

Bromtoon Nesselande

*Akoestisch onderzoek van de DCMR en
Event Acoustics*

Bromtoon Nesselande

*Akoestisch onderzoek van de DCMR en
Event Acoustics*

Auteur	:drs. N. de Jong
Documentnummer	:21239211
Afdeling	:Expertisecentrum
Datum	:1 december 2011

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Meldingen van bewoners	4
1.2	Mogelijke bronnen	5
1.3	Voorafgaand onderzoek	6
2	Onderzoek naar de bromtoon	10
2.1	Doel van het onderzoek	10
3	Vastlegging en karakterisering van het geluid (fase 1 en 2)	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Resultaten	12
3.3	Fase 2 Luistersessies	15
4	Fase 3 Bron localisatie	18
4.1	Onderzoek DCMR	18
4.2	Onderzoek Event Acoustics	19
4.3	Kanttekeningen van de DCMR bij de conclusies	21
4.4	Vervolgstappen	22
Bijlagen		
I.	Beoordeling laagfrequent geluid	
II.	Brononderzoek	
III.	Handleiding bij lezen spectrogrammen (uit rapport NLR-CR-2009-212 (DMS 20974100))	
IV.	Weergave van de meetresultaten van de metingen in augustus 2009	
V.	Bromtoon Nesselande (eindrapportage) (EA-27004R4 d.d. 23 8-2011) door Event Acoustics	

1. Inleiding

1.1 Meldingen van bewoners

Al vier jaar ondervinden bewoners van Nesselande, Ommoord, Oosterflank, Het Lage Land (deelgemeente Prins Alexander) en uit de plaatsen Capelle aan den IJssel en Nieuwerkerk aan den IJssel hinder van laagfrequent geluid (LFG). De eerste klachten kwamen in 2007 uit de wijk Nesselande. Nesselande is een grote nieuwbouwwijk gelegen aan de noordostrand van Rotterdam naast een grote waterplas, de Zevenhuizerplas. De bouw van de woningen is gestart in het jaar 2000. De woningen voldoen aan de wettelijke eisen en zijn dus goed geïsoleerd. Een goede isolatie kan leiden tot klachten over juist het lage deel van het geluidsspectrum. Echter er kwamen vervolgens ook hindermeldingen binnen van mensen die al ruim 15 jaar in de wijk wonen en uit al bestaande woningen uit omliggende wijken (woningen uit de jaren 70 en 80).

Uit onderzoek, verricht door de DCMR en het Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium (NLR) in 2008/2009, bleek dat de hinder van de bewoners uit Capelle aan den IJssel vooral werd veroorzaakt door de energiecentrale aan de Capelseweg (RoCa centrale of E.ON-centrale)¹. Nadat de E.ON Benelux bv. (E.ON) maatregelen getroffen had aan de centrale waren deze klachten opgelost. De behandeling van deze meldingen vormt geen onderdeel van dit rapport.

In 2007 en 2008 komen de klachten vooral uit de nieuwbouwwijk Nesselande (zie figuur 1). Er hebben in die tijd twaalf mensen uit het postcodegebied 3059 (de wijk Nesselande) regelmatig geklaagd bij de meldkamer van de DCMR (meldkamer) over een bromtoon. Via één van de bewoners en de wijkvereniging hebben vervolgens nog 34 mensen uit de wijk Nesselande gemeld dat zij het geluid konden waarnemen. Maar slechts een klein deel van deze laatste mensen hebben de overlast ook gemeld bij de meldkamer.

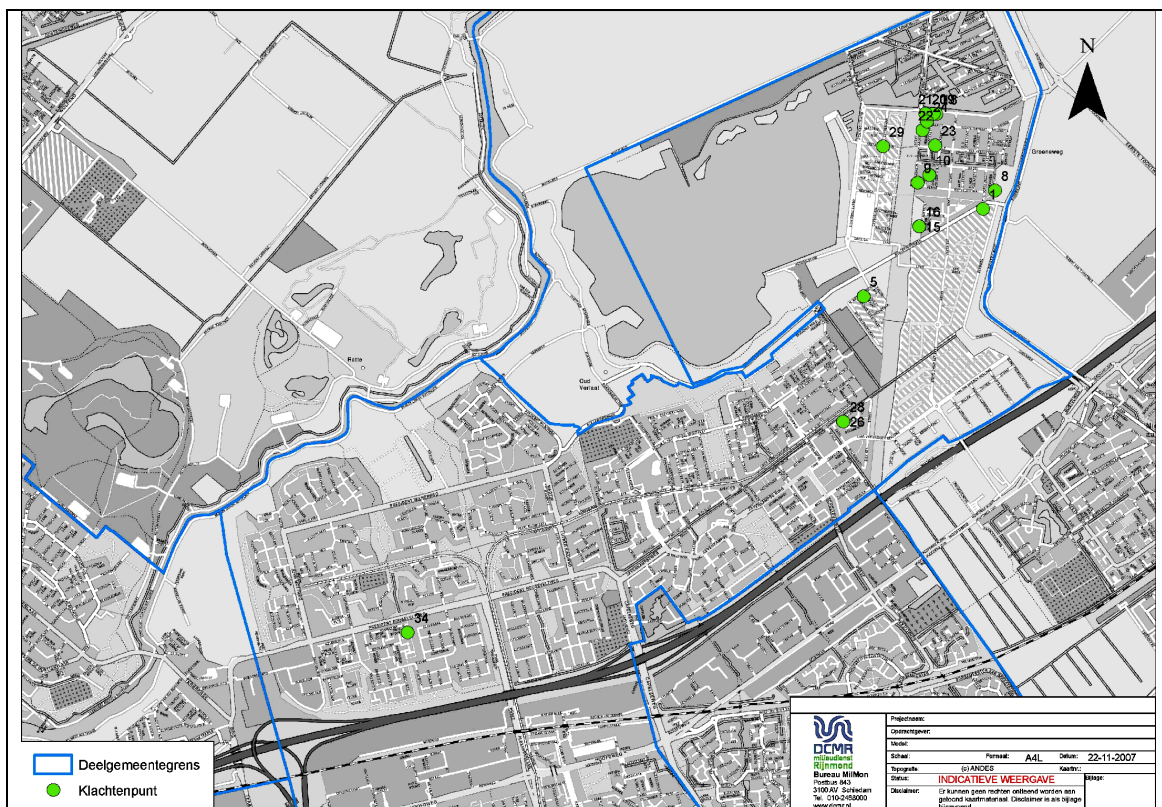
Opvallend is dat de bewoners meldden dat de bromtoon er plotseling was. Naast de nieuwe bewoners gold dit ook voor bewoners die al ruim 15 jaar in de wijk wonen. Allen gaven aan dat in het voorjaar van 2007 de bromtoon verscheen en dat voordien de hinderlijke bromtoon niet aanwezig was. Tabel 1 geeft een overzicht van de klachten die over de jaren bij de meldkamer zijn binnen gekomen.

Tabel 1: Meldingen van laagfrequent geluid in Nesselande, Ommoord, Oosterflank, Het Lage Land (deelgemeente Prins Alexander) en uit de plaatsen Capelle aan den IJssel en Nieuwerkerk aan den IJssel. (excl. klachten over E.ON centrale).

Jaren	Aantal meldingen	Aantal klagers
2007 / 2008	49	12
2008	320	52
2009	337	41
2010	291 (110) ^a	52 (27) ^a
2011 (tot september)	172	39

^a Klachten die zijn ingediend na de bewonersavond in november 2010. De bewoners zijn toen ten behoeve van het onderzoek van Event Acoustics opgeroepen zich te melden zodra zij hinder hadden van de bromtoon. De andere waarde is de totaalwaarde voor 2010.

¹ Dr. R.R. Seljee, MSc.1 en drs. T.A. van Veen; Onderzoek laagfrequent geluid nabij de RoCa energiecentrale te Rotterdam (rapportnr. NLR-CR-2009-212), 2009



Figuur 1 Kaart met overzicht van de klachten uit 2007 (kaart is ongeveer 7 km bij 3,5 km.)

Het aantal klagers is in de loop van de jaren afgenomen, zelfs nadat in 2010/ 2011 de deelgemeente en de DCMR de bewoners hadden opgeroepen vooral te blijven melden wanneer de bromtoon aanwezig was. De afname van het aantal meldingen komt vooral omdat de betrokkenen, zoals zij zelf aangeven, geen (extra) effect zien van het doorgeven van de ervaren hinder aan de DCMR en/of GGD. “De hinder is al bekend bij de overheid, en de DCMR en de gemeente Rotterdam zijn bezig met onderzoek”.

Uit de meldingen blijkt dat het niet gaat om een constant geluid. De bromtoon is niet altijd aanwezig en varieert ook sterk in niveau. Soms is de bromtoon nauwelijks hoorbaar, en dan weer is de bromtoon dagen en nachten achtereenvolgens zeer luid aanwezig.

1.2 Mogelijke bronnen

Het grote aantal klachten verspreid over een groot gebied is een duidelijke indicatie dat de bron buiten de individuele woningen moet worden gezocht. Dit werd bevestigd door diverse metingen van de DCMR in de woningen en op straat. Ook wanneer de mogelijke bronnen in de woning waren uitgeschakeld bleef er relatief veel LFG aanwezig. Er werd steeds opnieuw geconstateerd dat er relatief veel LFG in de wijk aanwezig is, maar de bromtoon zelf kon niet worden vastgesteld. Er zijn door de DCMR door de jaren heen vele metingen uitgevoerd in de wijk Nesseland en omgeving aan potentiële bronnen. De bromtoon is door medewerkers van de DCMR in de woningen niet waargenomen (hoorbaar/ voelbaar). Maar uit de metingen in verschillende woningen bleek dat er relatief veel laagfrequent geluid aanwezig was. Op straat was het geluid op een aantal plaatsen in de wijk wel waarneembaar aanwezig voor de medewerkers van de DCMR. In paragraaf 1.3 staat een overzicht van de voornaamste metingen van de DCMR heeft uitgevoerd voorafgaand aan de opdracht tot (vervolg)onderzoek van de gemeente Rotterdam.

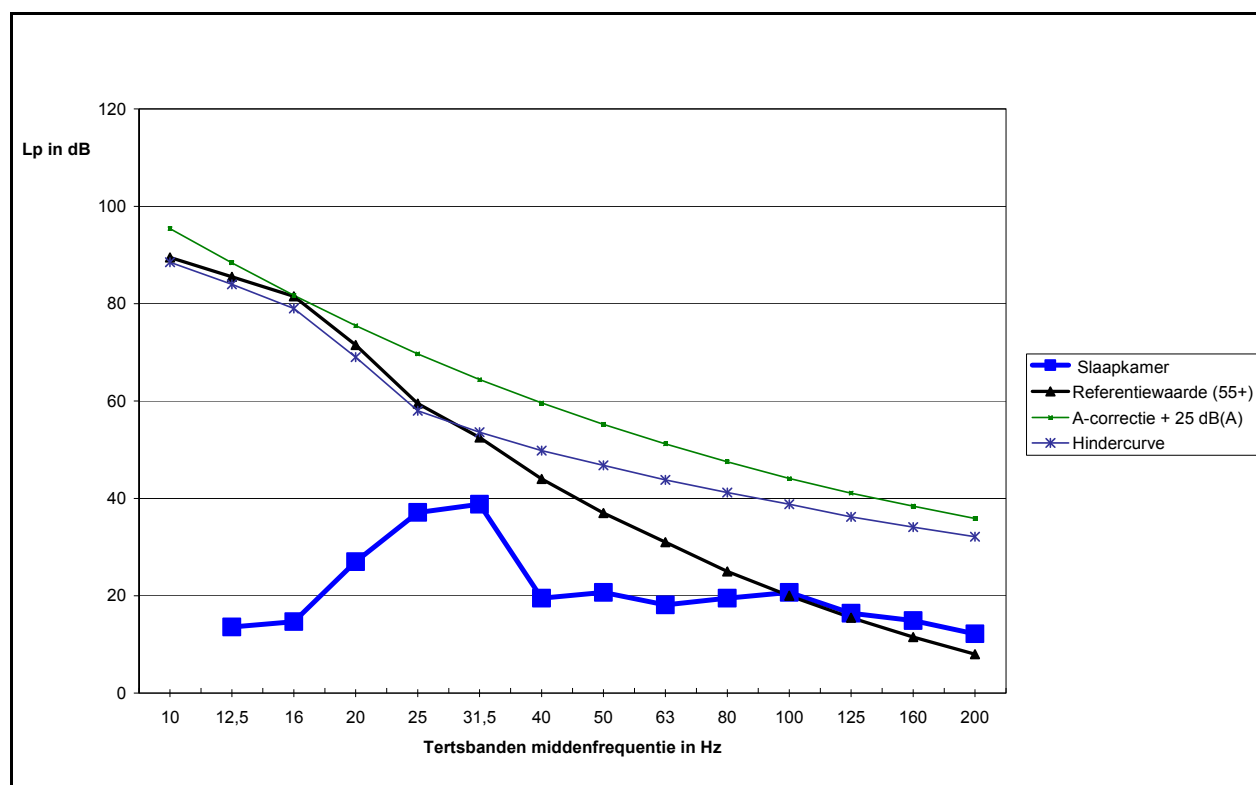
De volgende bronnen in de omgeving van de wijk zijn door de bewoners genoemd als mogelijke veroorzakers van de bromtoon: het wellnesscentrum Elysium, het gaspompstation, de baggerboot op de Zevenhuizerplas, de diverse gemalen van het Hoogheemraadschap Schieland en de

Krimpenerwaard, de RoCa - centrale, de elektriciteitsleidingen, kassen en de tijdelijke winkels aan de Kretalaan en het onderstation van de stadsverwarming.

