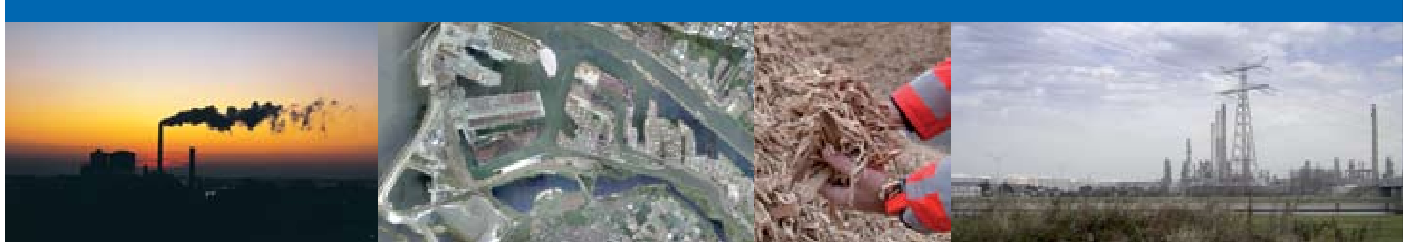


## Geluid in Beeld

Een onderzoek naar de deken van industriegeluid in  
Oostvoorne

Opdrachtgever: projecteigenaren "Geluid in Beeld"



# Geluid in Beeld

Een onderzoek naar de deken van industriegeluid in  
Oostvoorne

Opdrachtgever: projecteigenaren “Geluid in Beeld”

Rapportnummer:: PK07120/D01

Status: : Eindconcept

Datum : 29 oktober 2009

Projectleider : ir. M.H. van de Pavoordt

Auteurs : drs. M. Rensing  
ir. M.H. van de Pavoordt

Tweede lezer : ir. H. Glas  
Projectgroep Geluid in Beeld

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Kuiper & Burger Advies en Ingenieursbureau namens alle leden van de projectgroep Geluid in Beeld.

© 2009 Kuiper & Burger Advies en Ingenieursbureau.

## 0 Samenvatting

### 0.1 Inleiding

Al sinds jaren ondervinden de bewoners van Oostvoorne hinder van het geluid afkomstig van het industriegebied van de Maasvlakte en Europoort. Het geluid van de industrie daalt op gezette tijdstippen als een “deken van geluid” op Oostvoorne neer.

De geluidshinder wordt ervaren, maar tegelijkertijd houden de bedrijven zich ook aan de hun opgelegde maatregelen en vergunningvoorschriften. Ook uit het geluidbeheersmodel van de DCMR, waar alle bedrijven in het havengebied zijn opgenomen, blijkt dat de geluidcontouren niet overschreden worden. Om de verklaring voor de “deken van geluid” te vinden en naar de mogelijkheden te kijken of er iets aan de hinder gedaan kan worden is begin 2006 het project ‘Geluid in Beeld’ gestart.

### 0.2 Uniek project

‘Geluid in Beeld’ is een uniek project door de verscheidenheid aan bedrijven en organisaties, van industrie tot handhavers en wetenschappers, die de handen ineen hebben geslagen om dit project van de grond te krijgen.

Het project is in eerste instantie een initiatief van EMO, HbR en de DCMR. ECT, de Gemeente Westvoorne en BP hebben zich hierbij aangesloten. De kenniscentra TNO, DHV en DGMR hebben meegeholpen met de onderzoeken. Kuiper&Burger heeft het project gecoördineerd.

Een groep essentiële deelnemers zijn de bewoners van Oostvoorne zelf geweest. Een groot aantal inwoners heeft, op momenten dat zij hinder ondervonden van het industrie geluid, een melding gedaan via de speciale website, post en de DCMR meldkamer. Op deze manier zijn de perioden vastgesteld waarin industriegeluid te horen was in Oostvoorne. In het project zijn juist deze meldingrijke perioden onderzocht.

### 0.3 Opzet van het onderzoek

Als eerste zijn de klachten zoals ontvangen in de meldkamer van de DCMR over de afgelopen jaren onderzocht. Hieruit is naar voren gekomen dat vooral in de eerste maanden van elk jaar de meeste klachten zijn. Dit is gebruikt voor de verdere opzet van het onderzoek.

Van februari tot juni 2008 zijn de geluidniveaus gemeten op zeven meetstations, opgesteld langs de zuidrand van de Maasvlakte/ Europoort, tussen het havengebied en Oostvoorne en in Oostvoorne zelf.



**Figuur 0.1:** De meetlijnen Maasvlakte (links) en Europoort (rechts) waarover het geluid in dit project gemeten is met daartussen de verschillende meetposten.

Ook zijn allerlei gegevens over de productie en de inzet van verschillende machines en installaties van de bedrijven EMO, ECT en BP in deze periode bijgehouden. Tevens zijn andere mogelijke geluidsbronnen, zoals het verkeer op de N15, treinverkeer, schepen aan de kades en scheepsbewegingen bijgehouden.

Tot slot zijn de weersomstandigheden, zoals temperatuur en windrichting en snelheid verzameld.

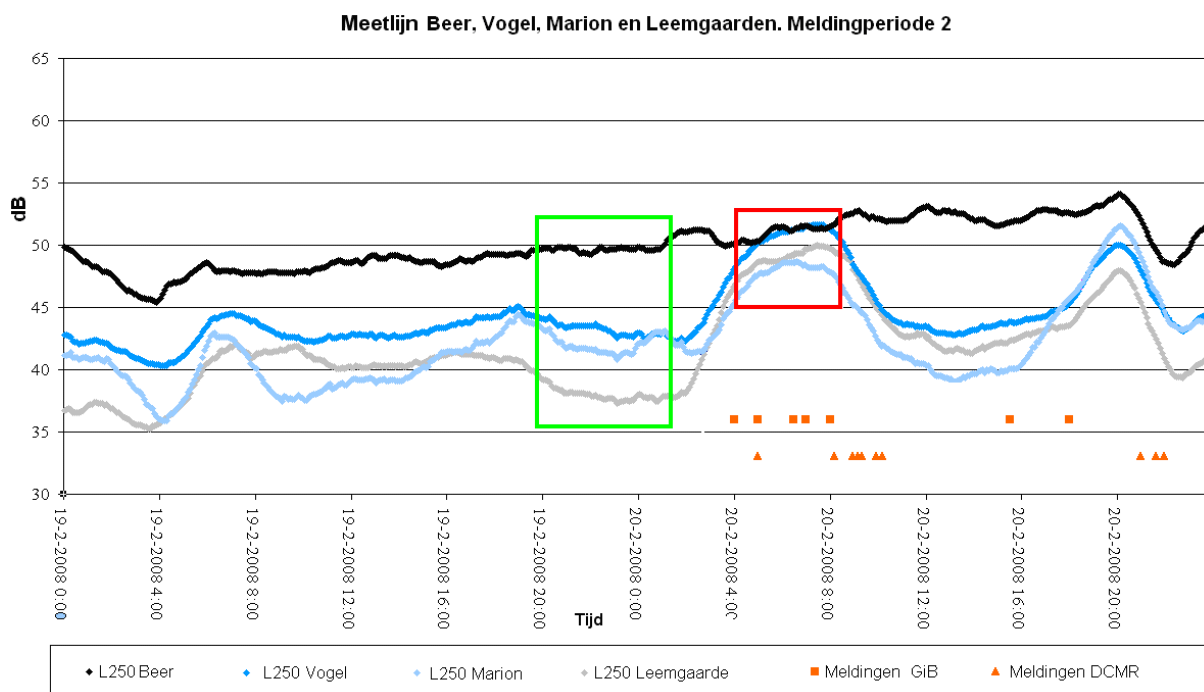
TNO heeft speciaal voor dit project een meteo-akoestisch model ontwikkeld. Hiermee kan de invloed van meteo-akoestische factoren op de geluidsoverdracht van Europoort/Maasvlakte naar Oostvoorne worden berekend. Het gaat hierbij om zaken zoals de temperatuur, de luchtvochtigheid, de windrichting en de bodemeigenschappen. Met behulp van het model kan de situatie van de geluidsoverdracht onder verschillende (weers-)omstandigheden bepaald worden. Het meteo-akoestisch model is gevalideerd door middel van kunstbronmetingen. Deze zijn gehouden in mei 2008.

## 0.4 Analyse en resultaten

Wanneer er gekeken wordt naar de bedrijfsactiviteiten van EMO, BP of ECT kan er geen verband gevonden worden tussen bepaalde activiteiten en de hoeveelheid meldingen. Een opvallend detail is zelfs dat in het Pinksterweekend meerdere meldingen zijn binnengekomen terwijl dit een erg rustig weekend wat betreft activiteiten op de industrieterreinen was.

Ook een verband tussen de hoeveelheid verkeer op de N15, het treinverkeer en de scheepbewegingen is niet gevonden. Een iets groter aantal schepen aan de kades tijdens de meldingrijke perioden is gevonden, maar dit verschil is niet significant en kan dus berusten op toeval.

