- verdachte bron(nen) uitgezet; dit had wel/geen effect
- hoofdschakelaar van de elektriciteit uitgezet; dit had wel/geen effect
- hoofdschakelaar van de elektriciteit of verdachte bronnen uitgezet bij de burea; dit had wel/geen effect
- bij bedrijf geïnformeerd, dit had wel/geen effect

13. Kunt u met een cijfer aangeven hoe hinderlijk het geluid is?

- 1 (geen hinder)
- 2 (weinig hinder)
- 3 (matige hinder)
- 4 (veel hinder)
- 5 (zeer veel hinder)

14. Waarom vindt u dit geluid hinderlijker dan andere geluiden?

- het is overal
- het is doordringend
- het is moeilijk te negeren
- ik word er zenuwachtig van
- ik kan er niet van (door)slapen
- ik word er onrustig van, want ik weet niet wat het is
- wordt door niemand serieus genomen
- anders, te weten:

15. Welke instantie heeft u reeds om hulp verzocht?

- gemeente
- milieu-dienst
- politie
- GGD
- verhuurder
- (huis)arts
- anders, te weten:

16. Zijn er geluidmetingen verricht?

- nee
- ja, door _____ (instantie) op _____ (datum)

17. Heeft u een gehoortest laten doen?

- ja
- nee

18. heeft u een goed gehoor?

- Ja, met beide oren kan ik goed horen
- Ja, met één oor kan ik goed horen
- Ja, maar ik denk een beter gehoor te hebben dan gemiddeld
- Nee, ik denk dat ik een slechter gehoor te hebben dan gemiddeld
- Nee, ik heb gehoorverlies aan beide oren

19. Heeft u behalve hinder ook gezondheidseffecten ten gevolge van het geluid?

- ja
- nee

20. Zo ja, kunt u aangeven welke gezondheidseffecten u heeft ten gevolge van het geluid?
(bijvoorbeeld slapeloosheid, buikklachten, hoofdpijn, misselijkheid)

21. Gebruikt u medicijnen ten gevolge van de hinder die u ervaart van het geluid?

- ja
- nee

22. Merkt u in uw woning wel eens iets van:

- een oplopende druk in de oren?
- een trillend gevoel over uw hele lichaam?
- een trillend gevoel op de borst?
- een ongemakkelijk gevoel door een laag, zoemend geluid?
- een onverklaarbaar gevoel van ongemak?

Vragen over de woning en de leefomgeving

1. In wat voor woning woont u?

2. Wat is de bouwjaar (\pm) van de woning?

3. In wat voor soort omgeving ligt uw woning?

- in stads-/winkelcentrum
- nabij stads-/winkelcentrum
- in drukke woonwijk met doorgaande wegen
- in rustige woonwijk zonder veel verkeer
- buitengebied (polder / bos / weiland / weinig verkeer / geen industrie)
- anders, te weten:

4. Waar ligt uw woning

- nabij snelweg(en); binnen 500 m afstand
- nabij bedrijventerrein; binnen 500 m afstand
- nabij een spoorweg(station); binnen 150 m afstand
- nabij een vliegveld; binnen 10 km afstand
- onder een aanvliegeroute van een vliegveld
- geen van deze bronnen

Deze vragenlijst is (voor het grote deel) gebaseerd op de in Nederland algemeen geaccepteerde NSG Richtlijn Laag Frequent Geluid.

Bijlage 3. Praktische tips website gemeente om LFG hinder te verminderen

Als iemand last heeft van een geluid dan is het logisch om de bron te zoeken. Want als je de bron uitzet, dan is het probleem opgelost. Wat kun je doen om de bron te vinden?

- Zet de hoofdschakelaar van de elektriciteit in je huis uit. Hoor je de bromtoon niet meer? Dan komt het geluid uit jouw woning. Zet alle apparaten uit, en daarna één voor één aan. Zo ontdek je wat de boosdoener is;
- bel vervolgens de gemeente, zij kunnen kijken of er iets is veranderd in je omgeving. Bijvoorbeeld of er een nieuw bedrijf is gekomen of een nieuw ventilatiesysteem op een gebouw;
- probeer zo min mogelijk aandacht te schenken aan de bromtoon. Zoek afleiding, onderneem activiteiten in de buitenlucht;
- de bromtoon valt het meest op in een stille omgeving. Muziekgeluid, geluid van een ventilator of zelfs een tikkende klok kan voldoende zijn om het LFG wat je hoort te maskeren;
- overleg met een audicien of audioloog over een ruismaskeerder. Dat is een apparaatje dat de omgeving verrijkt met andere geluiden. Je gehoor en vooral je hersenen verleggen de aandacht naar de andere geluiden;
- neem contact op met je huisarts (voor onderzoek medische aandoening?).
- noteer over een periode van 3 weken waar, hoelang en wánnere je het geluid hoort (vragenlijst downloaden van website gemeente)
- na het bijhouden van een logboek over een periode van 3 weken dient u deze samen met de vragenlijst ingevuld op te sturen naar de gemeentenl of post adres gemeente. Zonder deze twee ingevulde documenten wordt er geen vervolg (geen geluidmeting) ingezet;

Op een gegeven moment zijn de mogelijkheden om een bron te vinden uitgeput. Wat kun je doen als je de bron niet hebt gevonden? Of als er misschien geen bron is? De hinder is er nog steeds. Het is dan zaak om er zo goed mogelijk mee om te gaan. Bespreek je klachten met je huisarts. De huisarts kan doorverwijzen naar specialistische hulp. Die hulp is meestal gericht op het leren omgaan met de klachten.

Soms vinden mensen dat de overheid het probleem niet serieus neemt. Het lijkt alsof zij het afdoen als een psychisch probleem. Het probleem is dat op zich niet, maar de gevolgen vaak wel. Als je veel hinder hebt dan kan dat een behoorlijke psychische last met zich meebrengen: concentratiemoeilijkheden, vermoeidheid, depressie, angst en snel geïrriteerd zijn. Het is belangrijk om die psychische last te verminderen. Juist als we de oorzaak van de hinder niet kunnen wegnemen.

Bijlage 4. Bronlijst

- Factsheet Laagfrequent Geluid Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu augustus 2020;
- GGD Leef omgeving;
- Wiki Geluid RUD;
- NSG;

CONCEPT

Bijlage 5. Stroomschema