1.3 Voorafgaand onderzoek

1.3.1 2007

De eerste klacht komt binnen bij de DCMR. De bewoner wijst het nieuwe onderstation van de Eneco stadsverwarming (Laan van het Magisch Realisme) aan als mogelijke bron. Naar aanleiding van de klachten laat de bewoner en vervolgens ook de Eneco geluidmetingen verrichten door adviesbureau Peutz (rapport H 3076-1 d.d. 13 juli 2007 en HA 3076-1 d.d. 1 november 2007). Deze indicatieve metingen zijn verricht in de woning van de klager (Cypruslaan), het onderstation en andere potentiële bronnen. De conclusie van de beide onderzoeken luidde dat er veel LFG in de woning aanwezig is, maar dat de bromtoon niet terug te voeren is naar het onderstation of de andere onderzochte bronnen in de directe omgeving van de woning. Uit de metingen bleek dat vooral het geluidniveau rond de 31,5 Hz octaafband relatief hoog was. Verdere toetsing van de meetresultaten van Peutz aan de beoordelingscurven door de DCMR (zie figuur 2) gaf aan dat gemeten waarden in de woning de referentiecurve (55+) (zie bijlage I) niet overschrijden. Pas bij een frequentie van 100Hz wordt het geluid hoorbaar voor meer dan 5% van de mensen die gevoelig zijn voor laagfrequent geluid. Er is dus wel relatief veel LFG in de woning aanwezig maar er is geen specifieke toon (tertsband) verantwoordelijk voor de hinder. Tevens kon geconcludeerd worden dat aanwezige bromtoon slechts voor een beperkt aantal mensen waarneembaar is.



Figuur 2 Meetresultaten in de slaapkamer van een woning aan de Cypruslaan (meting 7 uit Peutz-rapport H 3076-1 d.d. 13 juli 2007).

In het najaar van 2007 kwamen er meer meldingen van hinder veroorzaakt door de bromtoon binnen bij de DCMR, iets wat niet werd verwacht gezien het lage geluidniveau dat werd gemeten. De medewerkers meldkamer brachten diverse malen bezoek aan de bewoners, naar aanleiding van de hindermeldingen. Het geluid was voor hen niet tot nauwelijks waarneembaar. In eerste instantie werd door deze mensen het wellnesscentrum Elysium te Bleiswijk als de mogelijke veroorzaker aangewezen. Het geluid was voor hen nabij de Rotte het meest duidelijk waarneembaar. In 2007 heeft de DCMR bij de inrichting een handhavingsscontrole uitgevoerd. De

warmtekrachtkoppelingsinstallatie (WKK), die zorgt de stroom en warmte ten behoeve van de verschillende baden en saunagebouwen, was een mogelijke bron. Tijdens het bezoek aan het bedrijf werd vastgesteld dat de inrichting voldeed aan de geluidseisen uit de geldende milieuvergunning. Er is tijdens dit bezoek aan het bedrijf niet specifiek gekeken naar LFG.

1.3.2 2008

In opdracht van de deelgemeente Prins Alexander zijn er metingen verricht in een woning aan de Kretalaan en is er een meer uitgebreid geluidonderzoek verricht naar het Elysium. Dit onderzoek, specifiek gericht op LFG, bestond uit metingen waarbij de installaties van het Elysium achtereenvolgens zijn aan- en uitgeschakeld. De metingen konden alleen worden uitgevoerd bij een specifieke windrichting vanaf het Elysium richting de woning van de klager (noordwest). De buitenmetingen zijn verricht conform de eisen uit de Handleiding meten en rekenen industrielawaai (HMRI-1999). Hierbij is gebruik gemaakt van B&K geluidmeters type 2240. In de woning is gemeten op de plaats waar de bewoner aangaf daar het geluid het meest duidelijk waar te nemen. Hierbij is niet voldaan aan de eisen van de HMRI.

In de nacht van 16 op 17 januari 2008 is de mogelijke relatie tussen het Elysium en de klachten onderzocht door vier DCMR medewerkers. Er zijn op vier plaatsen gelijktijdig geluidmetingen uitgevoerd; op het terrein van Elysium, nabij de Rotte, bij klagers in huis en op een positie tussen de woning en het Elysium in (ter hoogte van de woning Middenweg 4). Tijdens de geluidmeting werden de installaties op verschillende manieren in- en uitgeschakeld. De bewoners gaven aan dat bromtoon tijdens de metingen niet aanwezig was. Het aan/uitzetten van de WKK installatie werd niet door klager waargenomen. Op de meetlocatie halverwege de Middenweg was de WKK-installatie van het Elysium niet meer als bron te herkennen, ook in de woning was dit niet het geval. Het Elysium als veroorzaker van de bromtoon werd daarmee zeer onwaarschijnlijk.

Onbemande meting

In juli is een vervolg onderzoek gestart. Het doel van dit onderzoek was om de bromtoon in en nabij de woning vast te stellen, zodat er gericht naar de bron kon worden gezocht. Er is een onbemande meetset geplaatst op het dak van een woning aan de Kretalaan (zie figuur 3).

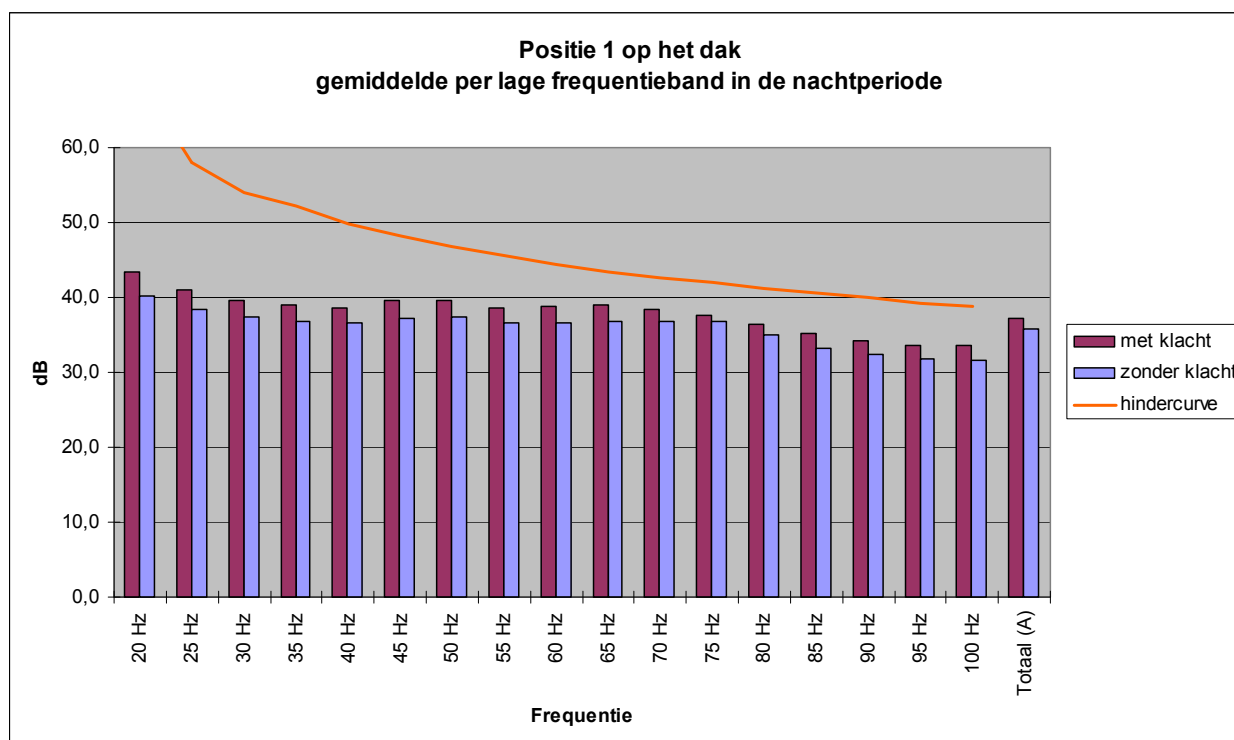


Figuur 3: Meetopstelling op dak woning klager

Voor de metingen is gebruik gemaakt van een RION NL-32 meetset met FFT kaart (voor omzetting van de resultaten met behulp van Fast Fourier Transformatie). Er is lineair gemeten van 5 tot 400 Hz met stappen van 5 Hz. De metingen zijn verricht tussen 11 juli 2008 en 4 december 2008. Er is gemeten op twee verschillende locaties op het dak van de woning, in de woning (gedurende 3 weken tijdens vakantie bewoner) en in een controle woning in de wijk Hilligersberg. Tijdens de metingen op het dak heeft de bewoner bijgehouden wanneer hij de toon waarnam en wanneer hij hinder ondervond.

Uit die metingen bleek dat er geen duidelijke frequentieband is aan te wijzen als veroorzaker van de overlast. Het geluid is dus niet tonaal. Er was weinig verschil in geluidniveau tussen de beide posities op het dak. Figuur 4 geeft de gemiddelde waarden van alle metingen op positie 1 weer voor de frequenties tot 100 Hz met en zonder klachten. Er bleek een klein verschil in geluidniveau te zitten tussen de metingen met en zonder hinder. De middellage frequenties tussen 105 en 200 Hz lieten een soortgelijk patroon zien. Uit de resultaten bleek verder dat er geen duidelijk verband te leggen is tussen de hindermeldingen en windsnelheid. De relatie tussen klachten en windrichting was onduidelijk. Dus ook op basis van klachten en windrichting was niet te bepalen uit welke richting het geluid afkomstig is.

De gebruikte apparatuur (RION NL-32) bleek ongeschikt te zijn voor de metingen binnen de woning. De microfoon is niet gevoelig genoeg voor het meten van de daar heersende lage geluidsniveaus. Het equivalente geluidniveau in de woning was tijdens de nachtperiode doorgaans beneden 20 dB(A). Dit is ruim onder de maximaal toegestane waarde van 25 dB(A) uit het bouwbesluit. Buiten de woningen was dit geen probleem, Het geluidniveau daar is ook niet hoog (met bromtoon gemiddeld 38 dB(A) (zie figuur 4)) maar het ligt ruim binnen het meetbereik van de gebruikte apparatuur. Gezien het lage geluidniveau in de woning is voor verdere metingen in woningen het gebruik van meer gevoelige apparatuur noodzakelijk.



Figuur 4: Relatie tussen klacht en geluidsspectrum dakmeting op positie 1.

In de periode van 11 juli tot en met 3 december 2008 zijn er in totaal 37.000 onbemande metingen uitgevoerd. De conclusies van dit onderzoek luiden:

- Er is geen eenduidige frequentieband aan te wijzen als de bromtoon;
- Tijdens de klachten was tijdens de metingen op het dak iets meer laag en middellaag frequent geluid aanwezig dan zonder klachten;

- Er kon geen relatie worden vastgesteld tussen de aanwezigheid van het geluid (klachten) en windrichting/windsnelheid;
- De gebruikte meetapparatuur is ongeschikt voor het meten in de woningen, vanwege de lage geluidniveaus.

Op basis van deze metingen bleek onmiskenbaar dat het Elysium geen veroorzaker is van de bromtoon. Tijdens de metingen werd door een brand de WKK-installatie van de inrichting verwoest. Dit bleek geen effect te hebben op de meetresultaten en/of de hindermeldingen.

Er vervolgens is er door de DCMR verder onderzoek verricht naar aanleiding van meldingen. Hierbij is andere geluidapparatuur² gebruikt, deze is meer gevoelig en kan lagere geluidniveaus vastleggen. Dit onderzoek bestond uit metingen in woningen, binnen de wijk en uit bronnenonderzoek (zie bijlage II). Uit dit onderzoek kwam opnieuw geen duidelijk kenmerk van de bromtoon naar voren. Er werd opnieuw vastgesteld dat in de woningen en in de wijk relatief veel laagfrequent geluid aanwezig was. Maar er werd geen duidelijke toon gemeten. Ook was er geen verband vast te stellen tussen het frequentie patroon in de woning en nabij de onderzochte geluidbronnen. Voordat actief gezocht kon worden naar de bron en/of oorzaak van het geluid was het noodzakelijk dat kenmerkende eigenschappen van de bromtoon werden vastgelegd. Vervolgonderzoek was daarom noodzakelijk.

² RION NA28, deze is gebruikt in het verdere DCMR onderzoek

2. Onderzoek naar de bromtoon

In opdracht van de gemeente Rotterdam is de DCMR in 2009 het diepgaande onderzoek gestart naar laagfrequent geluid (LFG) in de wijk Nesselande en omgeving. Doel van het onderzoek is het vastleggen van de hinderlijke bromtoon en achterhalen van de bron. Hierbij is meetapparatuur toegepast die meer gevoelig is en lagere geluidniveau kan meten dan de meetsets die zijn gebruikt in de eerdere metingen.

2.1 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek bestond uit 3 fasen waarbij stap voor stap de verschillende doelen werden afgewerkt. Bij het geluidonderzoek werd de volgende gefaseerde aanpak toegepast.

Fase 1: Vastlegging en karakterisering van het geluid

Doel van deze fase was het vastleggen van de bromtoon en de karakterisering van het geluid. Dit is gedaan door het verrichten van geluidmetingen en het tegelijkertijd maken van geluidopnames. De geluidopnames zijn gebruikt voor doen van een meer nauwkeurige FFT-analyse en voor fase 2 van het onderzoek (zie hieronder). Bij de analyse van de resultaten is specifiek aandacht besteed aan de RoCa centrale. De volgende zaken zijn onderzocht:

- het verschil in de resultaten wanneer de bromtoon wel of niet aanwezig was;
- of de hinder tijdgebonden is en
- of er een correlatie is tussen klachten en meteo-gegevens.

Fase 2: Luistersessie in laboratoriumsetting

De geluidopnames gemaakt tijdens fase 1 zijn gebruikt voor een luistersessie in een laboratoriumsetting. Aan deze luistertest hebben 9 bewoners meegewerkt die de bromtoon kunnen waarnemen en er hinder van ondervinden. Het doel van deze luistersessies was het vast stellen van de frequentie(s) die verantwoordelijk is/zijn voor de hinder en uit te zoeken of de bewoners overlast hebben van dezelfde bron(nen). Op basis van resultaten van fase 2 is vervolgens besloten om het onderzoek uit te breiden en fase 3 te starten.

Fase 3: Lokalisatie bron/oorzaak

De geluidskarakteristieken zoals vastgelegd tijdens fase 1 en 2 zijn in deze onderzoeksfase gebruikt om gericht op zoek te gaan naar de bron. Hiertoe is een meer uitgebreide meetsessie uitgevoerd waarbij op meerdere plaatsen tegelijkertijd is gemeten, om op basis van verschil in gemeten niveau de bron vast te stellen. Uitgangspunt hierbij was dat op basis van het verloop in geluidintensiteit binnen de wijk en de eventuele verschillen in tijdstip van waarneming op de diverse plaatsen te bepalen is waar het geluid vandaan komt en dus in welke richting de bron gezocht moet worden.