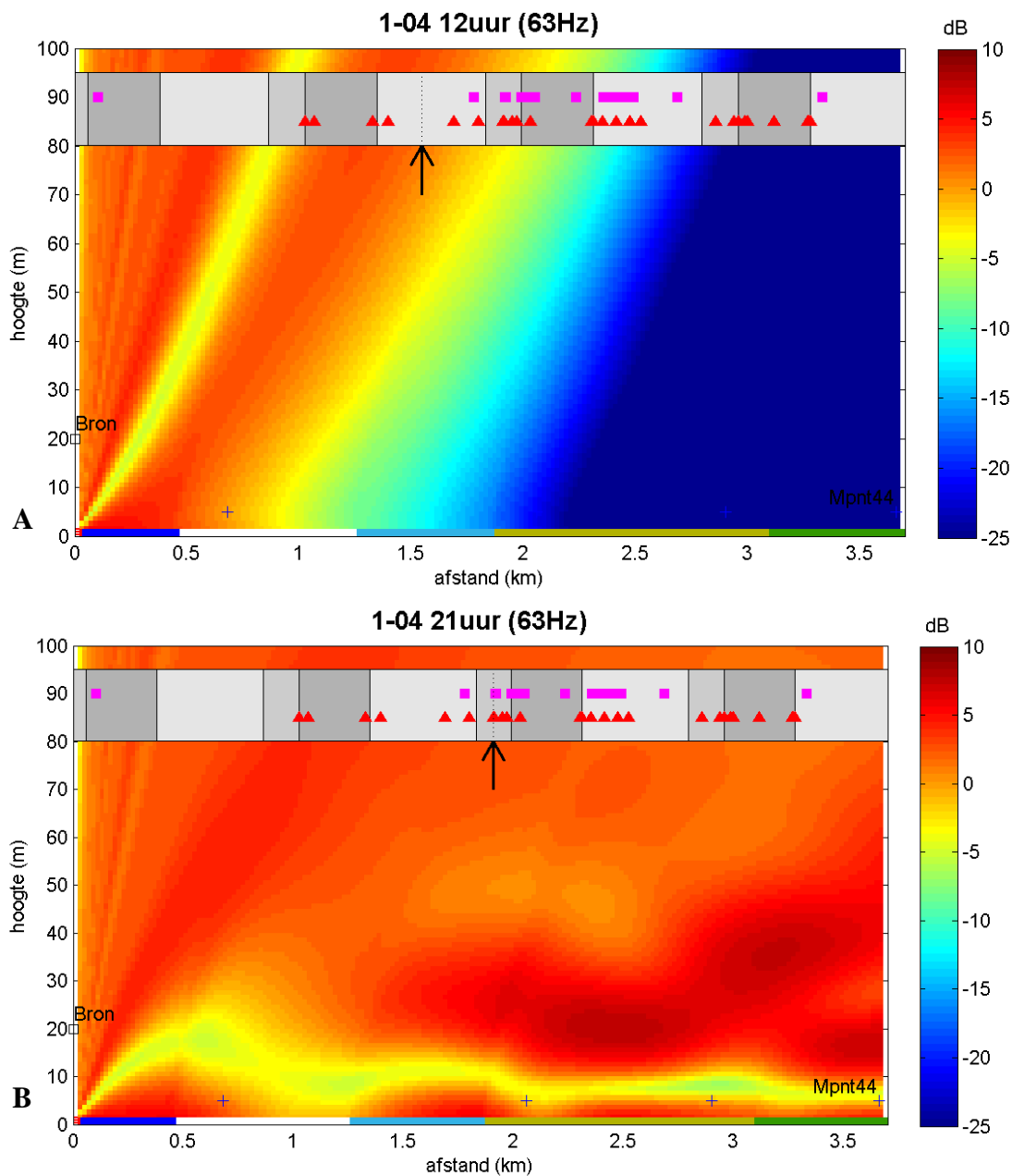
In de figuur 0-2 zijn de geluidsniveaus te zien van de 250 Hz octaaf band, zoals deze gemeten zijn door de verschillende meetposten op de meetlijn van de Maasvlakte tijdens een van de meldingrijke perioden.. Deze geluidsniveaus bestaan uit industriegeluiden en andere geluiden. De zwarte lijn (meetpost Beer) ligt het dichtst bij de industrie. Het geluidsniveau is hier dus ook het hoogst en blijft rond de 50dB schommelen zonder grote fluctuaties. De oranje stippen geven de tijdstippen weer waarop meldingen van industriegeluid zijn binnengekomen.



**Figuur 0.2:** Geluidsmetingen 250 Hz octaaf band van de verschillende meetposten op meetlijn Beer, tijdens een meldingrijke periode. In het groene kader is een periode aangegeven zonder meldingen. De geluidsniveaus liggen hier ver uit elkaar. In het rode kader is een periode te zien waar de geluidsniveaus zijn “samengeknepen”. Dit is een periode met relatief veel meldingen.

In figuur 0-2 is bijzonder verschijnsel te zien; op de momenten dat de meldingen beginnen binnen te komen, worden de geluidsniveaus op alle meetposten als het ware samengeknepen tot een gelijk geluidsniveau (rode kader). Dat oogt bijzonder onlogisch, maar is verklaarbaar door het feit dat op deze momenten de overdracht van industriegeluid, vanwege weersomstandigheden, optimaal is. Er ontstaat als het ware ‘kortsluiting’ in de geluidsoverdracht, een gunstige situatie voor de geluidsvoortplanting waardoor het geluid onverzwakt Oostvoorne bereikt.

Met behulp van met ontwikkelde meteo-akoestisch model is de overdracht verder geanalyseerd. In figuur 0-3 is een actuele meldingrijke periode weergegeven. In figuur 0-3 A is een situatie met een slechte geluidsoverdracht, waarbij er ook geen meldingen zijn. Figuur 0-3 B laat de situatie 9 uur later zien. Hier is de geluidsoverdracht erg goed en komen er ook meldingen van industrielawaai binnen. Te zien is de “deken van geluid”.



**Figuur 0-3:** Berekende geluidsoverdracht tussen de Industrie (links) en Oostvoorne (rechts) op 1 april om 12:00 en 21:00 uur. De bron (de intensiteit van de industrie) is gelijk in beide figuren. De zwarte pijl geeft het tijdstip aan waarvoor de geluidsoverdracht is berekend, met actuele meteorologische gegevens. In figuur 0-3 A is de geluidsoverdracht slecht en is er geen geluidshinder in Oostvoorne. In figuur 0-3 B zijn de omstandigheden voor geluidsoverdracht erg goed. De Industrie is nu in Oostvoorne te horen, wat te merken is aan het aantal meldingen wat binnenkomt.

Het model bleek goed in staat te zijn om geluidsniveaus over grotere afstanden nauwkeurig te berekenen en gaf een goede correlatie met de ontvangen meldingen, waarbij de 63 Hz octaaf band een goed rekentechnische indicator bleek.

## 0.5 Conclusies en aanbevelingen

De Meldingen van de bewoners van Oostvoorne zijn goed verklaarbaar, zoals blijkt uit de berekeningen met het meteo-akoestisch model.

Omdat juist de overdracht een zeer grote invloed bleek te hebben, zijn zeer vergaande maatregelen bedacht om de geluidsreductie in die overdracht te vergroten. Deze zullen in de praktijk echter niet of nauwelijks haalbaar zijn. Voorbeelden van deze maatregelen zijn zeer hoge geluidschermen (tot 50 meter hoog), het proberen te veranderen van de windkarakteristiek door middel van grote ventilatoren, het opwarmen van het Oostvoornse meer, tot het dempen van dit meer en het planten van een bos. Al de maatregelen hebben een positief, maar zeer beperkt effect.

Hoewel er nu duidelijkheid is over hoe diverse perioden met een deken van industriegeluid ontstaan en dat de meldingen van bewoners logisch en begrijpelijk zijn, zijn de onderzoekers er zich van bewust dat de oorzaak in feite niet of nauwelijks valt weg te nemen. Daarmee is er geen oplossing geboden voor het probleem. Dit is een teleurstellende conclusie voor zowel de projecteigenaren als de bewoners van Oostvoorne. Het was voor alle partijen prettiger geweest als er een duidelijke oorzaak was aan te wijzen, die ook weggenomen had kunnen worden.

Mogelijk nader onderzoek zou zich kunnen richten op de schepen aan de kades en op de (on)mogelijkheid tot het nader specificeren van geluidsbronnen op de industrieterreinen op basis van hun bijdrage in de lage frequenties van het in Oostvoorne ontvangen geluid.

Een akoestisch weerbericht is technisch mogelijk. Hiermee kan op basis van het weerbericht een verwachting worden afgegeven of er hinder van industriegeluid wordt verwacht of niet. Of er behoefte is aan zo'n akoestisch weerbericht is niet onderzocht.