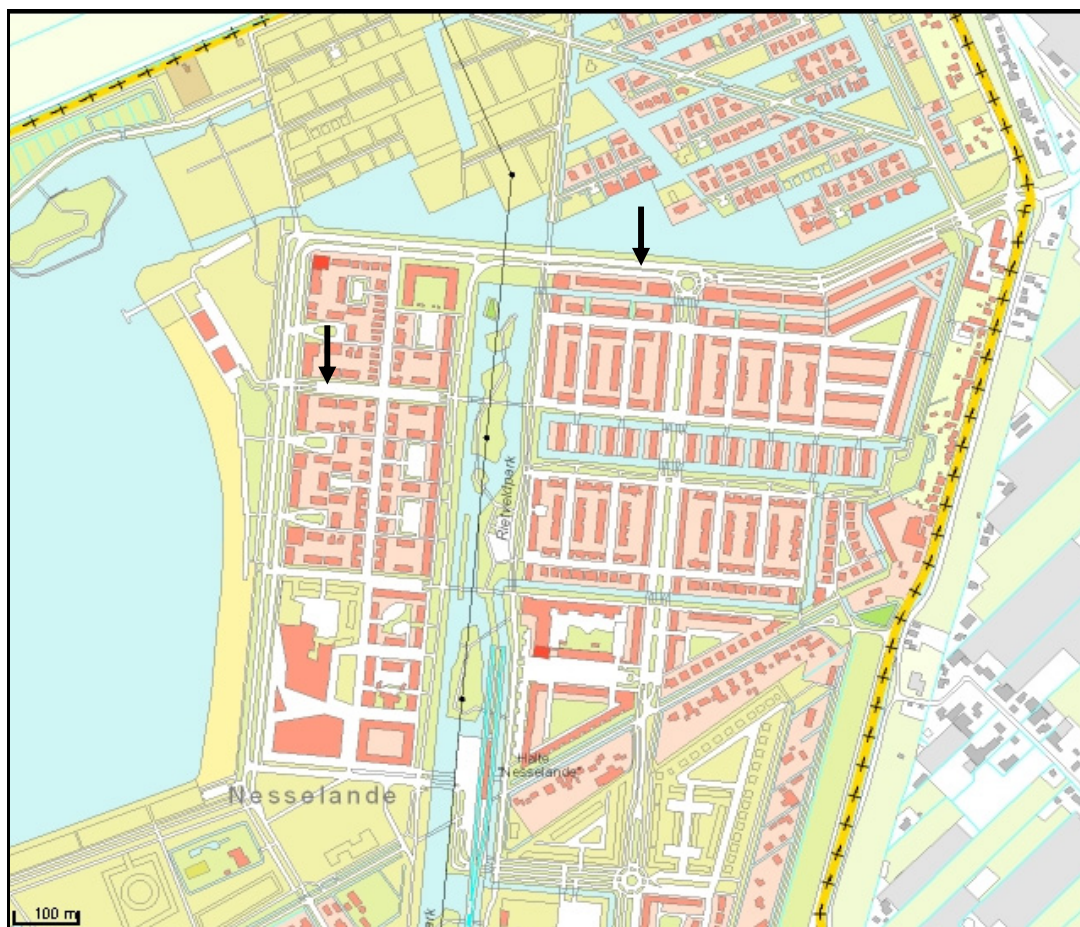
De resultaten en conclusies van dit onderzoek zijn weergegeven in hoofdstuk 3 en 4.

3. Vastlegging en karakterisering van het geluid (fase 1 en 2)

3.1 Inleiding

In augustus 2009 zijn de eerste metingen uitgevoerd. De meetsessies zijn gehouden op afspraak in woningen in de Kretalaan en in de P. Cardinstraat. Tijdens de meting was het geluid maar heel zachtjes aanwezig. Er is met behulp van een RION NA28 geluidmeter met wave-module gemeten. Tijdens de metingen zijn geluidsopnames gemaakt waarmee later in het geluidslaboratorium een FFT analyse kan worden uitgevoerd en spectrogrammen konden worden gemaakt. De spectrogrammen geven de geluidbelasting per frequentieband (y-as) weer over de meetduur in seconden (x-as). De kleur geeft het lineaire geluidniveau (in dB(lin)) weer (voor verdere uitleg zie bijlage III). In de woning aan de Kretalaan was de bromtoon heel zachtjes aanwezig. De bewoner van de woning aan de Kretalaan hoorde de bromtoon ook in de woning aan de P. Cardinstraat. Daar was echter te veel laagfrequent stoorgeluid van het ventilatiesysteem van het appartementencomplex en de snelweg om een goede meting te kunnen verrichten. Uit de resultaten (zie ook bijlage IV) was geen conclusie te trekken. De woning aan de P. Cardinstraat bleek ongeschikt als meetlocatie vanwege het hoge stoorgeluidniveau van het ventilatiesysteem. De conclusie luidde tevens dat voor nuttige resultaten de metingen zullen moeten worden uitgevoerd als geluid luid en duidelijk aanwezig is. De meting is daarom herhaald.

In september 2009 zijn die metingen uitgevoerd in twee woningen in de wijk Nesselande. Het betreft een woning aan de Kretalaan en de Brandingdijk (zie figuur 5). De metingen zijn synchroon uitgevoerd in en buiten de beide woningen.



Figuur 5: Meetlocaties

Er is gemeten in de nacht van 21 september, een nacht waarbij het geluid duidelijk aanwezig was. Na melding van één van de bewoners dat de bromtoon zeer duidelijk aanwezig was, zijn de metingen verricht. Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau lag tijdens de metingen in de beide woningen onder de 20 dB(A) en daarmee ruim 5 dB onder de grenswaarde uit het bouwbesluit. Het was dus erg stil in beide woningen.

3.1.1 Meetmethode

De metingen in de woningen zijn niet uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen aangegeven in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai (HMRI (1999)), omdat deze geen meetmethode beschrijft voor het meten van LFG. De meetsets³ zijn geplaatst in de woningen op een plaats waar de hoogste niveaus in laagfrequent geluid te verwachten waren.

De metingen zijn uitgevoerd in de keuken van de woning aan de Kretalaan en in de slaapkamer van de woning aan de Brandingdijk. Het betrof hier een plaats in de woning waarvan de beide bewoners aangaven dat het geluid door de duidelijk hoorbaar was en waar ook de apparatuur van aangaf dat daar veel laagfrequente geluid aanwezig was. Door de plaatsing in de hoek van de kamer kan mede door de reflectie een zo hoog mogelijk geluidniveau worden gemeten. De meethoogte was 1,5 meter. Er zijn continu metingen verricht en geluidopnamen gemaakt. Iedere 6 minuten zijn de resultaten opgeslagen.

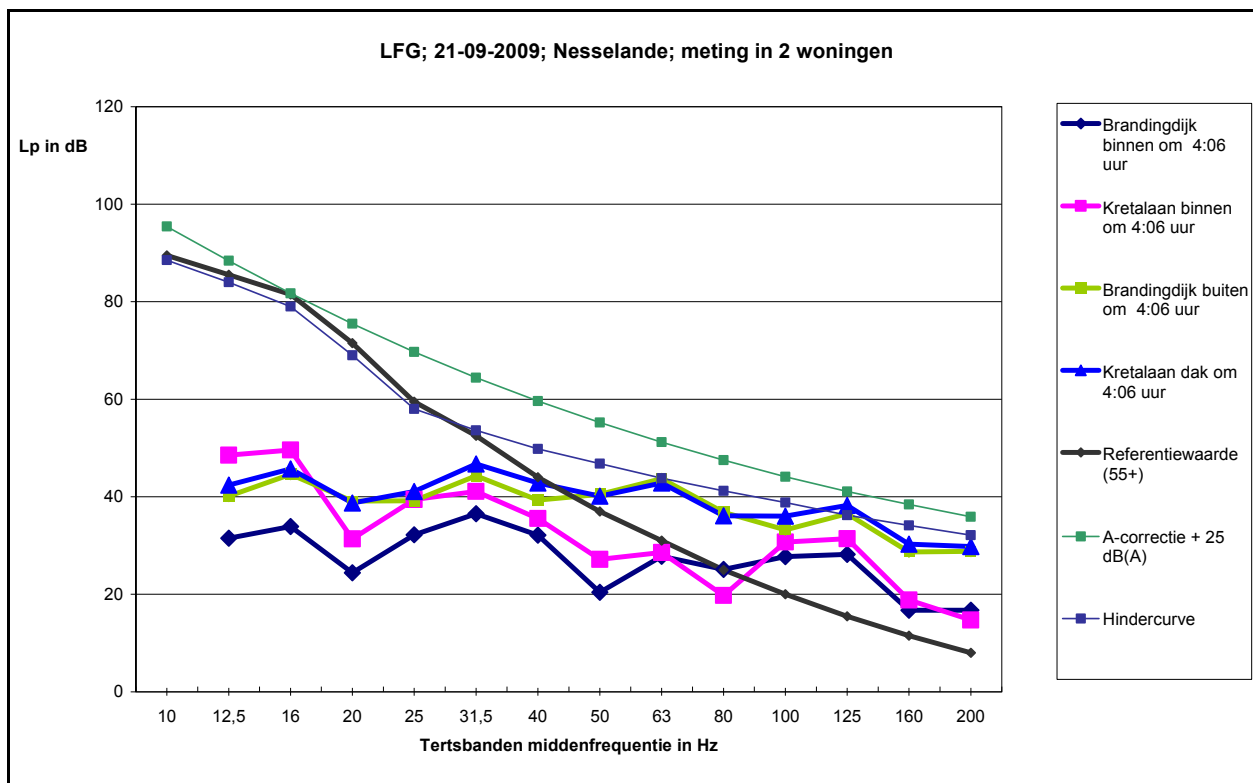
De buitenmetingen zijn uitgevoerd op het dak van de woning aan de Kretalaan, waar al eerder metingen zijn uitgevoerd en in de tuin van de woning aan de Brandingdijk.

3.2 Resultaten

In deze rapportage wordt de uitslag van de metingen weergegeven aan de hand van de resultaten van de metingen rond 4 uur 's nachts. Op dat moment was het geluid duidelijk aanwezig volgens de beide bewoners. Deze meetresultaten zijn ook een goed voorbeeld van de resultaten van de overige metingen.

In figuur 6 staan de meetresultaten binnen en buiten de woningen. Buiten de woningen (bovenste resultaten) blijkt het geluidpatroon en het geluidniveau (de luidheid) nagenoeg gelijk te zijn. Er zit nagenoeg geen verschil tussen de resultaten in de tuin van de woning aan de Kretalaan en Brandingdijk. Binnen de woningen zijn er overeenkomsten zowel als verschillen.

³ Gebruikte apparatuur: RION type NA-28 meetsets met waveform recording card



Figuur 6:⁴ Resultaten meting d.d. 21-09-2009 afgezet tegen de door DCMR gehanteerde standaard voor het geluidniveau in de woning.

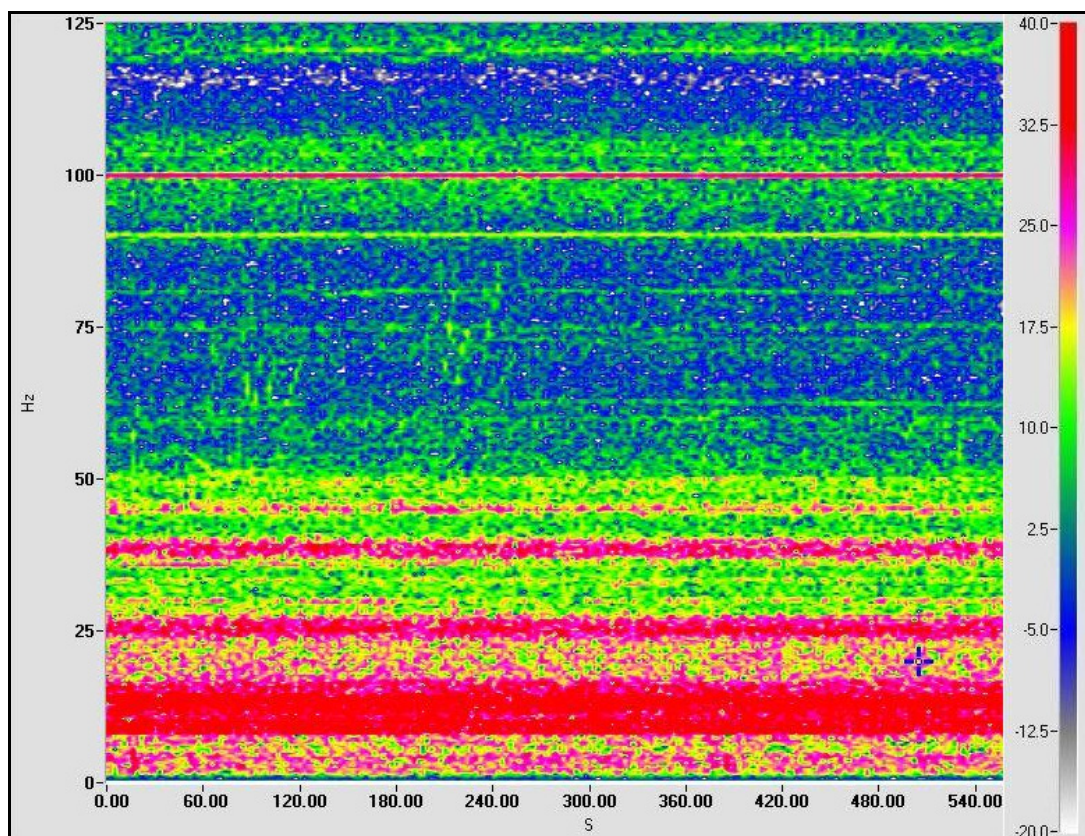
Hierbij valt op dat in de woning aan de Kretalaan meer geluid aanwezig is dan in de woning aan de Brandingdijk. Dit geldt voor alle frequenties met uitzondering van de 80 Hz tertsband. Ook is het frequentiepatroon binnen de woningen anders. Er is een duidelijke overeenkomst in het frequentiepatroon rond de 31,5 Hz. In beide woningen is een toename van het geluid zichtbaar rond de 31,5 tertsband⁵. Er is echter geen duidelijke piek zichtbaar in één tertsband, zodat onduidelijk is welke toon de veroorzaker is van de overlast. De toename van het geluidniveau rond de 31,5 Hz tertsband is ook zichtbaar in de buitenmetingen, maar is minder duidelijk aanwezig. Verder zijn er minder overeenkomsten tussen de binnen en buiten metingen.

Voor de binnenmetingen geldt dat de referentiewaarde (55 dB+) pas boven de 80 Hz wordt overschreden. Dit geeft aan dat het aanwezige laagfrequente geluid slechts voor een zeer klein deel van de mensen, gevoelig voor dit geluid, hoorbaar is. Dit lijkt strijdig met het grote aantal klagers uit de wijk Nesselande en omgeving.

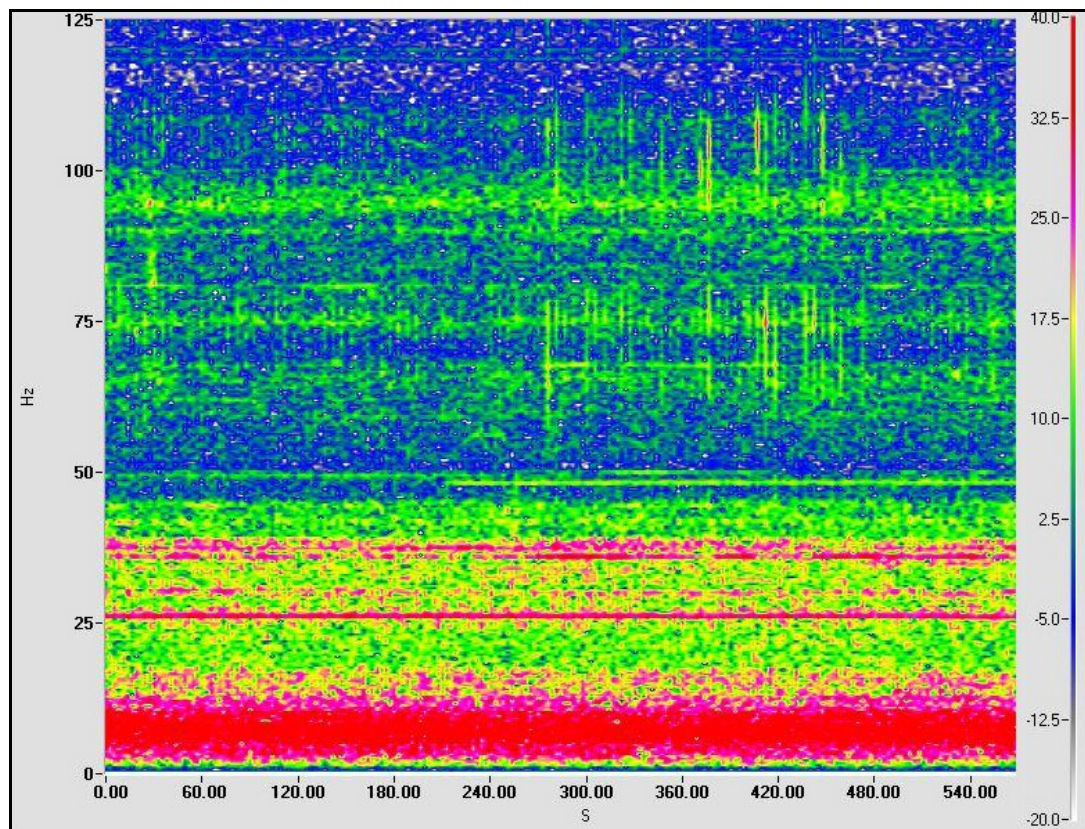
Naast de metingen zijn er continu geluidopnamen gemaakt, zowel binnen als buiten de woningen. Deze zijn gebruikt voor een FFT analyse (Fast Fourier Transformation) en er zijn spectrogrammen gemaakt. Een voorbeeld van resultaten van de binnenmetingen staan in figuur 7 en 8. Het betreft hier de resultaten van de opnamen binnen de woningen rond 4 uur 's nachts. Het betreft hier dus dezelfde metingen als in figuur 6. De weergave van de resultaten is echter anders. De weergave in spectrogrammen maakt het mogelijk om meer specifiek per frequentieband te kunnen achterhalen welke toon voor de overlast zorgt.

⁴ Voor uitleg zie bijlage I

⁵ Vergelijkbaar patroon als figuur 2



Figuur 7⁶: Kretalaan om 4:06 uur op 21 december (meetduur 600 s)



Figuur 8⁶: Brandingdijk binnen om 4:10 op 21 december (meetduur 600s)

⁶ Voor uitleg over de weergave zie bijlage II.

Opvallend in de woning aan de Kretalaan (figuur 7) is de band van 100 Hz. Deze is ook bij de eerdere metingen van de DCMR in 2007 en 2008 (zie ook bijlage IV) waargenomen. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit de oorzaak is van de hinder, omdat deze toon ook aanwezig was als de bromtoon niet wordt waargenomen door de klager. Verder is een duidelijke band te zien bij 25 Hz, rond de 35 Hz en bij ongeveer 45 Hz. Ook bij 80 Hz is een kleine verhoging zichtbaar.

Het geluidplaatje in de woning aan de Brandingdijk ziet er anders uit (zie figuur 8). De in de woning aan de Kretalaan duidelijk aanwezige 100 Hz band ontbreekt. Deze toon is blijkbaar heel lokaal. Tijdens de beide metingen was het geluid duidelijk aanwezig volgens de bewoners. Dit bevestigt de conclusie dat de 100 Hz toon niet verantwoordelijk is voor de hinder. In de woning is minder laagfrequent geluid aanwezig. Onder de 25 Hz is duidelijk minder geluid aanwezig, het aanwezige geluid is van een lagere frequentie. De geluidsniveaus van de frequenties onder de 25 Hz zijn echter erg laag. De hoorbaarheidscurve wordt niet eens benaderd.

In de beide woningen is rond de 25 Hz, de 35 Hz en de 95 Hz geluid zichtbaar. Het patroon en het niveau zijn echter niet gelijk. Rond de 35 Hz is een brede band zichtbaar. Deze is verantwoordelijk voor het piekje rond de 31,5 Hz tertsband (zie figuur 6). Er zijn meerdere frequenties die overeenkomen, het blijft onduidelijk welke toon verantwoordelijk is voor de overlast.

Om vast te stellen of de bromtoon mogelijk wordt veroorzaakt door zogenaamd contactgeluid en de bron gezocht moet worden onder de grond (bijvoorbeeld leidingen of buizen) zijn er in de woning aan de Kretalaan ook indicatieve trillingsmetingen uitgevoerd aan de wanden. Er is daarbij geen significante trilling vastgesteld.

3.3 Fase 2 Luistersessies

Om te achterhalen welke frequentie (toon) zorgt voor de hinder is een luisteronderzoek gedaan. Er zijn geluidsamples gemaakt van verschillende frequenties ranges vb. 20-25 Hz; 30-40 Hz. De voornaamste klagers in en rond Nesselande zijn vervolgens uitgenodigd voor een luistersessie. Doel is om door luisteren naar de verschillende geluidsamples te achterhalen welke het meest lijkt op 'de' bromtoon.

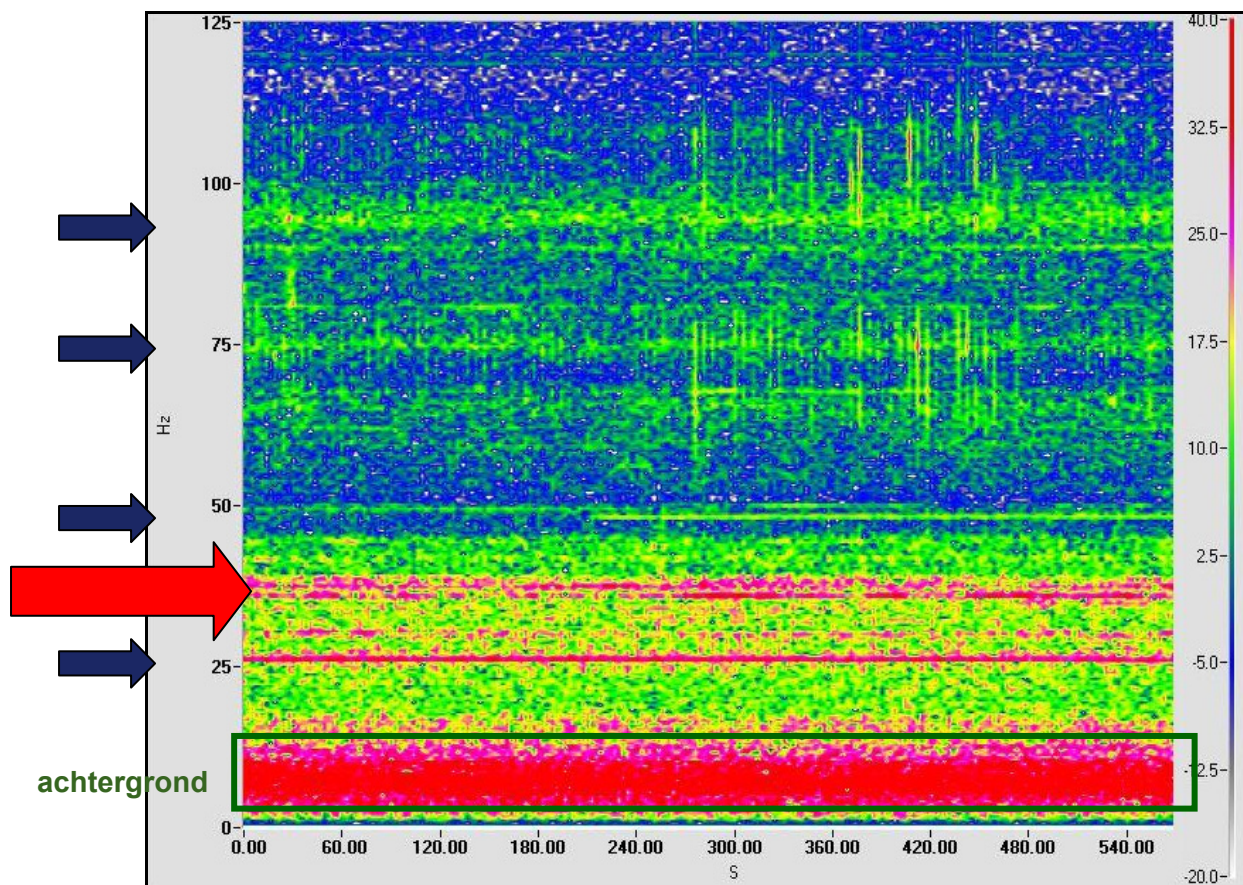
Eind december 2009 zijn luistersessies uitgevoerd met de acht voornaamste gehinderden. Voor de luistersessies is gebruik gemaakt van de opnamen uit Nesselande van september, opnames gemaakt in een woning in Oud-Beijerland (bewoner heeft soortgelijke klachten) en opnames van zogenaamde 'roze ruis'⁷. Het overzicht van de resultaten is weergegeven in tabel 2. Hierin zijn enkel de resultaten weergegeven van de metingen in de wijk Nesselande en omgeving. Van de overige geluidsoptnames uit Oud-Beijerland en de roze ruis gaven alle luisteraars aan dat het duidelijk niet de bromtoon was. Deze zijn dus weggelaten uit dit overzicht.

Niet iedereen heeft last van geluid met dezelfde toonhoogte. De meeste klagers uit Nesselande en omgeving gaven aan dat niet zo zeer de toonhoogte als wel de zweving in het geluid de oorzaak is van de overlast. Deze fluctuatie in de frequentie namen zij het best waar in samples uit de woning aan de Kretalaan. Conclusie is dat er geen specifieke toonhoogte is op basis waarvan we gericht brononderzoek kunnen gaan doen. Wel is duidelijk dat het gaat om zogenaamd zwevend geluid. Deze fluctuatie, zweving, is vooral zichtbaar in de frequentiebanden rond de 35 Hz (34 – 42 Hz) (zie figuur 9) en deze frequenties zijn waarschijnlijk de voornaamste veroorzaker van de overlast. Uit de metingen en de luistersessies komt naar voren dat de 35-38Hz frequenties (zijnde onderdeel van 31,5 en 40 Hz tertsband) kunnen worden gebruikt voor verder onderzoek naar de bron. Er is een kenmerk van het geluid gevonden dat gericht onderzoek naar de bron mogelijk maakt.

⁷ Een breedbandig ruissignaal waarin alle geluidsfrequenties even sterk aanwezig zijn

Tabel 2: Resultaten luistersessie

Frequentie gebied (in Hz)	bestandsnaam	1	2	3	4	5	6	7	8	totaalscore
20-33	ST0015_20-33Hz Kreta2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-33	ST0026_20-33Hz Kreta2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-28	ST0001_22_28Hz Cardin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-25	ST0004_25Hz Brand	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60-70	ST0001_60-70Hz Cardin	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1
20-30	ST0030_20-30Hz Brand	1	0	0	0	0	0	0	0	1
20-33	ST0004_20-33Hz Kreta1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
37-37	ST0004_37Hz Brand	0	1	0	0	0	0	0	0	1
33-42	ST0030_33-42Hz Brand	0	0	1	0	0	1	0	0	2
34-42	ST0015_34-42Hz Kreta2	1	1	0	0	0	0	0	0	2
36-42	ST0001_36-42Hz Cardin	0	1	0	0	1	0,5	0	0	3
30-35	ST0001_30-35Hz Cardin	1	1	1	0	0	0,5	0	0	4
95-96	ST0004_95-96Hz Kreta1	0	1	0	1	0	0	0,5	1	4
42-50	ST0015_42-50Hz Kreta2	0	0	1	0	1	0	1	1	4
87-93	ST0012_87-93Hz Kreta2	0	1	0	1	0	0	1	1	4
97-104	ST0012_97-104Hz Kreta2	0	1	1	1	0	0	0	1	4
97-104	ST0026_97-104 Kreta2	1	1	0	1	0	0	0	1	4
46-54	ST0004_46-54Hz Kreta1	0	1	1	1	1	0	1	0	5
34-42	ST0026_34-42Hz Kreta2	1	1	1	1	0	1	1	0	6
87-93	ST0026_87-93Hz Kreta2	1	1	1	1	0	0	1	1	6



Figuur 9: Resultaten Brandingdijk binnen om 4:10 op 21 september 2009 (meetduur 600s)