# Inhoudsopgave

0	Samenvatting .....	2
0.1	Inleiding .....	2
0.2	Uniek project .....	2
0.3	Opzet van het onderzoek .....	2
0.4	Analyse en resultaten .....	3
0.5	Conclusies en aanbevelingen .....	6
1	Inleiding .....	10
1.1	Aanleiding voor het project .....	11
1.2	Uniek project .....	11
1.3	Opbouw van het rapport .....	12
1.4	Leesbaarheid en compleetheid .....	12
1.5	Contactgegevens .....	12
2	Opzet project .....	13
2.1	Projectorganisatie .....	13
2.2	Projectonderdelen .....	14
2.2.1	Historisch klachtenonderzoek .....	14
2.2.2	Monitoren van de hinderbeleving .....	14
2.2.3	Monitoren geluidniveaus .....	14
2.2.4	Monitoren bedrijfsgegevens .....	15
2.2.5	Monitoren overige gegevens .....	15
2.2.6	Ontwikkeling meteo-akoestisch model .....	15
2.2.7	Kunstbronmetingen .....	15
2.2.8	Analyse .....	15
2.2.9	Mogelijke maatregelen .....	16
2.2.10	Rapportage en presentatie .....	16
2.3	Tijdspad .....	16
2.4	Onderlinge samenhang .....	17
3	Historisch klachtenonderzoek .....	18
3.1	Onderzoek .....	18
3.2	Effect van het Historisch onderzoek voor project “Geluid in Beeld” .....	19
4	Monitoren Hinderbeleving .....	20



5	Monitoren Geluidniveaus .....	24
5.1	inleiding.....	24
5.2	Meetposten .....	24
5.2.1	Leemgaarde en Meetpost Beer en Krab:.....	25
5.2.2	Meetpost Geus:.....	25
5.2.3	Meetpost Vogel: .....	25
5.2.4	Meetpost Marion: .....	25
5.2.5	Meetpost Leemgaarde en Betty:.....	25
6	Monitoren bedrijfsgegevens en overige gegevens.....	28
6.1	Monitoring bedrijfsgegevens.....	28
6.1.1	Europe Container Terminals (ECT) .....	28
6.1.2	Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) .....	28
6.1.3	BP Raffinaderij Rotterdam BV (BP).....	29
6.2	Monitoren meteo en overige gegevens.....	29
6.2.1	Meteo gegevens.....	29
6.2.2	Wartertemperatuur .....	29
6.2.3	Treingegevens .....	29
6.2.4	Verkeersgegevens.....	29
6.2.5	Scheepsbewegingen in de Mississippihaven - Hartelkanaal.....	30
6.2.6	Zeeschepen aan de kades .....	30
7	Ontwikkeling meteo-akoestisch model en kunstbronmetingen.....	31
7.1	Inleiding .....	31
7.2	Geluidsoverdracht .....	31
7.3	Kunstbronmetingen .....	34
7.4	Validatie van het meteo-akoestisch model.....	35
8	Analyse .....	37
8.1	Geluidsniveaus en meldingen .....	37
8.2	Monitoring bedrijfsactiviteiten.....	41
8.2.1	BP .....	41
8.2.2	ECT.....	41
8.2.3	EMO .....	42
8.3	Overige geluidsbronnen .....	43
8.3.1	Schepen.....	43
8.3.2	Treinverkeer .....	46
8.3.3	N15 .....	47
8.3.4	Wind vs. meldingen.....	48
8.4	Analyse met het meteo-akoestisch model .....	49
8.5	Samenvatting .....	53

9	Mogelijke maatregelen .....	54
10	Akoestisch weerbericht.....	63
11	Communicatie .....	64
12	Conclusie en Aanbevelingen .....	66
12.1	Analyse van de onderzoeksresultaten.....	66
12.2	Het meteo-akoestisch model .....	66
12.3	Maatregelen.....	67
12.4	Aanbevelingen.....	67
13	Dankwoord.....	68
14	Overzicht Bijlagen.....	69
1	Overzicht bijdrage van de verschillende partijen.....	69
2	Historisch klachtenonderzoek .....	69
3	Monitoring Hinderbeleving.....	69
4	Indicatieve geluidsbijdrage N15.....	69
5	Specificaties Matravib – Oper@ .....	69
6	Toepassingen en validatie van het meteo- akoestisch model.....	69
7	Geluidsmetingen en meldingen, grafieken van alle monitorings- en referentieperiodes .....	69
8	Verslag bewonersbijeenkomst 27 mei 2009.....	69
9	Geluidsbegrippen.....	69

## 1 Inleiding

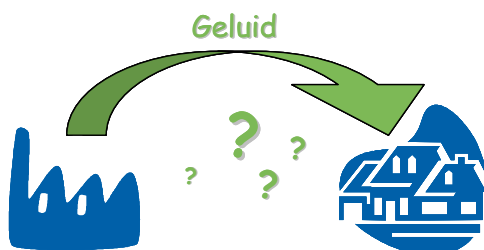
Al sinds jaren ondervinden de bewoners van Oostvoorne last van het geluid afkomstig van het industriegebied van de Maasvlakte en Europoort. Het geluid van de industrie daalt op gezette tijdstippen als “een deken van geluid” op Oostvoorne neer.

De geluidshinder wordt ervaren, maar tegelijkertijd houden de bedrijven zich ook aan de hun opgelegde maatregelen en voorschriften. Ook uit het geluidbeheersmodel van de DCMR, waar alle bedrijven uit de omgeving in zijn opgenomen, blijkt dat de geluidscontouren niet overschreden worden. Om toch te kijken of er iets aan de hinder gedaan kan worden is begin 2006 het project “Geluid in Beeld” gestart.

Het uiteindelijke doel van het project “Geluid in Beeld” is de industrie geluidhinderbeleving in Oostvoorne te reduceren. Hiervoor dient eerst inzicht te komen in de oorzaken hiervan. Het niveau van het industriegeluid in Oostvoorne is afhankelijk van de volgende aspecten:

1. de geluidbronnen op de Maasvlakte/Europoort
2. de geluidoverdracht tussen Europoort/Maasvlakte en Oostvoorne

Tenslotte is de beleving van industriegeluidhinder afhankelijk van het heersend achtergrondgeluid (voor dit project zijn dit alle andere geluiden behalve de industrie) in combinatie met de verwachting van de bewoners van Oostvoorne. In bijlage 9 zijn een paar verwijzingen van [www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl) opgenomen, waarin verschillende geluidsbegrippen op een toegankelijke wijze staan uitgelegd.



**Figuur 1.1:** de vraagtekens bij de overdracht van geluid vanaf de Maasvlakte/Europoort naar Oostvoorne

Het project is een initiatief van het Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) BV, Het Havenbedrijf Rotterdam NV (HbR) en de DCMR Milieudienst Rijnmond (DCMR). Tijdens de oriënterende fase, die startte in februari 2006, hebben Europe Container Terminals (ECT) BV en de Gemeente Westvoorne zich bij het project aangesloten. Ook de provincie Zuid-Holland heeft besloten dit project financieel te ondersteunen. Subsidie is ook verleend door het Ministerie van Economische Zaken. Op 26 april 2007 hebben alle partijen een intentieverklaring ondertekend en is het project officieel van start gegaan. Tijdens het project is BP Raffinaderij Rotterdam BV tegemoetgekomen aan ons verzoek om bedrijfsgegevens af te staan voor één van de projectonderdelen. Inmiddels zijn de verschillende projectonderdelen afgerond en zijn de resultaten van dit unieke project opgetekend.

## 1.1 Aanleiding voor het project

Met het project “Geluid in Beeld” zijn de aanbevelingen uit eerder onderzoek uitgevoerd. In 2003 heeft het HbR aan de DCMR opdracht verleend om de akoestische situatie in Oostvoorne te onderzoeken. In het eindrapport ‘Semipermanente geluidmetingen Oostvoorne’ zijn onder andere de volgende aanbevelingen gedaan, die met het project GiB zijn opgevolgd:

- Opstellen van een meteo-akoestisch model voor de geluidsoverdracht;
- (Semi-)permanente meetstations plaatsen in Oostvoorne, in het gebied tussen Oostvoorne en de Maasvlakte/Europoort en bij bedrijven op de Maasvlakte/Europoort.

Met het uitvoeren van het project “Geluid in Beeld” wordt daarnaast invulling gegeven aan de doelstelling van het convenant dat het HbR is aangegaan met de gemeenten Westvoorne en Rotterdam. De doelstelling van dit convenant betreft het komen tot een goede, duurzame, verstandhouding en samenwerking bij het streven naar een verantwoord evenwicht tussen versterking van de Rotterdamse Haven en verbetering van de leefbaarheid in Rijnmond. Het belang van deze doelstelling wordt onderstreept door verschillende andere organisaties op de Maasvlakte en Europoort.

De derde, en tevens de belangrijkste aanleiding voor het project is de opmerkelijke, maar algemeen erkende, ervaring van mensen in Oostvoorne, waarbij opeens een “deken van geluid” lijkt neer te dalen op de woonomgeving om na verloop van tijd plots weer te verdwijnen. Tot nu toe is er geen heldere verklaring voor dit fenomeen. Met dit onderzoek hoopt de projectgroep hier een beter beeld van te krijgen.

Als laatste aanleiding voor het project wordt het dilemma van vergunningverlening aangemerkt:

De overheid legt vergunningvoorschriften op aan bedrijven om op te kunnen treden tegen bijvoorbeeld geluidshinder. In Oostvoorne wordt geluidshinder ervaren, maar tegelijkertijd houden de bedrijven zich wel aan hun vergunningvoorschriften. In het geluidsbeheermodel van de DCMR zijn alle bedrijven uit de omgeving opgenomen. Ook uit dit model blijkt dat alle bedrijven gezamenlijk de afgesproken geluidscontour om de industrieterreinen niet overschrijden. Om toch iets aan de hinder te kunnen doen, dienen de oorzaken ervan inzichtelijk gemaakt te worden.

Het project staat net als het onderzoek naar de geluidemissie van de Suurhoffbrug los van de ontwikkelingen met betrekking tot de Tweede Maasvlakte en de Hartelstrook. Het te verkrijgen inzicht met betrekking tot geluidsoverdracht over grote afstanden kan wel in andere projecten worden gebruikt.

## 1.2 Uniek project

Het project “Geluid in Beeld” heeft meerdere unieke eigenschappen. Uniek is het dat drie zeer verschillende organisaties (EMO, HbR en DCMR) gezamenlijk hebben besloten om de oorzaak te gaan achterhalen van de geluidsproblematiek in Oostvoorne, en initiatief hebben genomen om dit project te starten. Deze drie initiatiefnemers hebben de individuele belangen van hun organisaties opzij gezet om zich gezamenlijk een doel te stellen: De oorzaak van de geluidshinder achterhalen en deze indien mogelijk reduceren. De uitvoering van dit project is alleen mogelijk geweest omdat alle drie deze initiatiefnemers een fors budget voor dit doel hebben vrijgemaakt.

Een ander uniek aspect aan dit project is de betrokkenheid van de bewoners van Oostvoorne. Het project is ontstaan door de klachten van de bewoners. Het gestelde doel is geheel gericht op de bewoners. De bewoners zijn actief betrokken bij het project. Sterker nog, zonder de medewerking van de bewoners had dit project niet kunnen plaatsvinden.

Uniek aan dit project zijn ook de gebruikte nieuwe technieken. Het meteo-akoestisch model dat gebruikt is in dit project, is speciaal gemaakt voor het gebied Maasvlakte/Europoort/Oostvoorne. Voor dit model heeft het ministerie van Economische Zaken een forse subsidie verleend vanwege het innovatieve karakter. Een model als dit is, voor zover bekend bij de onderzoeksinstituten, nog niet eerder in Europa (en mogelijk zelfs in de wereld) gemaakt voor een dergelijke toepassing.

Tenslotte is het project “Geluid in Beeld” uniek vanwege de *collectieve* inspanning van de zeer verschillende deelnemers om de diverse projectactiviteiten en –doelen te realiseren. Zakelijke concurrenten van elkaar, organisaties met schijnbaar tegenstrijdige doelen, hebben met elkaar samengewerkt. Hiermee is een uniek publiekprivaat samenwerkingsverband ontstaan, waarbij de projecteigenaren zijn ondersteund vanwege verschillende kenniscentra, die zitting hadden in de projectgroepbijeenkomsten. Ook zijn bewoners van Oostvoorne en verschillende weeramateurs bij het project betrokken, evenals gebiedsbeheerders van het landschap tussen Oostvoorne en de Maasvlakte/Europoort. Het geheel is gecoördineerd, gefaciliteerd en inhoudelijk ondersteund door een onafhankelijk adviesbureau. De diversiteit van al deze partners is van grote toegevoegde waarde geweest voor het proces en de uiteindelijke resultaten van het project.

### 1.3 Opbouw van het rapport

Het tweede hoofdstuk bevat de opzet van het project. Hier is de projectorganisatie beschreven en worden de verschillende projectonderdelen kort benoemd. Ook is het tijdpad gegeven dat gevolgd is. Na hoofdstuk 2 worden de projectonderdelen per hoofdstuk uitgewerkt. Hoofdstuk 3 beschrijft de opzet en de resultaten van het historisch klachtenonderzoek. Hoofdstuk 4 beschrijft de monitoring van de hinderbeleving. Hoofdstuk 5 en 6 beschrijven de monitoring van de geluidsniveaus en alle andere gegevens. Hoofdstuk 7 beschrijft de ontwikkeling van het meteo-akoestisch model en de kunstbronmetingen. In hoofdstuk 8 staan de resultaten van de analyse van de verzamelde data. Hoofdstuk 9 beschrijft de mogelijke maatregelen en hun effecten, waarna in hoofdstuk 10 de conclusies en de aanbevelingen volgen. Een uitgebreide set van bijlagen is aan het einde van het rapport bijgevoegd.

### 1.4 Leesbaarheid en compleetheid

Er is geprobeerd om dit rapport goed leesbaar te maken. Hierdoor is bewust weinig gebruik gemaakt van wetenschappelijk taalgebruik. Ook is ervoor gekozen om het rapport zoveel mogelijk te concentreren op de kernpunten van dit onderzoek. Het onderzoek heeft zeer veel data opgeleverd, die op verschillende manieren geanalyseerd zijn. Niet alle verschillende analyses zijn opgenomen vanwege de leesbaarheid van het rapport. De auteurs hopen op begrip indien sommige zaken mogelijk toch wat wetenschappelijk zijn benaderd of indien bepaalde onderdelen in de ogen van de lezer onvoldoende zijn uitgewerkt.

### 1.5 Contactgegevens

Extra informatie en updates zijn te vinden op: [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl)

Voor verdere vragen kunt u contact opnemen met:

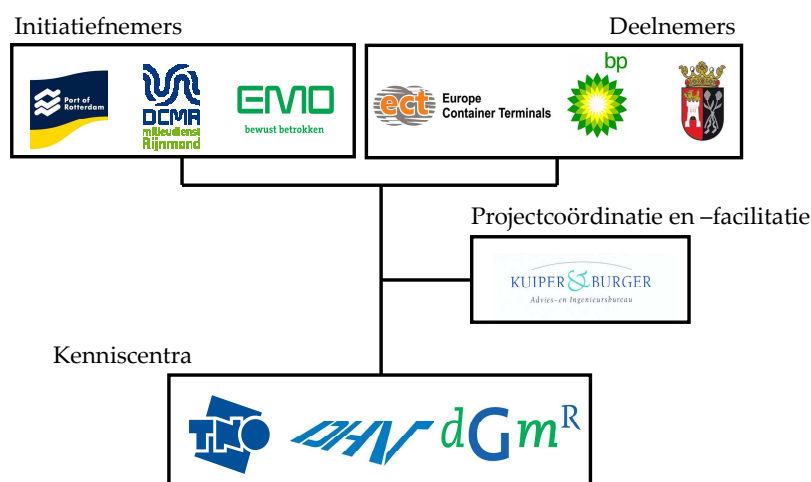
Kuiper & Burger Advies en ingenieursbureau

Telefoon: (079) 361 88 00  
Fax: (079) 361 92 32  
E-mail: [info@kuiperburger.nl](mailto:info@kuiperburger.nl)

## 2 Opzet project

### 2.1 Projectorganisatie

De organisatie van het project “Geluid in Beeld” is in de volgende figuur weergegeven.



**Figuur 2-1:** Weergave van de projectorganisatie

Het Havenbedrijf Rotterdam NV (HbR), de DCMR Milieudienst Rijnmond en het Europees Massagoed-Overslagbedrijf (EMO) BV zijn de initiatiefnumers van het project “Geluid in Beeld”. Europe Container Terminals (ECT) BV, de Gemeente Westvoorne en BP Raffinaderij Rotterdam BV (BP) hebben zich als deelnemers aangesloten bij het project. Met uitzondering van BP worden alle bovengenoemde organisaties aangemerkt als de projecteigenaren. De kenniscentra werken in opdracht van de projecteigenaren. Zij participeren in de verschillende onderzoeken en leveren hoofdzakelijk de projectresultaten op. De volgende kenniscentra hebben deelgenomen aan het project: TNO, DHV en DGMR.

Naast de projecteigenaren en de kenniscentra, heeft Kuiper & Burger Advies- en Ingenieursbureau de opdracht gekregen van de projecteigenaren om als coördinator en facilitator op te treden in het project “Geluid in Beeld”. Tevens heeft Kuiper & Burger het project inhoudelijk ondersteund.

Andere organisaties zijn benaderd om data of inzichten te verkrijgen:

- het KNMI en meteo-amateurs voor meteorologische data uit Oostvoorne en omgeving;
- het Zuid-Hollands Landschap voor toestemmingen om in het duingebied metingen te verrichten;
- Waterschap Hollandse Delta en Dive Center Capelle voor de temperatuur van het Oostvoornse meer;
- Vrije Universiteit Amsterdam voor de ontwikkeling van het meteorologisch model;
- ProRail in verband met de treinen over het traject langs de N15 van de Maasvlakte naar de Suurhofbrug.

Tenslotte hebben zowel de provincie Zuid-Holland als het ministerie van Economische Zaken het project financieel ondersteund.

In bijlage 1 zijn de bijdragen van de verschillende partijen aan het project opgesomd.

## 2.2 Projectonderdelen

Het project “Geluid in Beeld” bestaat uit verschillende projectonderdelen. De onderdelen betreffen:

1. Historisch Klachtenonderzoek
2. Monitoren Hinderbeleving
3. Monitoren Geluidniveaus
4. Monitoren Bedrijfsgegevens
5. Monitoren Overige gegevens
6. Ontwikkeling meteo-akoestisch model
7. Kunstbronmetingen
8. Analyse
9. Mogelijke maatregelen
10. Rapportage en presentatie

Hieronder worden de verschillende projectonderdelen apart besproken. In paragraaf 2.4 wordt het onderlinge verband uitgelegd.

### 2.2.1 Historisch klachtenonderzoek

Klachtenregistraties uit het verleden over geluidhinder van bewoners uit het gebied zijn onderzocht om na te gaan of er klachtenpatronen te onderscheiden zijn. Zo zijn de klachten uitgezet tegen de verschillende seizoenen en dagdelen. Ook is bepaald of een specifieke windrichting en -snelheid leidt tot een toename of afname van het aantal klachten. Aan de hand van de resultaten is richting gegeven aan de verdere invulling van de andere projectactiviteiten.

Het Historisch klachtenonderzoek is uitgevoerd door een medewerker van DGMR, in nauwe samenwerking met een geluidspecialist van de DCMR. De resultaten van het historisch klachtenonderzoek zijn samengevat in Hoofdstuk 3.

### 2.2.2 Monitoren van de hinderbeleving

De hinderbeleving bij bewoners in Oostvoorne is onderzocht. Bewoners zijn gevraagd om de momenten waarop zij hinder ondervonden van industriegeluid te melden. Deze melding bestond uit een korte vragenlijst die ingevuld diende te worden. Deze vragenlijst bestond uit feitelijke vragen over plaats, datum en tijdstip en diverse vragen over de omstandigheden waarin zij zich bevonden toen zij het industriegeluid hoorden en hoe zij het geluid ervoeren. Met deze gegevens is getracht het karakter van het geluid inzichtelijk te maken en om duidelijk te maken bij welke omstandigheden bewoners industriegeluid ervaren. Van februari 2008 tot begin juni 2008 zijn de meldingen verzameld. De lijsten zijn ingevuld door willekeurig geselecteerde bewoners uit Oostvoorne en vrijwilligers die zich tijdens voorlichtingsbijeenkomsten hadden opgegeven.