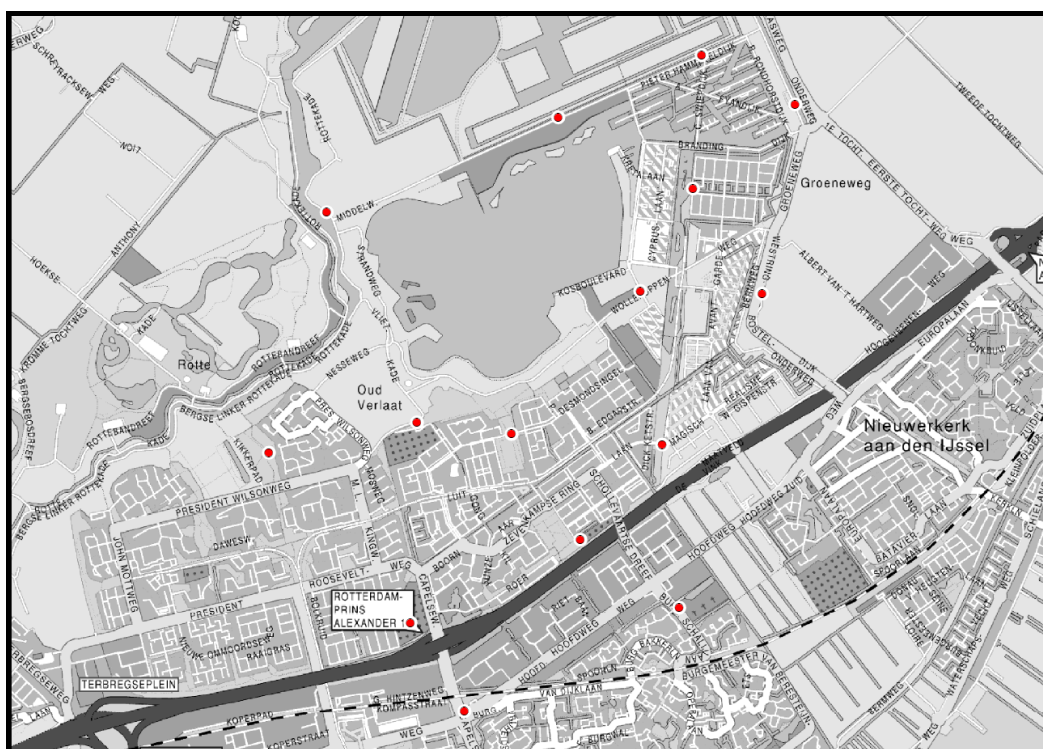
3.3.1 De conclusie van het onderzoek van fase 1 en 2

De conclusie van fase 1 en 2 is dat er voldoende inzicht is in de karakteristieken van de bromtoon om vervolgstappen te kunnen nemen. Brondetectie is mogelijk, op basis van de behaalde onderzoeksresultaten en de ontwikkelingen in de geluidmeetapparatuur. Na overleg met de gemeente wordt vervolgens fase 3 opgestart.

4. Bron localisatie (fase 3)

4.1 Onderzoek DCMR

Het localisatie onderzoek van de bron vindt plaats op basis van de resultaten uit fase 1 en 2. Het onderzoek bestaat uit een zogenaamde gridmeting. Door in een groter (geografisch) gebied te meten, kan inzicht verkregen worden in richting en locatie van de mogelijke veroorzaker van het laagfrequente geluid. Op basis van de gemeten verschillen in geluidssterkte op de verschillende plaatsen kan de locatie van de bron worden bepaald. In maart 2010 heeft de DCMR nachtmetingen uitgevoerd. Dit in samenwerking met een bewoner, waar in de woning een meetset stond opgesteld. Er zijn op 15 plaatsen in Nesselande en omgeving (zie figuur 10) achtereenvolgend metingen verricht op 5 en 10 meter hoogte. De metingen zijn verricht op gelijke wijze als in september 2009. Bij deze metingen is specifiek gelet op de geluidssterkte in de frequentiebanden rond de 36 Hz.



Figuur 10: Meetlocaties

Het doel van de metingen is om met verschillen in geluidssterkte op de meetlocaties de plaats van de bron te bepalen. Tijdens de meting waren verschillen in geluidniveau tussen de meetlocaties echter niet groot genoeg om een bronrichting te kunnen bepalen. Vooral in de vroege ochtend zorgde de snelweg voor veel stoorgeluid. De conclusie van deze metingen was dat het doen van een gridmeting enkel zinvol is als geluid luid en duidelijk aanwezig is en er op alle meetlocaties tegelijkertijd kan worden gemeten. De DCMR beschikt echter niet over voldoende meetapparatuur om deze metingen op een dergelijk aantal locaties tegelijkertijd uit te voeren. Er is daarom een extern bureau ingehuurd om dit onderzoek uit te voeren.

4.2 Onderzoek Event Acoustics

Het onderzoeksbureau Event Acoustics is ingehuurd om gedurende één maand metingen te doen, waarbij gericht wordt gezocht naar de bron. In december 2010 is het onderzoek gestart. Gedurende die maand zijn verspreid over de deelgemeente Prins Alexander metingen verricht. Daarbij is op meerdere plaatsen tegelijkertijd gemeten, omdat op deze wijze de richting waaruit het geluid afkomstig is kan worden bepaald. Tevens zijn enkele meetopstellingen geplaatst in Zevenhuizen (gemeente Zuidplas). In totaal zijn er 13 meetstations gebruikt.

Het onderzoek is niet verlopen zoals gepland, waarbij vooral de kou zorgde voor oponthoud. De gebruikte apparatuur bleek ondanks de toezegging van de producent niet geschikt voor metingen bij temperaturen lager dan 5 graden onder nul. Het koude weer zorgde ook voor verbindingproblemen, tussen meetstation en dataserver mede veroorzaakt door de netwerkprovider. Door deze beide tegenvallers is de start van het onderzoek vertraagd en moest de opzet van het onderzoek worden gewijzigd. Het onderzoek kon vanwege de problemen met de apparatuur niet via FFT-analyse plaats vinden maar is nu gedaan op basis van tertsbandmetingen. Nadeel is dat hierdoor minder gedetailleerde informatie beschikbaar is. Vervolgens zijn bij de analyse van de metingen in het bijzonder de 31 en 40 Hz tertsbanden onderzocht. Het onderzoeksrapport van Event Acoustics is als bijlage V bij dit rapport gevoegd.

4.2.1 Korte samenvatting van de resultaten

Metingen

Uit de metingen bleek dat er overal in het onderzoeksgebied een vrijwel gelijk niveau van laagfrequent geluid aanwezig was. Er waren weinig tot geen correlaties tussen de uitkomsten van de verschillende meetstations. Gezien het aantal geplaatste meetstations zouden er, als alle meetstations hetzelfde geluid registreren, maximaal 72 relaties kunnen bestaan. De geregistreerde waarden varieerden echter slechts tussen de 0 en 5, wat wijst op toevallige relaties. De overeenkomst tussen meetlocaties en meldingen van hinder door een geselecteerde groep bewoners⁸ was ook laag.

Op basis van de meetresultaten was niet te bepalen uit welke richting het geluid afkomstig is. Het meetgrit kon rond de Zevenhuizerplas wel een bron localiseren, te weten de baggerboot. Voor een aantal bewoners was dit een bron van overlast, maar de baggerboot is niet de veroorzaker van DE bromtoon. De baggerboot is inmiddels verwijderd en de overlast bestaat nog steeds.

Het meetonderzoek leidt tot de volgende conclusies:

- overall in het onderzoeksgebied is relatief veel laagfrequent geluid aanwezig;
- de bromtoon is vrijwel overal in het gebied constant aanwezig;
- er is sprake van een groot aantal niet gecorreleerde bronnen, omdat er een onvoldoende correlatie tussen meetstations (onderling) en meldingen is vast gesteld;
- de gekozen onderzoeksofzet voldoet niet om de bron te vinden.

Op basis van deze resultaten en conclusies is door Event Acoustics het onderzoek aangepast en uitgebreid met brongericht onderzoek.

Onderzoek naar potentiële bronnen

Er is gericht gemeten bij potentiële bronnen, die voldoen aan het karakteristiek "groot aantal niet gecorreleerde bronnen". In het onderzoek is tevens samen met de bewoners naar aanleiding van klachten gezocht naar de bron en er is literatuuronderzoek gedaan. Hieronder is een overzicht van de potentiële bronnen opgenomen die door Event Acoustics zijn onderzocht. Een deel van de bronnen was al eerder door de DCMR beschouwd maar zijn als onwaarschijnlijk weggestreept (zie bijlage II).

- Hoogspanningsleidingen;
Hoogspanningsleidingen veroorzaken een knetterend geluid (hoogfrequent geluid). Tijdens het onderzoek hebben meerdere meetstations nabij de leiding gestaan. Er zijn daar geen

⁸ Er waren een aantal zeer trouwe melders en verdere meldingen waren incidenteel. Er zijn in december 2010 in totaal 95 meldingen van hinder gedaan.

hogere geluidsniveaus in het laagfrequente spectrum gemeten dan elders in het onderzoeksgebied, tevens zijn er geen sterke correlaties gemeten tussen de stations. Onwaarschijnlijke bron.

- Aardgasleidingen en het gasverdeelstation;
Op het traject van de grote gasleidingen door het gebied stonden een drietal meetstations. Er was geen duidelijke correlatie zichtbaar tussen de meetstations en ook niet met de meldingen. Ook uit de handmetingen en het luisteren ter plaatse bleken geen hogere geluidsniveaus. Onwaarschijnlijke bron.
- Stadsverwarmingsleidingen;
De wijken Nesselande, Ommoord en Zevenkamp hebben allen stadsverwarming. De woningen in de plaats Zevenhuizen niet. Het leidingensysteem in de wijk Ommoord bestaat al sinds de jaren 80. Er is echter door de bouw van de wijk Nesselande en de uitbreiding van het net een onderstation bijgeplaatst aan de Laan van het Magisch Realisme. Onderzocht is of er langdurige relaties waren tussen de meetset bij het onderstation en de andere meetstations in de wijk. Er bleek geen verband. Onwaarschijnlijke bron.
- Energiecentrale RoCa aan de Capelseweg;
Tijdens een deel van het onderzoek heeft ook nabij de centrale een meetstation gestaan. Uit de resultaten bleek dat er geen verband was tussen dit station en de overige meetstations. Ook konden er geen relaties worden gelegd tussen de wijze van draaien van de centrale en de meldingen. Onwaarschijnlijk bron.
- Wegverkeer
In het onderzoeksgebied en de omgeving liggen diverse grote wegen, A20, A12 en provinciale wegen. Onderzocht is of het verkeer van de snelweg A20 de bron kon zijn van de overlast. Uit het correlatie onderzoek van december 2010 bleek het volgende:
 - het betreft een groot aantal verschillende bronnen;
 - het LFG is verspreid over de hele wijk nagenoeg gelijk maar het niveau neemt toe in de richting van de snelweg;
 - nabij de snelweg was de bromtoon ook hoorbaar voor de onderzoekers;
 - nabij snelwegen elders in Nederland werd hetzelfde frequentiepatroon vastgesteld.

Op basis van deze gegevens is de snelweg een mogelijke bron van de bromtoon in Nesselande. Verdere literatuurstudie geeft aan dat de snelweg een mogelijke bron van de bromtoon kan zijn. Op basis hiervan geeft Even Acoustics aan dat het motorgeluid van middel zware vrachtwagens een mogelijke bron van de bromtoon is, omdat

- het frequentiepatroon overeenkomsten vertoont met dat van de bromtoon;
- slechts 25 vrachtwagens per uur over de A209 zorgt voor een continu geluid ter hoogte van de woningen;
- het geluid niet altijd aanwezig is, maar dit kan worden verklaard door de invloed van de verschillende weersomstandigheden en de Zevenhuizerplas.

Eindconclusie

Op basis van metingen, analyse en literatuurstudie trekt Event Acoustics de volgende conclusies:

- In de gehele wijk worden buiten geluidsniveaus gemeten die in het 31Hz en 40 Hz frequentiegebied tussen de 45-60 dB variëren.
- De bromtoon is waargenomen door de medewerkers van Event Acoustics, en ook vastgelegd in opnamen tijdens metingen.
- Het laagfrequente geluid in het onderzoeksgebied Nesselande en omgeving wordt veroorzaakt door het vrachtverkeer, vooral de zware vrachtwagens, dat passeert op met name de rijksweg A20. Het tonale karakter kan worden verklaard vanuit literatuurstudie en analyse. Gezien het soort bron en de bijkomende meteo-omstandigheden is het zeer lastig om een direct meetbare relatie te leggen tussen een passerende vrachtwagen en de gemeten laagfrequente geluidsniveaus in het onderzoeksgebied. Hiervoor is een aanvullend onderzoek aan te bevelen.

⁹ In 2004 passeerden in nachtperiode gemiddeld 160 vrachtwagens per uur op de A20 tussen het Terbregseplein en Nieuwerkerk (Verkeersgegevens uit het onderzoek Aanpassing Terbregseplein d.d. 28 april 2008 uitgevoerd door Haskoning).

4.3 Kanttekeningen van de DCMR bij de conclusies

Het onderzoek van Event Acoustics toont aan dat de bromtoon niet veroorzaakt wordt door één enkele bron binnen het onderzoeksgebied, maar dat het gaat om meerdere bronnen die verspreid zijn over een groter gebied. In het vervolgtraject zijn de mogelijke bronnen die voldoen aan deze karakteristieken, zoals de leidingen en de snelweg, onderzocht. Hieruit blijkt dat de snelweg een mogelijke bron is van de hinderlijke bromtoon in Nesselande. Beperkt literatuuronderzoek bevestigt de hypothese dat een snelweg en het vrachtverkeer op een snelweg oorzaak kan zijn van hinderlijk laagfrequent geluid. De conclusie, dat het verkeer op de snelweg A20, en meer specifiek het vrachtverkeer, verantwoordelijk is voor de bromtoon in Nesselande, kan op basis van dit onderzoek echter niet met zekerheid worden getrokken. Het onderzoek levert geen voldoende duidelijke oorzaak-gevolg relatie op.

Het onderzoek naar de potentiële bron, en daarmee de conclusie dat de snelweg en meer specifiek het vrachtverkeer de veroorzaker is van de brom, is voornamelijk gebaseerd op meldingen van drie bewoners. Dit is echter een te kleine steekproef om op basis daarvan (representatieve) conclusies te kunnen trekken. Het onderzoek onderschrijft de resultaten van de metingen van de DCMR. Ook dat onderzoek toont aan dat er in de wijken veel LFG aanwezig is. Ook nu wordt weer duidelijk dat de 31 en 40 Hz tertsbanden het geluid bepalen. Het onderzoek van Event Acoustics toont aan dat de hoeveelheid laagfrequent geluid toeneemt richting de snelweg. Maar dit is te verwachten gezien het feit dat wegverkeer een bron is van LFG. Er ontbreken duidelijke causale relaties tussen, de bron, de ervaren hinder en de geluidbelasting bij en in de woningen.