Dit projectonderdeel geeft de diversiteit van klachten aan en biedt inzicht in ondermeer de momenten waarop bewoners hinder ervaren.

### 2.2.3 Monitoren geluidniveaus

Van februari tot juni 2008 zijn semipermanente geluidmetingen uitgevoerd. Zeven meetstations zijn opgesteld langs de zuidrand van de Maasvlakte/Europoort, tussen het havengebied en Oostvoorne en in Oostvoorne zelf. Deze meetstations hebben in deze periode continu gemeten. De metingen geven, in

combinatie met bedrijfsgegevens, inzicht in de akoestische uitstraling (emissie) vanaf de Maasvlakte/Europoort. Naast de klachtmomenten geven ook veranderingen in de geluidsniveaus aanleiding om bepaalde momenten nader te onderzoeken: “Zijn er bijzondere omstandigheden?” ; “Wat doet het weer?”.

#### **2.2.4 Monitoren bedrijfsgegevens**

Ook zijn van februari tot juni 2008 door de deelnemende bedrijven (EMO, ECT en BP) tal van gegevens over hun productie en inzet van machines en installaties bijgehouden. De gegevens zijn verder in de analyse gebruikt om mogelijke oorzaken van het industriegeluid in Oostvoorne te onderzoeken.

#### **2.2.5 Monitoren overige gegevens**

Het onderzoek is speciaal gericht is op industriegeluid. Toch is besloten om, gedurende de hele onderzoeksperiode, ook de gegevens van andere mogelijke geluidsbronnen bij te houden. Zo zijn de gegevens over treinverkeer, het verkeer op de N15, scheepsbewegingen in de Mississippihaven en het aantal schepen aan de kades van EMO, ECT en BP bijgehouden. Daarnaast zijn ook gegevens verzameld over het weer, zoals windrichting, windsnelheid, temperatuur, luchtvochtigheid, en over de temperatuur van het Oostvoornse meer.

#### **2.2.6 Ontwikkeling meteo-akoestisch model**

Het meteo-akoestisch model voor dit project is ontwikkeld door TNO. In het model wordt de invloed van meteo-akoestisch factoren op de geluidsoverdracht van Europoort/Maasvlakte naar Oostvoorne in rekening gebracht. Het gaat hierbij om zaken zoals de temperatuur, de luchtvochtigheid, de windrichting en de bodemeigenschappen. Met behulp van het model kan de geluidssituatie bij verschillende (weers-) omstandigheden bepaald worden. Ook kan met behulp van het model een indicatie worden gegeven van het effect van bepaalde veranderingen in de omgeving. Het meteo-akoestisch model is gevalideerd door middel van kunstbronmetingen.

#### **2.2.7 Kunstbronmetingen**

Gedurende twee aaneengesloten dagen in mei 2008 zijn zogenoemde kunstbronmetingen uitgevoerd. Grote geluidboxen, die waren opgesteld in een vrachtwagen, hebben op verschillende tijdstippen meerdere geluidssignalen gegenereerd. Dit geluid, dat in Oostvoorne te horen was, is op een aantal plaatsen gemeten. Met de resultaten van de kunstbronmetingen is het meteo-akoestisch model, dat is opgesteld door TNO, gevalideerd.

#### **2.2.8 Analyse**

Met alle verzamelde gegevens is de analyse uitgevoerd en is getracht te ontdekken of er een relatie bestaat tussen industriegeluid en de meldingen van de bewoners van Oostvoorne.



### 2.2.9 Mogelijke maatregelen

De veronderstelling was, dat met de resultaten van de analyse een oorzaak zou kunnen worden gevonden voor de plotselinge deken van industriegeluid in Oostvoorne. Na afronding van de analyse zijn door middel van een brainstormsessie met specialisten mogelijke oplossingen bedacht, waarbij in eerste instantie alleen gekeken is naar de meest effectieve maatregelen. Of deze mogelijke maatregelen technisch of financieel haalbaar zouden zijn, was niet doorslaggevend in de beoordeling of deze maatregelen onderzocht zouden moeten worden. Op deze manier zijn er meerdere maatregelen bedacht en onderzocht.

### 2.2.10 Rapportage en presentatie

Als laatste worden alle resultaten samengevat in een rapportage en zijn de resultaten ook gepresenteerd aan de bewoners van Oostvoorne. Deze presentatie heeft plaatsgehad op 27 mei 2009.

## 2.3 Tijdsplan

Bovenstaande projectonderdelen zijn gestart na de ondertekening van de intentieverklaring tussen de partijen op 26 april 2007. Voor de volledigheid zijn alle aspecten van het project inclusief de voorfase benoemd. In tabel 2-1 zijn de onderdelen van “Geluid in Beeld” opgenomen met hun startdatum en einddatum.

**Tabel 2-1:** tijdsbestek van het project “Geluid in Beeld.”

Onderdeel	Startdatum	Einddatum
Voorfase en afstemming partijen, leidend tot opstellen projectplan en intentieverklaring	2005-2006	April 2007
Ondertekenen intentieverklaring		26 april 2007
Historisch onderzoek	Mei 2007	Oktober 2007
Vorbereiding op monitoring	Mei 2007	Januari 2008
Monitoren hinderbeleving	Februari 2008	Juni 2008
Monitoren geluidsniveaus	Februari 2008	Juni 2008
Monitoren bedrijfsgegevens	Februari 2008	Juni 2008
Monitoren overige gegevens	Februari 2008	Juni 2008
Ontwikkeling meteo-akoestisch model	Juli 2007	November 2008
Kunstbronmetingen		Mei 2008
Analyse	Augustus 2008	Maart 2009
Mogelijke maatregelen	Januari 2009	Maart 2009
Rapportage en presentatie	April 2009	September 2009

## 2.4 Onderlinge samenhang

De onderlinge samenhang tussen de verschillende onderdelen is mogelijk logischer dan het op het eerste zicht lijkt. Met het historisch onderzoek kunnen randvoorwaarden gevonden worden voor de monitoringsfase: wat zijn belangrijke zaken om te monitoren. In de monitoringsfase zijn vele verschillende gegevens verzameld, zodat de onderlinge samenhang kan worden onderzocht. Omdat uit eerder onderzoek al was gebleken dat het weer een belangrijke rol zou kunnen spelen, is het meteo-akoestisch model ontwikkeld. Een dergelijk model was niet beschikbaar en moest dus volledig ontwikkeld worden. Er was rekening mee gehouden dat het ontwikkelen ongeveer 1 jaar zou duren. Het model was dan ook als basis gereed voor de uitvoering van de kunstbronmetingen. Deze metingen zijn essentieel om het meteo-akoestisch model te valideren. Op basis van metingen is het model getest en kon worden beoordeeld of het gemaakte model betrouwbaar is. De tijd na de kunstbronmetingen is dan ook nodig geweest om alle metingen te verwerken in het model. Gekozen is om de kunstbronmetingen te verrichten ten tijde van de monitoringsfase.

De analyse kon pas starten nadat de monitoringsfase was afgerond. Met de resultaten van de analyse konden maatregelen worden bedacht, die vervolgens op effectiviteit konden worden getest in het meteo-akoestisch model. Tenslotte zijn alle resultaten samengevat in een presentatie en een eindrapportage. De presentatie van de resultaten is gegeven op woensdag 27 mei 2009 in hotel 't Wapen van Marion te Oostvoorne.

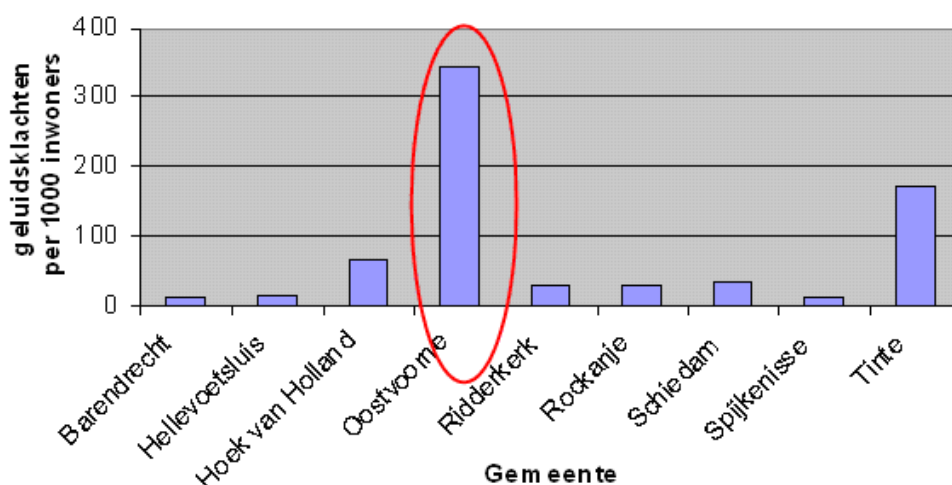
### 3 Historisch klachtenonderzoek

#### 3.1 Onderzoek

In dit hoofdstuk wordt het uitgevoerde historisch klachtenonderzoek behandeld. Het historisch klachtenonderzoek is uitgevoerd door DGMR in samenwerking met de DCMR. De belangrijkste resultaten en conclusies worden onderstaand behandeld. Het volledige onderzoek is opgenomen in bijlage 2. Alle klachten van 2000 tot 2006 zijn onderzocht. In totaal zijn er in die periode 600 klachten binnengekomen, die gerelateerd zijn aan industriegeluid.

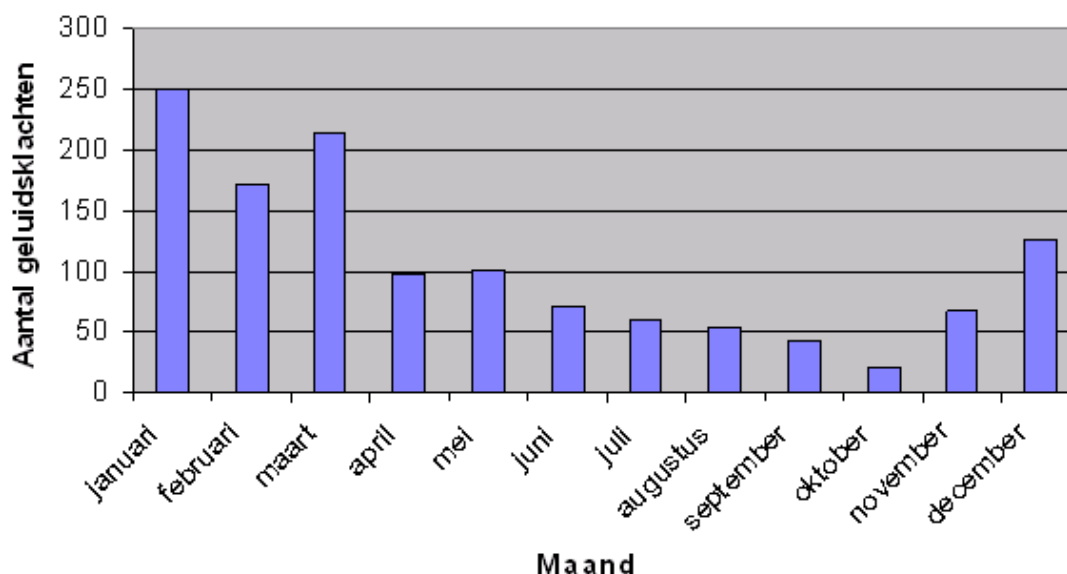


**Figuur 3-1:** (deel)gemeenten en dorpskernen in de regio Rijnmond waar klachten over industriegeluid gerapporteerd zijn



**Figuur 3-2:** De geselecteerde klachten toegedeeld aan een locatie.

In figuur 3-2 is te zien dat er uit Oostvoorne en in mindere mate uit Tinte veel meer klachten komen per 1.000 inwoners dan uit andere (deel)gemeenten/dorpskernen. Dit bevestigt het beeld dat er in de beleving van de inwoners meer hinder wordt gerapporteerd dan elders.



**Figuur 3-3;** Klachten m.b.t. Oostvoorne verdeeld over de maanden van het jaar.

Opvallend in figuur 3-3, is de stijgende trend in het aantal klachten vanaf november. Deze trend zet zich sterk door in januari, februari en maart, waarna het aantal klachten weer sterk afneemt. Verwacht werd dat er juist in de zomermaanden meer klachten zouden zijn, omdat mensen dan meer buiten zijn of ramen en deuren open hebben. Het omgekeerde lijkt het geval. Dit zou kunnen ontstaan door verschillende factoren: minder achtergrondgeluid in de winter (er zijn in de winter veel minder mensen op straat, het toerisme staat op een laag pitje, er zijn geen ruisende bladeren aan bomen en struiken, en er zijn minder vogels), of het feit dat er in de winter andere, ongunstigere weersomstandigheden zijn. Bij dit laatste kan gedacht worden aan het relatief koude Oostvoornse meer, waardoor een temperatuursinversie boven het meer zou kunnen gaan optreden. Temperatuur heeft een belangrijk effect op de voortplanting van geluid. Aan de andere kant kan uit voorgaande figuur afgelezen worden dat er het hele jaar door klachten over industriegeluid zijn.

Er is ook onderzocht bij welke windrichting de klachten vaker voorkomen. Uit dit onderzoek blijkt dat 61% van de klachten optreedt bij wind haaks op de kust, dat wil zeggen bij windrichtingen tussen westzuidwest en noordnoordwest. Binnen deze 61% zijn de meeste meldingen bij een noordwestelijke windrichting (van de Maasvlakte/Europoort naar Oostvoorne).

### 3.2 Effect van het Historisch onderzoek voor project “Geluid in Beeld”

Op basis van de resultaten uit het Historisch klachtenonderzoek is voor een monitoringsperiode in de winter en het voorjaar, van februari tot mei 2008 gekozen. Gedurende deze periode was de kans het grootst dat er een rustige periode en een periode met juist veel melding van geluidshinder zou voorkomen.

## 4 Monitoren Hinderbeleving

De monitoringsperiode van de hinderbeleving heeft plaatsgevonden van januari tot en met mei 2008, omdat uit het Historisch klachtenonderzoek naar voren kwam dat in deze periode de kans het grootste was op zowel een rustige periode als een periode met veel melding van geluidshinder.

Om de hinderbeleving te kunnen monitoren is de medewerking gevraagd van de bewoners van Oostvoorne. Op 13 december 2007 is er een openbare bijeenkomst geweest voor de bewoners van Oostvoorne georganiseerd door het Platform “Hinder & Veiligheid Westelijk Voorne”. Deze bijeenkomst ging specifiek over het project “Geluid in Beeld”. Tijdens deze bijeenkomst is aan de aanwezigen gevraagd of zij mee wilden werken aan het project door in de monitoringsperiode te melden wanneer zij industriegeluid zouden horen. Op deze avond hebben zich 14 vrijwilligers aangemeld.

Daarnaast zijn door de gemeente Westvoorne 100 willekeurige inwoners aangeschreven om mee te werken. De respons hierop was zeer laag. Er is besloten om nogmaals 100 willekeurige inwoners aan te schrijven. Op deze manier hebben zich in totaal 26 deelnemers gemeld.

In de voorbereiding op de monitoring is de GGD gevraagd mee te denken over een vragenlijst en het benodigd aantal deelnemers. De GGD heeft aangegeven dat om een statistisch verantwoorde monitoring (95% betrouwbaar) uit te voeren tenminste 384 inwoners deel zouden moeten nemen. Daarnaast zou een uitgebreide vragenlijst opgesteld dienen te worden met diverse controlevragen.

Afgezien van de financiële consequenties van een dergelijk groot onderzoek, leek het niet mogelijk om een deelnemersgroep van 384 te vinden en is in de projectgroep besloten dat een statistische benadering niet nodig was omdat meldingen van inwoners vooral gebruikt zouden gaan worden als startpunt voor de analyse. Het is belangrijker geacht, dat zo veel mogelijk meldingen zouden worden ontvangen en niet dat de melding statistisch betrouwbaar was. De projectgroep wilde niet in de mogelijke discussie uitkomen of een bepaalde melding wel betrouwbaar was of niet. Voor de projectgroep zijn alle meldingen als betrouwbaar aangenomen.

Daarnaast wilde de projectgroep de drempel voor het invullen van de vragenlijst zo laag mogelijk maken. Daarom is er gekozen voor een zo kort mogelijke vragenlijst, zonder controlevragen. De consequentie van deze beslissing is enerzijds geweest dat de monitoring geen vertraging heeft opgelopen, maar anderzijds dat aan de resultaten geen statistische significantie kan worden gehangen. Dat wil niet zeggen dat er niets met de resultaten gedaan kan worden. Integendeel. Maar er kan geen statistische waardering worden gegeven aan een aantal vragen zoals bijvoorbeeld bij de vraag over de waardering van de mate van hinder die op een bepaald moment beleefd wordt.

Tijdens het onderzoek hebben er nog een aantal bewoners spontaan aan de monitoring meegedaan, mogelijk naar aanleiding van het persbericht dat in de krant is geplaatst of de andere manieren van communicatie door de projectgroep. Langs deze weg hebben in totaal nog 14 verschillende mensen meegedaan. In tabel 3-1 zijn de aantallen bewoners die hebben meegewerkt samengevat:

Tabel 4-1; verschillende groepen vrijwilligers en aantallen

Groep	Grootte groep bij aanvang	Daadwerkelijk meegewerkt
Vrijwilligers	14	8
Willekeurig geselecteerde deelnemers	26	10
'Spontane' deelnemers	0	14
<b>Totaal</b>	<b>40</b>	<b>32</b>

Voor de monitoring is een vragenlijst opgesteld. Deze lijst bestaat uit verschillende onderdelen. In het eerste deel van de enquête zijn de respondenten gevraagd naar de locatie waar het geluid gehoord werd. Zowel de locatie in Oostvoorne als de locatie in of buiten het huis kon worden bepaald. Voor wat betreft de locatie in het huis zijn verschillende kenmerken achterhaald – bijvoorbeeld: op welke verdieping bent u; waren de ramen open?

Het tweede deel van de enquête diende inzicht te geven in het moment en de duur van het industriegeluid. De datum, tijd en duur van het geluid zijn hier ingevuld. In dit deel is tevens gevraagd wat de respondenten aan het doen waren op de momenten dat het geluid gehoord werd. Ook kon hier worden aangegeven of er meerdere geluidbronnen gehoord werden.

Het derde gedeelte van de enquête ging in op het soort geluid en de vermoedelijke oorzaak van het industriegeluid. Ondermeer kon aangekruist worden dat het geluid:

- klinkt als een aanhoudende brom;
- vermoedelijk wordt veroorzaakt door kranen;
- afkomstig is van de Europoort.