- De bron, snelweg A20, ligt op 0,5 tot 3 kilometer afstand van de voornaamste gehinderden. Het aantal gehinderden is niet afhankelijk van de afstand tot de snelweg.
- De A20 is een drukke snelweg met relatief veel vrachtverkeer. Er zijn de laatste jaren geen dusdanige wijzigingen aangebracht aan de snelweg die geluidemissie vanaf de snelweg significant kunnen hebben veranderd. Het gaat dan om wijzigen van het aantal rijstroken, het wegdektype of aanbrengen/ verwijderen van afscherming.
- Het feit dat het geluid niet continu aanwezig is zou kunnen worden verklaard door weersomstandigheden en specifieke omgeving van de wijk. Uit onderzoek aan de geluidoverdracht in de gemeente Westvoorne¹⁰ blijkt dat de aanwezigheid van een groot wateroppervlak en specifieke weersomstandigheden kunnen leiden tot een zogenaamde inversielaag en daarmee tot meer laagfrequent geluid. Of dit ook een verklaring is voor de overlast in Nesselande moet nog nader worden onderzocht
- De aard van de woningen is geen verklaring voor de omvang van de overlast. De klachten kwamen in eerste instantie hoofdzakelijk uit de woonwijk Nesselande. Een nieuwbouwwijk in ontwikkeling met woningen met een hoge isolatiegraad voor geluid uit het midden en hoge deel van het spectrum. Echter ook bewoners die al 15 jaar of langer nabij de wijk wonen geven aan dat de bromtoon plotseling begon.

Het onderzoek van Event Acoustics toont aan dat de snelweg een mogelijke veroorzaker is van de bromtoon. Naast het motorgeluid van de vrachtwagens zijn er andere mogelijke bronnen met betrekking tot de snelweg, zoals rolgeluid van banden, afscherming en de aard van het wegdek. Het onderzoek geeft echter geen (duidelijk) antwoord op een aantal nadere vragen zoals,

- waarom speelt dit probleem alleen in Nesselande en omgeving en is er geen bromtoon op andere soortgelijke plaatsen in Nederland;
- welke (deel)bron is verantwoordelijk voor de bromtoon: wegdek, (ontbreken van) afscherming, (vracht)auto's, motorgeluid of rolgeluid;
- is er een verklaring waarom de klachten pas zijn begonnen in 2007;
- wegverkeer is altijd aanwezig waarom geldt dat niet voor de bromtoon;
- is het mogelijk dat op 3 kilometer afstand LFG aanwezig is dat wordt veroorzaakt door wegverkeer.

Het NLR en het RIVM hebben desgevraagd het onderzoek door Event Acoustics en de resultaten beoordeeld. Zij komen tot een soortgelijke conclusie als de DCMR. Namelijk, het onderzoek maakt weliswaar aannemelijk dat de snelweg een mogelijke bron is, maar deze bron moet nader onderzocht

¹⁰ Geluid in Beeld; Een onderzoek naar de deken van industriegeluid in Oostvoorne (2009)

worden (in relatie tot de specifieke klachten in Nesselande) voordat er verdere conclusies kunnen worden getrokken.

Er heeft nog geen soortgelijk onderzoek plaats gevonden in andere delen van Nederland of Europa. Enige vergelijking lijkt er te zijn met een onderzoek dat door het NLR (Nationaal lucht- en ruimtevaartlaboratorium) in Groningen¹¹ is uitgevoerd, waarbij als mogelijke veroorzaker ook het weg- of railverkeer is genoemd.

4.4 Vervolgstappen

Om het vermoeden dat de snelweg de bron is van het laagfrequent geluid in Nesselande maakt nader onderzoek naar wegverkeer en LFG noodzakelijk. Het onderzoek van Event Acoustics geeft voldoende aanknopingspunten en aanleiding tot vervolgonderzoek. Waarbij het onderzoek ook op een grotere schaal binnen Rijnmond dient te worden uitgevoerd en niet specifiek in Nesselande.

Nesselande en omgeving uniek?

In de Rotterdam en de regio Rijnmond zijn meer locaties met soortgelijke omstandigheden, zoals Hilligersberg en Kralingen. Het gaat daarbij om een wijk nabij de snelweg en met een groot wateroppervlak. Onduidelijk is waarom er daar geen meldingen zijn over een bromtoon. Mogelijk is deze daar niet aanwezig. Aanvullende FFT metingen kunnen daar inzicht in verschaffen.

Wegverkeer als mogelijk belangrijke bron van laagfrequent geluid

Onderzoek naar wegverkeerslawaaï (in Nederland en internationaal) beperkt zich voornamelijk tot de hogere frequenties en het totale geluidniveau bij geluidgevoelige bestemmingen. Wegverkeer wordt uitgedrukt in Lden, het jaargemiddelde niveau. Er zijn weinig gegevens bekend over het frequentiepatroon op grotere afstand van wegen. Tevens is er weinig bekend over de verspreiding en overdracht van het geluid, met name het lage deel van het spectrum, van het wegverkeergeluid over grotere afstanden. Met behulp van FFT metingen op meerdere afstanden vanaf de snelweg is dit inzicht te verkrijgen.

Metingen aan vrachtwagens

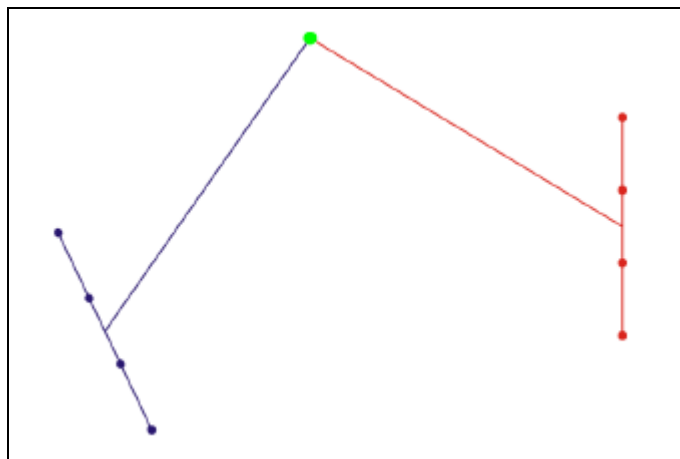
Uit het onderzoek blijkt dat de 36 – 37 Hz tonen verantwoordelijk zijn voor de hinder. Metingen aan diverse typen vrachtwagens kan inzicht leveren of de vrachtwagens een reële bron zijn van de overlast. Mogelijk is een deel van deze gegevens al beschikbaar. Voor de (internationaal verplichte) typekeuring van vrachtwagens is namelijk ook een geluidonderzoek noodzakelijk.

Beamforming techniek

In april zijn experimentele geluidmetingen verricht samen met een student van de Universiteit Twente. Bij deze geluidmetingen is de voor laboratoriummetingen al langer toegepaste “beamforming”-techniek toegepast voor het bepalen van de richting waaruit laagfrequent geluid (LFG) afkomstig is.

De meetmethode met het microfoonarray (“beamforming-techniek”) is een geavanceerde methode om de locatie van de bron van het LFG op te sporen. De meetsoftware moet de hoek laten zien waaronder geluid van een bepaalde frequentie invalt op het microfoonarray. Door een dergelijke meting op twee of meer locaties te doen kan de bronlocatie door middel van triangulatie worden opgespoord. Figuur 11 illustreert het principe.

¹¹ T.A. van Veen - Analyse onderzoek laag frequent geluid in de gemeente Uithoorn NLR-CR-2010-266 (2010).



Figuur 11: Voorbeeld van triangulatie met twee microfoonarrays.

De experimentele metingen zijn verricht in de buitenlucht op een industrieterrein en in de nabijheid van een snelweg (in het Rijnmond gebied). Het doel van de experimentele metingen was om te kijken in hoeverre de beamforming-techniek toepasbaar is bij het opsporen van de bron van LFG en hoe deze techniek zich gedraagt in de praktijk, in situaties die sterk afwijken van de laboratoriumomgeving waarin deze techniek tot nu toe voornamelijk werd toegepast.

De resultaten van de experimentele metingen met de beamforming-techniek¹² waren zodanig positief dat recent, nadat ook de uitkomsten van de andere pilots bekend waren, opdracht is verstrekt aan de Universiteit Twente voor het ontwikkelen van een meetsysteem dat door DCMR ingezet kan worden. Fase 1 betreft het selecteren van de hardware (de basis), fase 2 betreft het doorontwikkelen van de (nu nog experimentele) meetsoftware zodat deze door DCMR-medewerkers en voor DCMR-rapportages gebruikt kan worden. Afronding van de ontwikkeling van het meetsysteem wordt verwacht medio 2012.

Deze techniek is een andere methode om de richting van de bron het geluid te bepalen dan is toegepast in het onderzoek in Nesselande. Toepassing van deze meetmethode wanneer deze beschikbaar is levert aanvullende informatie over de snelweg als mogelijke bron van de overlast.

¹² "Geluidsoverlast metingen in Schiedam" d.d. 6 mei 2011. Achtergrondinformatie over de meetmethode is beschreven in het afstudeerverslag "Optimizing microphone arrays" d.d. 6 juli 2011 (kenmerk CTW.11/TM-5663).

Bij deze metingen werd ook een duidelijke piek vastgesteld in de frequentiebanden rond de 36 Hz.

BIJLAGEN

BIJLAGE I

Beoordeling van Laagfrequent geluid (LFG).

Inleiding

Frequenties (f) zijn een maat voor de toonhoogte van het geluid. Lage frequenties zijn de lage tonen van het spectrum. De frequenties onder de 125 Hz zijn het laagfrequente geluid. Het geluid moet bij lage frequenties een relatief hoog geluidniveau hebben (m.a.w. erg luid zijn) wil het waarneembaar zijn.

Laagfrequent geluid (LFG) wordt op een andere manier beleefd dan gewoon geluid. De ervaren luidheid neemt bij LFG sneller toe. Een kleine stijging van het geluidniveau betekent dat het geluid meteen als veel luider wordt ervaren. LFG zorgt voor meer hinder dan gewoon geluid.

Voor de hele lage frequenties ($f < 25$ Hz) geldt dat hoorbaar geluid direct hinderlijk is. Hoorbaarheid wordt daarom als beoordelingsmaat gebruikt bij LFG.

Normering

In Nederland zijn er geen wettelijke normen voor LFG.

Bij de door de DCMR gebruikte normen zijn waarneembaarheid en hinder als uitgangspunt gebruikt¹³.

In de figuur A en B is per tertsband (toonhoogte) weergegeven wat het geluidniveau (L_p) is. De beoordeling vindt plaats aan de hand van de drie grafieken. Voor Laagfrequent Geluid is er geen wettelijke norm. Dit betekent dat ingeval een bedrijf dat de bron is van het hinderlijke geluid het niet, alleen op grond van de genoemde normen, tot maatregelen gedwongen kan worden.

Toetsen van de waarneembaarheid

Uitgangspunt voor de waarneembaarheidstoets is de gemiddelde gehoordrempel. De gebruikte gehoordrempel in *referentiecure* (55+) geldt voor 5% van de mensen. Dus voor 95% van die mensen is het geluid dan nog niet waarneembaar. Bij geluidniveaus onder de curve is de kans op hinder daardoor klein. Boven de curve geldt dat hinder meer waarschijnlijk wordt. Als de frequentie, c.q. toonhoogte, toeneemt en hoger wordt dan 25 Hz, geldt niet meer dat hoorbaarheid direct hinder betekent. De referentiecure wordt dan soepel toegepast. De hinderlijkheid wordt vanaf dan vooral als basis voor de toetsing gebruikt.

Toetsen van de hinderlijkheid

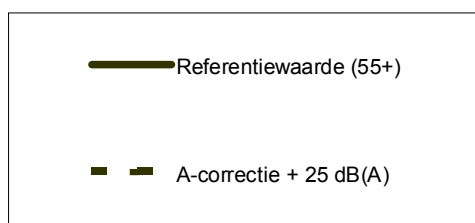
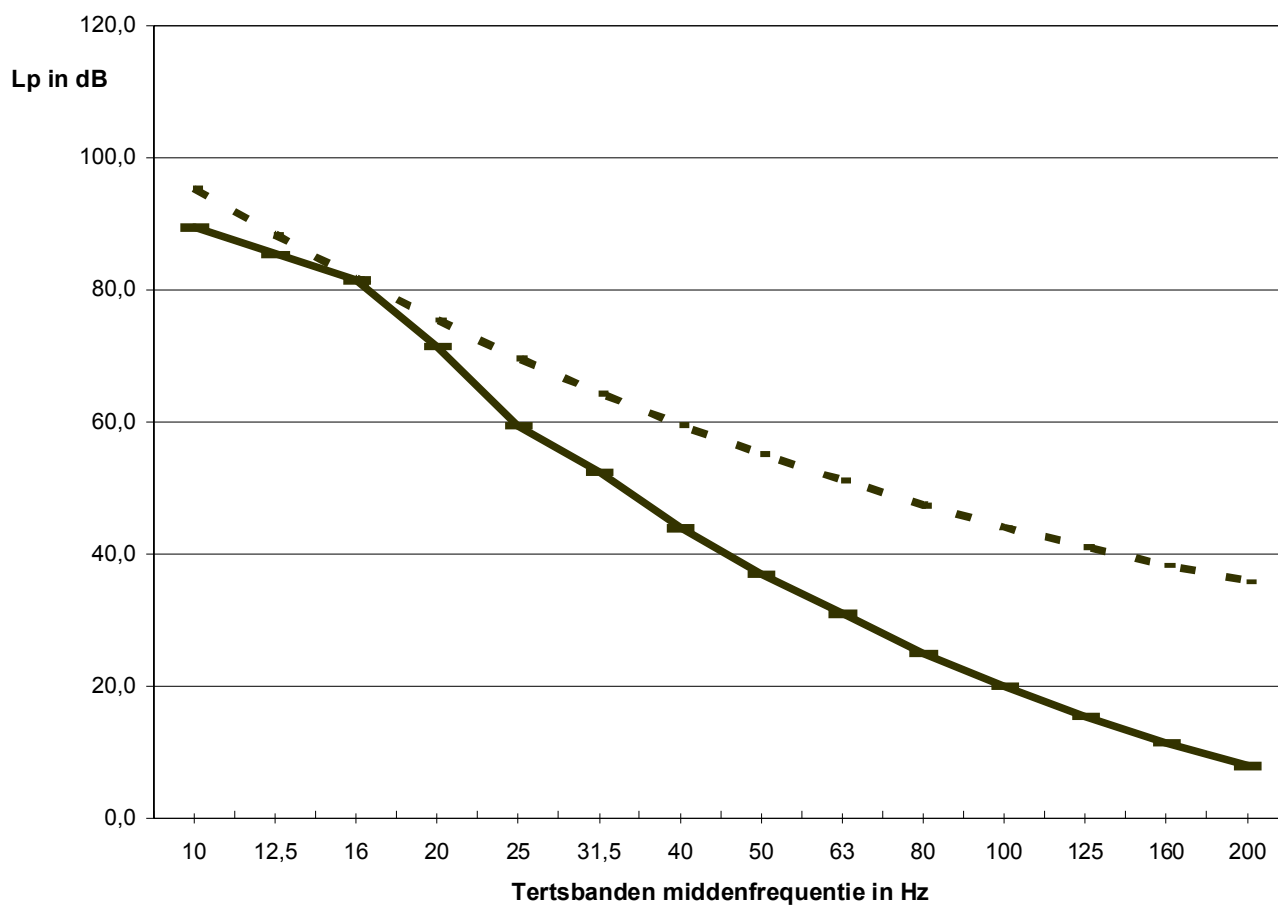
De *hindercurve* (zie figuur B) geeft per frequentieband (toonhoogte) het geluidniveau (hardheid van het geluid) weer waarbij de gemiddelde Nederlander het geluid als hinderlijk ervaart. Als de frequentie, c.q. toonhoogte, toeneemt geldt niet meer dat hoorbaarheid direct hinder betekent. Deze curve wordt met name als norm gebruikt voor frequenties boven de 25 Hz.