In deel vier van de vragenlijst is het gehoorde geluid gerelateerd aan eventueel eerder gehoord geluid. Er is gevraagd naar de frequentie dat het geluid per jaar optreedt en of de tijd tussen de industrie geluidmomenten vast of variabel is.

Deel vijf omvatte slechts één vraag: Hoe groot is de hinder die is ervaren tijdens het industrie geluidmoment. Op een schaal van 1 tot 5 is door de respondenten aangegeven in welke mate zij gehinderd werden op het gemelde moment.

De vragen in het laatste deel van de enquête zijn geformuleerd ten behoeve van de projectadministratie. Op welke tijd is de enquête ingevuld, door wie, etc. Met behulp van de antwoorden op deze vragen konden de respondenten op een later tijdstip eventueel achterhaald worden voor de gevallen waar dat gewenst is. Deze gegevens zijn bij de analyse van de resultaten niet verspreid om verspreiding van vertrouwelijke informatie te voorkomen.

Bij het opstellen van de vragenlijst golden verschillende randvoorwaarden:

- De vragenlijst mocht niet in de plaats komen van het melden van geluidshinder bij de meldkamer van de DCMR;
- De vragenlijst is alleen van toepassing bij het horen van *industriegeluid*. Het geluid van vliegtuigen en van treinverkeer over de Suurhofbrug vallen hier niet onder;
- De vragenlijst diende zoveel mogelijk meerkeuzevragen te bevatten om digitale verwerking van de antwoorden makkelijker te maken.

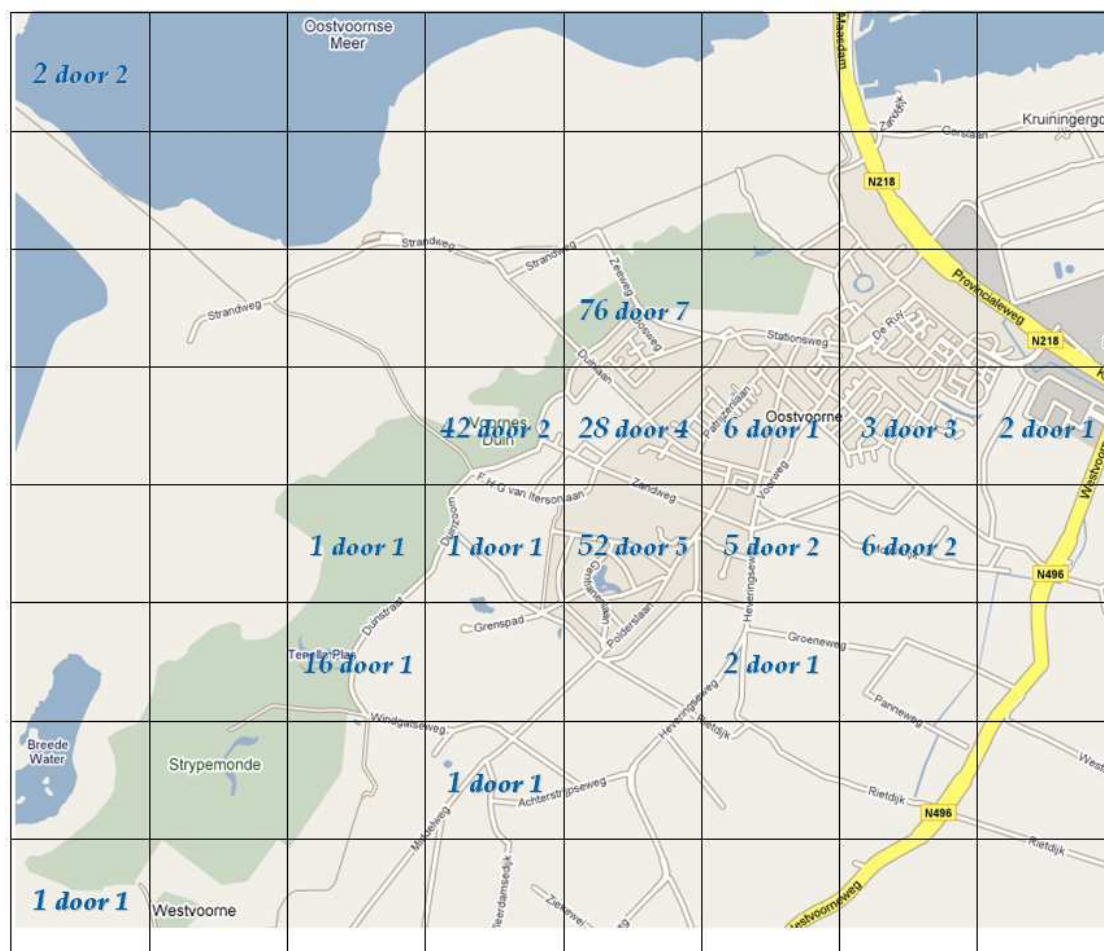
De vragenlijsten zijn op verschillende manieren ter beschikking gesteld aan bewoners. Als belangrijkste manier is gekozen voor invullen van de vragenlijst via de website van "Geluid in beeld". De vragenlijst was op de website eenvoudig bereikbaar. Iedereen, die zich van te voren had aangemeld, heeft een respondentnummer ontvangen. Met dat respondentnummer was eenvoudig in te loggen op de vragenlijst. Wanneer een nog niet aangemelde bewoner de vragenlijst via de website wilde invullen, kon deze dat op de website aangeven. Dan moesten een paar extra vragen worden beantwoord en werd vervolgens een

respondentnummer verstrekt per email. Naast de website zijn er ook papieren vragenlijsten verspreid in de gemeente. Zowel in het gemeentehuis als in de bibliotheek hebben deze vragenlijsten gelegen. Hiervan is ook gebruik gemaakt. Speciaal voor het insturen van papieren vragenlijsten is een antwoordnummer gebruikt, zodat bewoners geen kosten hoefden te maken om vragenlijsten op deze manier in te sturen.

Voorafgaand is ook bepaald dat de antwoorden niet gekoppeld mogen worden aan namen van respondenten door andere partijen dan de onafhankelijke coördinator van het onderzoek, Kuiper & Burger Advies- en Ingenieursbureau. De gegevens over bewoners, die hebben deelgenomen aan dit onderzoek, zijn daarom niet terug te vinden in dit rapport.

In totaal zijn er door de deelnemers 244 meldingen gedaan over industriegeluid. In figuur 4-1 is weergegeven waar de meldingen vandaan zijn gekomen, hoeveel meldingen dit waren en door hoeveel verschillende deelnemers de meldingen zijn gedaan.

Opvallend dat in het zuidelijk deel van Oostvoorne vrij veel meldingen gedaan worden (52). Dit spoot met de bevindingen van eerder onderzoek waar zowel meettechnisch als zintuiglijk is waargenomen dat op deze locatie meer dreunend geluid aanwezig is.



**Figuur 4-1;** Kaart van Oostvoorne met daarop aangegeven waar de binnengekomen meldingen vandaan kwamen. Per grid is aangegeven hoeveel meldingen er van die plek zijn binnen gekomen en door hoeveel verschillende mensen deze meldingen gedaan zijn.

Een belangrijk doel van de monitoring van de hinderbeleving is het bepalen van de meldingrijke periodes om daarmee de verdere analyse te starten. In tabel 4-2 zijn de dagen weergegeven met de meeste meldingen. Deze meldingen zijn per dag verdeeld over 4 tijdsvakken. Hieraan is te zien dat de meeste meldingen over de ochtendperiode en over de avondperiode zijn gedaan.

**Tabel 4-2;** Top 10 van dagen met de meeste meldingen

Datum	Totaal aantal meldingen	Nacht 0:00–6:00	Ochtend 6:00–12:00	Middag 12:00–18:00	Avond 18:00–0:00
22 februari 2008	14	0	6	1	7
17 februari 2008	13	2	6	0	5
6 maart 2008	12	3	6	2	1
20 februari 2008	11	3	6	1	1
2 maart 2008	11	1	4	4	2
2 april 2008	11	1	5	1	4
1 april 2008	9	1	2	1	5
5 maart 2008	8	0	6	0	2
21 februari 2008	7	0	4	0	3
18 maart 2008	7	2	3	1	1
19 maart 2008	7	0	4	2	1
<b>Totaal</b>	<b>110</b>	<b>13</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>32</b>

Uit deze dagen zijn 7 meldingrijke periodes vastgesteld. Zie hiervoor verder het hoofdstuk 8; analyse. Alle andere vragen zijn ook geanalyseerd. Om dit hoofdstuk tot het belangrijkste te beperken, zal daar hier niet op worden in gegaan.

Een volledig rapport over de monitoring van de hinderbeleving is bijgevoegd in bijlage 3.



## 5 Monitoren Geluidniveaus

### 5.1 Inleiding

Het monitoren van de hinderbeleving heeft in dezelfde periode plaatsgevonden als het monitoren van de geluidsniveaus en de overige monitoringsactiviteiten. Hierdoor kunnen alle gegevens worden gecombineerd. De projectgroep wilde niet blindelings het vooroordeel volgen dat de industrie op de Maasvlakte/Europoort de enige oorzaak is van alle geluidshinder. Omdat het hen echter wel voornamelijk ging om geluiden die gedurende langere tijd (enkele uren) hinder op leveren, is minder aandacht geschonken aan incidentele geluiden zoals bijvoorbeeld vliegverkeer. Omdat Voorne onder de wachtroute van Schiphol ligt is het echter niet ondenkbaar dat men hier incidenteel ook hinder van ondervindt.