Toetsen aan de Wet Milieubeheer geluidnorm

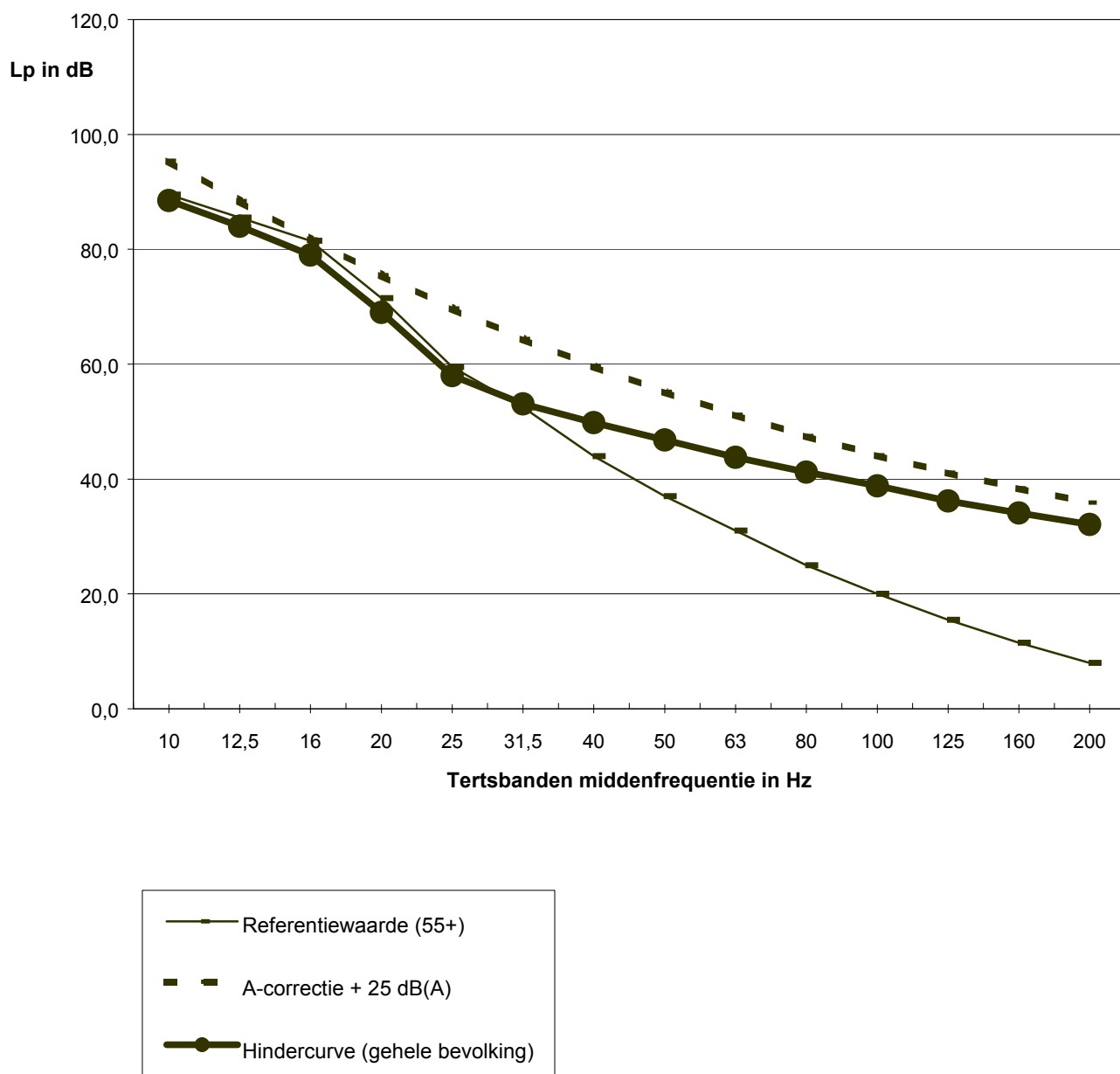
De *25 dB(A) curve* is een vertaling van de wettelijke geluidnorm in de woning (uit het Bouwbesluit). De norm voor het binnenniveau gedurende de nachtperiode (25 dB(A)) is omgezet naar een geluidniveau per tertsband (toonhoogte). Als bij één frequentie deze curve wordt overschreden, betekent dit dat die wettelijke geluidnorm wordt overschreden. Als een inrichting de overschrijding veroorzaakt moet het bedrijf dus maatregelen treffen. De LFG-klacht kan dan verder worden afgehandeld als een gewone geluidklacht. Dus volgens de Wet Milieubeheer. Er zijn dan wel sancties om het bedrijf tot maatregelen te dwingen.

¹³ Literatuur: Piet Sloven en Wim Soede 'Toetsing in de praktijk', in tijdschrift Geluid juni 1999

Figuur A: Toetstingscurves voor LFG



Figuur B: Toetstingscurves voor LFG



BIJLAGE II

Brononderzoek

De beschouwde potentiële bronnen zijn:

1. Elysium (welfare centre)
2. Winkels (Siciliboulevard)
3. Baggerschip
4. E.ON centrale (RoCa-centrale)
5. Kassen
6. Stadsverwarming
7. UMTS mast
8. Pompstations Hoogheemraadschap
9. Gaswinstation
10. Elektriciteitsmasten

Ad 1

Onderzocht in 2008 en opnieuw in 2009/2010. Uit de metingen blijkt dat het hoofdbron van het Elysium, de WKK-installatie bij de woningen aan de Middenweg al niet meer meetbaar is. Ook uit luisteronderzoek bleek dat de bromtoon aanwezig bleef ook als het Elysium was gesloten.

Ad 2

De spreiding van de klachten is over een zeer groot gebied (zie figuur 1) en niet beperkt zijn tot enkel een klein gebied rond de winkels. Hierom zijn de (nood)winkels aan de Siciliboulevard uit te sluiten als bron.

Ad 3

Het baggerschip was verantwoordelijk voor een bromtoon vooral in de woningen aan het begin van de Siciliboulevard. Deze klachten waren terug te voeren op de ligging van de boot. Veel klachten wanneer de boot nabij de woningen lag en weinig tot geen klachten als deze op grotere afstand lag of totaal niet in werking was. Tijdens de laatste situatie bleven de klachten over de bromtoon bestaan. De baggerboot is inmiddels verwijderd en de klachten zijn nog steeds aanwezig. De boot is niet de bron.

Ad 4

In de zomer van 2009 was de centrale gedurende een week uitgeschakeld voor onderhoud. Tijdens deze week zijn er meldingen geweest van hinder ten gevolge van de bromtoon. In die week zijn er tevens metingen uitgevoerd aan de centrale. Hieruit bleek dat nabij de centrale het geluid voornamelijk wordt bepaald door het wegverkeer. Tijdens die week zijn er ook metingen uitgevoerd in twee woningen volgens de bewoners was de bromtoon wel aanwezig, maar slechts heel zachtjes. De RoCa centrale als bron is daarmee heel onwaarschijnlijk.

Ad 5

De WKK-installaties van kassen kunnen een bron zijn van laag frequent geluid. Het effect hiervan is gezien de beperkte omvang van de installaties slechts plaatselijk. Een WKK installatie staat niet continu aan. Deze staat aan en valt uit wanneer er geen energie of warmtevraag meer is. Omdat wordt geklaagd over een continue bromtoon zijn de WKK-installaties een onwaarschijnlijke bron

Ad 6

Er zijn in 2007 in opdracht van Eneco door het adviesbureau Peutz metingen verricht aan het verdeelstation aan de Laan van Magisch Realisme. Uit deze metingen bleek het station niet de oorzaak van de bromtoon in de woning. Ook tijdens diverse rondes door de buurt met gehinderden bleek niet dat het geluid duidelijker aanwezig was bij het meetstation.

Ad 7

Volgens het RIVM en de KEMA is een UMTS mast een zeer onwaarschijnlijke bron voor laagfrequent geluid. De enige bron voor laagfrequent van een mast is de koelinstallatie. Hiervan is bij metingen in Berkel en Rodenrijs vastgesteld dat het geluidniveau van de koelinstallatie dusdanig laag dat het niet de bron kan zijn. Afhankelijk van de plaats zou een UMTS mast ten gevolge van de wind wel een hoog frequente toon kunnen voortbrengen. Maar de mast zelf kan geen bron zijn van laagfrequent geluid. De elektromagnetische velden van de masten zijn niet in staat in lucht meetbare thermodynamische drukverschillen te veroorzaken waaruit geluid ontstaat.

Ad 8

Voor de pompstations van het Hoogheemraadschap geldt dat het hier geen continue bronnen betreft. Deze bronnen zijn afhankelijk van de waterstand inwerking. Dit betekent dat de pompstations ook tijden achtereen uit kunnen staan. Het zijn daarmee onwaarschijnlijke bronnen. Tevens bleek uit onderzoek dat op diverse dagen dat er meldingen waren van de bromtoon de diverse pompstations in de omgeving niet inwerking waren. Bij metingen werd slechts een zeer laag geluidniveau vastgesteld.

Ad 9

Bij metingen aan het gaswinstation bleek dat deze wel laag frequent geluid voortbracht maar niet voldoende om voor zoveel overlast te zorgen. Op korte afstand was het geluid niet meer waar te nemen. Ook de diverse klagers gaven aan dat het geluid van het gaswinstation niet overeen komt met de bromtoon.

Ad 10

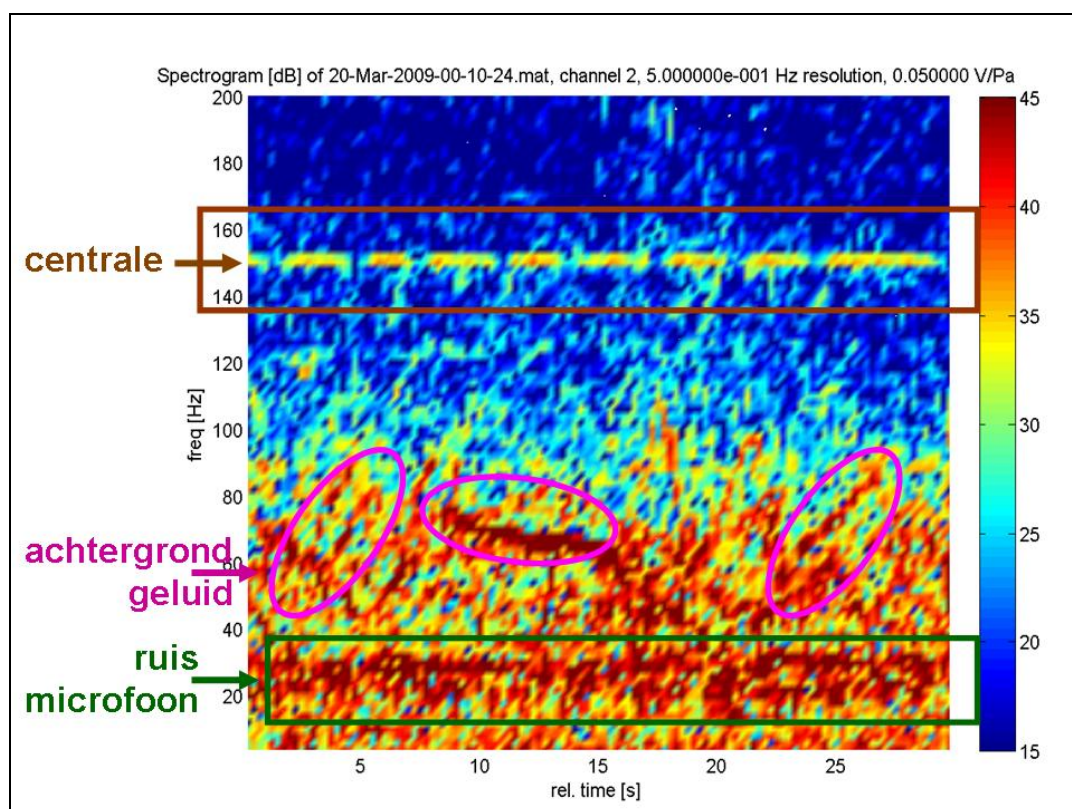
De elektriciteitsmasten zijn gedurende de periode diverse malen onderzocht. Ook zijn er metingen uitgevoerd op diverse plekken nabij de elektriciteitskabel. Hieruit bleek dat er nabij de masten wat betreft laagfrequent geluid er geen toename was in de niveaus. Wel is er regelmatig vastgesteld dat het geluidniveau bij de masten iets hoger was. Dit werd veroorzaakt door het zogenaamde knetteren van de draden (hoogfrequent geluid).

BIJLAGE III

Weergave van meetresultaten uit NLR rapport Onderzoek laagfrequent geluid nabij de RoCa energiecentrale te Rotterdam (uit rapport NLR-CR-2009-212 (DMS 20974100)).

De geluidsdata zijn verzameld en bewerkt tot spectrogrammen. Spectrogrammen zijn grafieken waarin het geluid per frequentiegebied is uitgezet tegen tijd. In deze spectrogrammen is tijd op de horizontale as uitgezet, en de frequentie op de verticale as. De kleuring geeft de hoogte van het geluidsniveau aan, hoe roder de kleuring op een bepaalde frequentie, hoe sterker het signaal op die frequentie.

Voor de analyse is een range gekozen van 0 Hz tot 200 Hz daar het om laagfrequent geluid gaat. De spectrogrammen in de analyse worden in kleine intervallen van 30 seconden weergegeven. Deze intervallen zijn klein gekozen, om een goed beeld te geven van de aard van het geluid, daarnaast blijken de spectrogrammen karakteristiek gedurende een periode waarin de toestand van elk van de drie ketels niet verandert. Dat kan geverifieerd worden door de spectrogrammen die uit de geluidsdata zijn afgeleid achter elkaar te bekijken

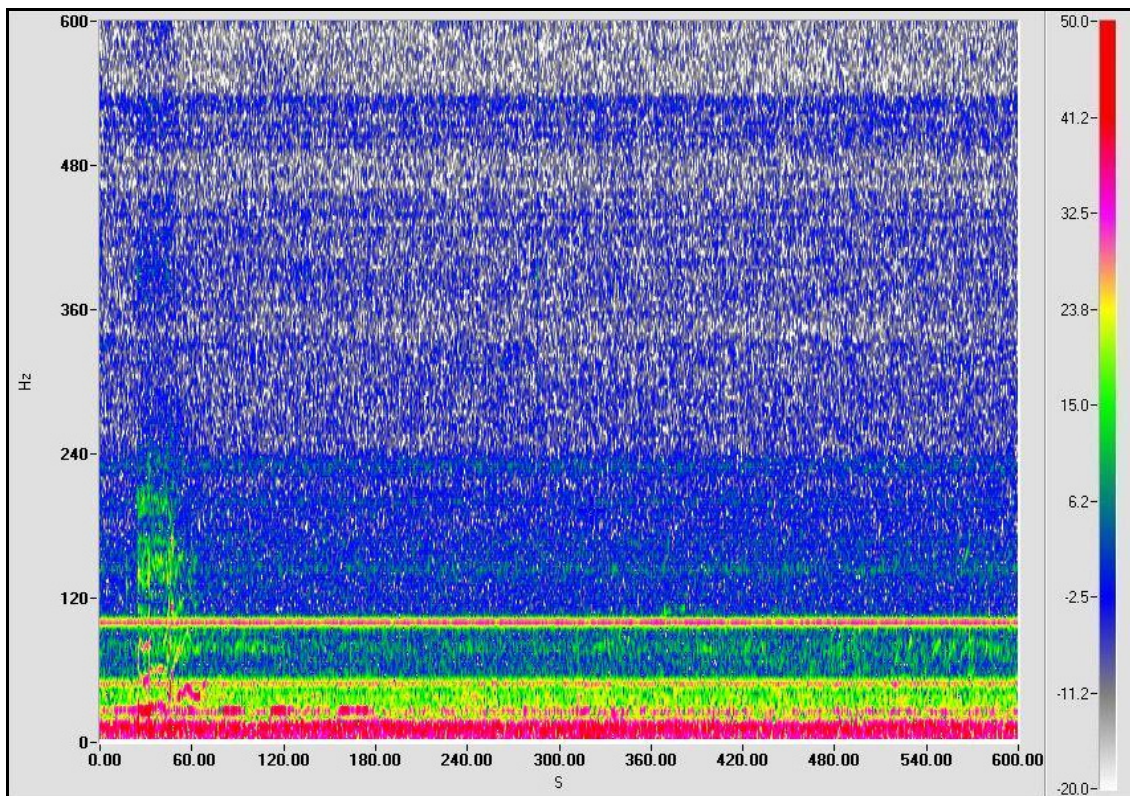


Figuur C: Voorbeeld van een spectrogram (overgenomen uit NLR rapport)

BIJLAGE IV

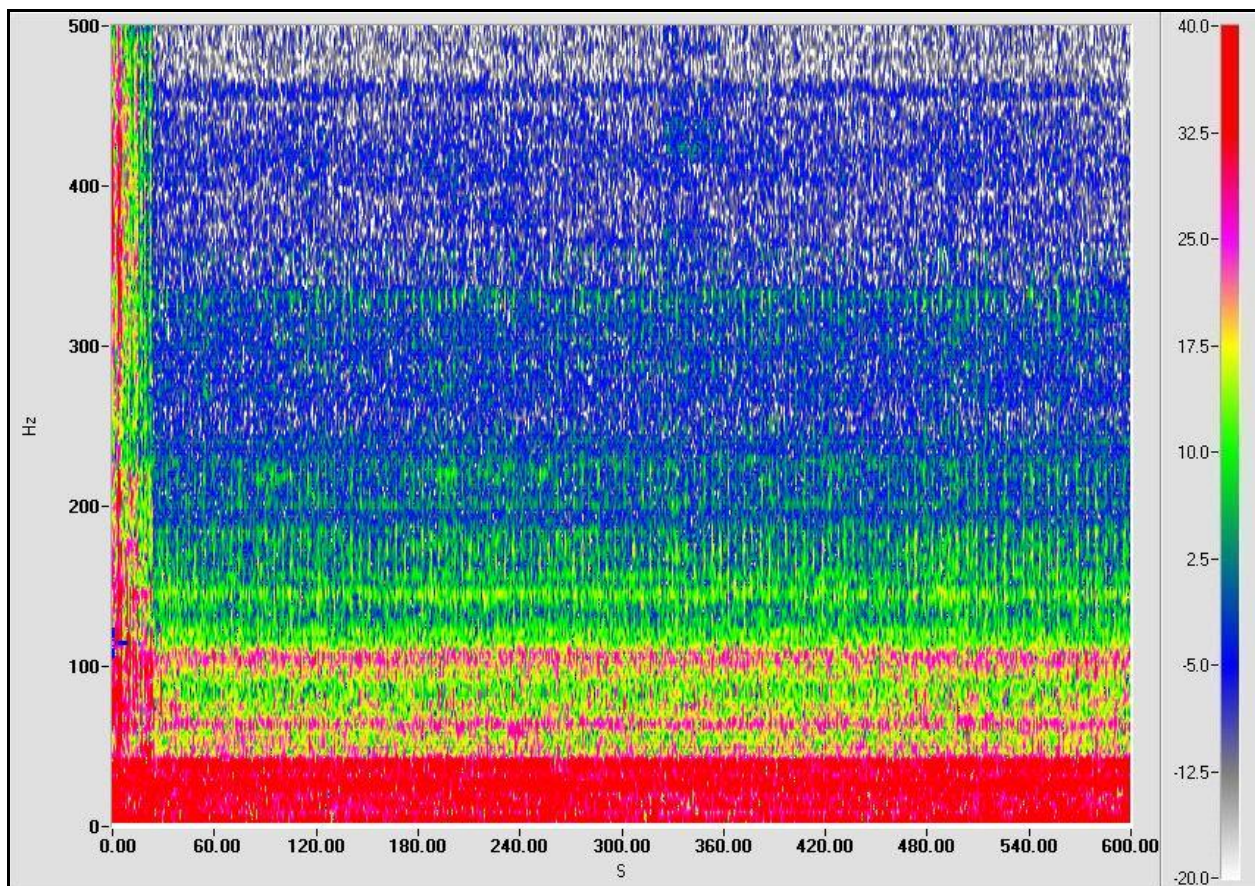
Weergave van de meetresultaten van de metingen in augustus 2009

Tijdens de metingen was het geluid volgens de klager heel zachtjes aanwezig. Een voorbeeld van de resultaten in de woning aan de Kretalaan is weergegeven in figuur C. De figuur laat een duidelijke lijn zien bij 100 Hz. Het geluidniveau is daar ongeveer 40 dB. Dit ligt boven de 55 + hoorbaarheidscurve. Geluid dat hoorbaar is voor meer dan 5% van de bevolking.



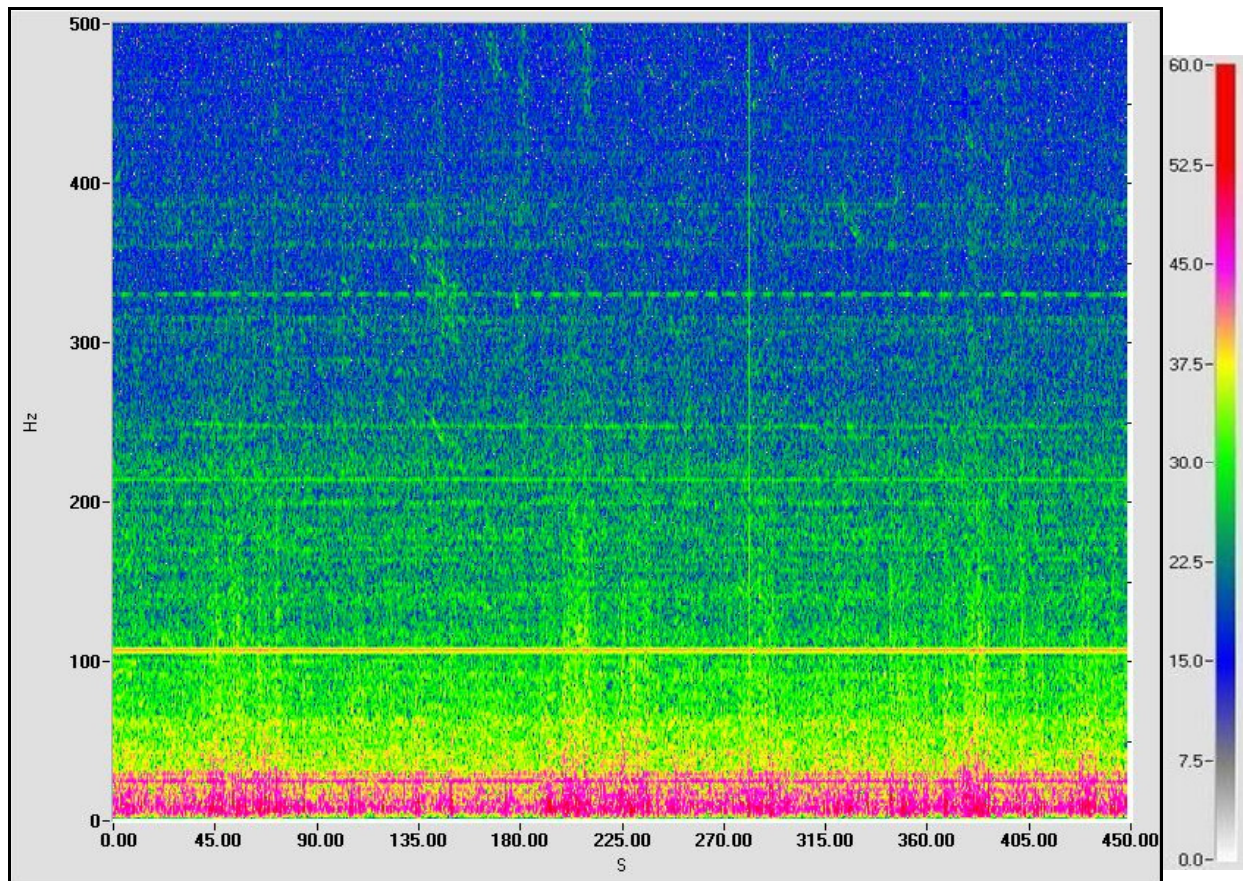
Figuur D: meting in woning Kretalaan (meetduur 600s)

Vervolgens zijn er metingen verricht in een woning aan de P. Cardinstraat. De klager hoorde geluid ook in de woning aan de P. Cardinstraat. In deze woning was meer geluid aanwezig en ook was het geluid van een duidelijk ander karakter (zie figuur D). Het pulserende karakter van het geluid in verschillende frequentiebanden is hierbij duidelijk anders dan in de woning aan de Kretalaan. Opvallend is dat de duidelijke lijn bij 100 Hz ontbreekt. Er is een bredere band van geluid boven de 100 Hz, maar de duidelijke lijn (toon) zoals aanwezig in de andere woning ontbreekt. Ook was er opvallend dat er meer geluid aanwezig is in de hele lage frequenties. Dit werd vooral veroorzaakt door wegverkeer (snelweg) en het ventilatiesysteem van het appartementencomplex. Uit de resultaten was geen conclusie te trekken anders dan dat de woning aan de P. Cardinstraat ongeschikt als meetlocatie i.v.m. het stoorgeluid van het ventilatiesysteem. Voor nuttige resultaten moet meting worden uitgevoerd als geluid duidelijk aanwezig is. De meting moet worden herhaald.



Figuur E: meting in woning P. Cardinstraat veel energie onder de 100 Hz (meetduur 600 s)

Er was tijdens de metingen ook een meetset aanwezig op het dak van de RoCa centrale (figuur E). Het daar gemeten geluid wijkt duidelijk af van dat in Nesselande. Opvallend is de duidelijke lijn rond de 110 Hz en het geluid rond de 330 Hz wat een impulsachtig karakter heeft. Beide zijn niet zichtbaar bij de metingen in de woningen.



Figuur E: Meting op dak RoCa centrale schaal 20 - 60 dB (meetduur 450 s)

De metingen leveren zodanig verschillende resultaten op, dat er geen conclusie te trekken is. Mede op basis van het feit dat de klager aangaf dat het geluid slechts zachtjes aanwezig was.

Voor nuttige resultaten moet meting worden uitgevoerd als geluid duidelijk aanwezig is. De metingen moeten worden herhaald op een moment dat de klager aangeeft dat het geluid luid en duidelijk aanwezig is, een zogenaamde uitruk meting.

BIJLAGE V

Bromtoon Nesselande (eindrapportage)

Datum: 23/08/2011

Rapportnummer: EA-27004R5

© Event Acoustics

Auteur: Peter van der Geer