Voor het monitoren van de geluidsniveaus is eerst gekozen welke gedeelte van het hoorbare geluid gemeten diende te worden. Omdat van te voren niet duidelijk was, welk geluidsbereik het meest van invloed zouden zijn, is ervoor gekozen om het gehele hoorbare geluidsbereik te meten. De gekozen meetinstrumenten zijn van het systeem Metravib – Oper@ en zijn geleverd door DHV. Dit systeem voldoet aan de hoogwaardige klasse 1 specificaties. De volledige specificaties zijn opgenomen in bijlage 5. Hiervan zijn 5 instrumenten ingezet. De overige twee instrumenten waren de mobiele meetstations van de DCMR. Deze meetstations voldoen aan dezelfde specificaties.

Aansluitend is gekozen waar en op hoeveel plaatsen de meetinstrumenten het best geplaatst konden worden. Gekozen is om 2 meetlijnen te vormen. De eerste meetlijn loopt van de Maasvlakte naar Oostvoorne en de tweede meetlijn van de Europoort naar Oostvoorne. Elke meetlijn bestaat uit vier meetposten, startend zo dicht mogelijk bij de industrie en eindigend in Oostvoorne. Daartussen zijn steeds twee locaties gekozen bij voorkeur verdeeld over de afstand, maar daar waar dat moeilijk was om dat goed te verdelen, is om praktische redenen een zo geschikt mogelijke locatie gekozen. Uiteindelijk zijn zo zeven meetlocaties gekozen, die in figuur 5-1 staan weergegeven.

### 5.2 Meetposten

- De Maasvlakte meetlijn bestaat uit de posten:
  - Beer (op de Beerdam),
  - Vogel (het vogelgebied net ten zuiden van het Oostvoornse meer),
  - Marion (hotel 't Wapen van Marion) en
  - Leemgaarde (het centrale meetpunt op het woon-zorgcomplex Leemgaarde).
- De Europoort meetlijn bestaat uit de posten:
  - Krab (het Krabbeterrein),
  - Geus (de rand van het Geuzebos),
  - Betty (het peuterspeelzaalgroep De Peuterhof aan de rand van Oostvoorne, waarvan 1 van de leidsters Betty heet) en
  - Leemgaarde (het centrale meetpunt op het woon-zorgcomplex Leemgaarde).

### **5.2.1 Leemgaarde en Meetpost Beer en Krab:**

Deze meetposten zijn het dichtst bij de industrie gelegen en van deze posten mag verwacht worden dat zij in hoofdzaak industriegeluid zullen meten. Nadeel van deze posten is dat zij last hebben van veel stoorgeluid van de N15, treinen, lokale bouwwerkzaamheden en varende schepen.

### **5.2.2 Meetpost Geus:**

Meetpost Geus is geïsoleerd gelegen, maar zal toch een behoorlijk deel stoorgeluid ondervinden van de N15 en treinverkeer.

### **5.2.3 Meetpost Vogel:**

Deze meetpost ondervindt vrijwel geen hinder van stoorgeluid en is relatief dicht bij de industrie gelegen, zonder dat verwacht mag worden dat geluid van (weg)verkeer of schepen dominant aanwezig is. Deze meetpost geeft een goed beeld van het industriegeluid inclusief een deel van de karakteristieke geluidoverdracht over het Oostvoornse meer.

### **5.2.4 Meetpost Marion:**

In combinatie met Vogel kan deze meetpost een goed beeld geven van de overdracht van industriegeluid. Deze meetpost staat wel onder meer invloed van stoorgeluid, maar relatief minder dan de posten direct bij de industrie en in het dorp.

### **5.2.5 Meetpost Leemgaarde en Betty:**

Deze meetposten staan midden in de bebouwde omgeving, waardoor sprake is van een behoorlijk groot aandeel (fluctuerend) stoorgeluid. De post op Leemgaarde staat hoog opgesteld, waarmee het lokale geluid toch een beperkte invloed heeft. Betty staat op een relatief rustige plaats waar lokaal geluid ook minder invloed heeft (met uitzondering van de tijden waarop de ouders de peuters brengen en halen en wanneer buiten gespeeld wordt).



**Figuur 5-1;** De twee meetlijnen met daartussen de verschillende meetposten.

Omdat bij de meetposten Vogel, Krab en Geus geen stroomvoorziening (of andere voorziening) aanwezig was, moesten deze posten op een andere manier van energie worden voorzien. Dat is gedaan middels zonnecellen en/of accu's. Van de zeven meetposten zijn er twee geleverd door de DCMR (hun eigen mobiele meetposten) en vijf door DHV. De twee posten van de DCMR waren volledig zelfvoorzienend voor wat betreft de stroomvoorziening.

De meetgegevens van de DCMR posten, werden ter plekke opgeslagen en periodiek uitgelezen door een medewerker van de DCMR.

De posten van DHV hadden een rechtstreekse verbinding met de controlepost in Den Haag. De meetdata werd dagelijks overgezonden en de conditie van de meetapparatuur werd dagelijks gecontroleerd. Tijdens de meetperiode is de capaciteit van de zonnecellen van de posten Betty en Geus verdubbeld om de continue werking van de apparatuur te garanderen. Op donkere dagen had Betty bij aanvang namelijk last van korte periodes van uitval.

De DHV post op Marion is eenmaal onklaar geraakt door blikseminslag. Omdat de meetgegevens direct naar de controlepost van DHV in Den Haag verzonden werden, werd dit snel geconstateerd en is het meetinstrument direct vervangen (binnen twee dagen)



**Figuur 5-2,** De verschillende meetposten; A: Meetpost Beer; B Meetpost Geus; C: Meetpost Marion; D: Meetpost Krab; E: Meetpost Leengaarden; F: Meetpost Betty, G: Meetpost Vogel.

In figuur 5-2 is te zien is dat de meetposten Vogel, Betty, Geus zelfvoorzienend zijn met zonnepanelen en de meetposten Krab en Beer zelfvoorzienend met accu's.

Gemeten zijn de geluidniveaus in het frequentiebereik tussen 20 Hz en 5000 Hz. Gedurende de hele meetperiode is 24 uur per dag gemeten. Per 5 minuten zijn er gemiddelde geluidniveaus berekend, zowel spectraal als eengetalswaarden. Dit heeft geleid tot een enorme hoeveelheid data die voor de analyse beschikbaar was.

## 6 Monitoren bedrijfsgegevens en overige gegevens

### 6.1 Monitoring bedrijfsgegevens

In de monitoringsperiode zijn door de drie deelnemende bedrijven, ECT, EMO en BP, gegevens bijgehouden over hun activiteiten. Alle drie de bedrijven hebben hun geluidsdeskundige laten meewerken.

#### 6.1.1 Europe Container Terminals (ECT)

ECT is een stuwadoors-, op- en overslagbedrijf voor koopmansgoederen in containers. Dit houdt o.a. in dat door ECT zeecontainers geladen dan wel gelost worden en eventueel worden opgeslagen en vervolgens afgevoerd. Bij aanvoer via schepen wordt gebruik gemaakt van container brugkranen (ook wel gantry cranes genoemd). Deze pakt de container van het schip en plaatst deze op een AGV (Automated Guided Vehicle) die de container naar het stack (opslag plaats containers) brengt. De container wordt in het stack geplaatst met behulp van een ASC (Automated Stacking Crane). Op een later tijdstip kan de container weer worden opgepakt met een ASC, gereed gezet worden voor een SC (Straddle Carrier) en op een vrachtwagen worden geplaatst of op een AGV die de container naar een container kraan brengt om de container vervolgens op een schip te zetten.

Het laden en lossen van schepen moet snel en efficiënt verlopen, daar worden de terminals door de rederijen mede op geselecteerd. Daarom worden er per schip meerdere kranen ingezet, voor zover deze beschikbaar zijn.

Voor de geluidsproductie van ECT zijn de container kranen, SC's, AGV's en de ASC's de belangrijkste geluidsbronnen. De inzet van dit equipment is daarom bijgehouden gedurende de monitoringsperiode.

#### 6.1.2 Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO)

Bij EMO worden massagoederen zoals erts en kolen op- en overgeslagen. Zeeschepen voeren deze massagoederen aan. Aan de kade worden ze gelost door brugkranen die de massagoederen direct overbrengen op transportbanden. Deze transportbanden brengen de massagoederen volautomatisch via een stelsel van verschillende transportbanden naar de opslagvelden alwaar de massagoederen door een gecombineerde stort- en graafmachine in hopen worden gelegd. Wanneer de massagoederen nodig zijn, worden deze door dezelfde machine weer afgegraven en op de transportbanden gebracht. De transportbanden vervoeren de massagoederen vervolgens naar een trein of naar een binnenvaartschip. Voor geluid zijn met name de brugkranen, de transportbanden en in mindere mate de stort- en graafmachines van belang. Omdat er vele transportbanden zijn, bleek het handig om EMO in verschillende zones in te delen. De activiteiten van de brugkranen, transportbanden en stort- en graafmachines zijn specifiek bijgehouden in de monitoringsperiode.

### **6.1.3 BP Raffinaderij Rotterdam BV (BP)**

BP is een olieraffinaderij. Ruwe olie wordt per zeeschip aangevoerd. Aan de kade worden de zeeschepen leeggepompt en wordt de olie afgevoerd naar de opslagtanks. Daarvandaan gaat het de raffinaderij in alwaar het wordt verwerkt tot verschillende eindproducten, zoals benzine, die via pijpleidingen afgevoerd worden. De raffinaderij bestaat uit verschillende onderdelen (fabrieken), die op elkaar zijn aangesloten. De raffinaderij draait volcontinu, oftewel 7 dagen per week, 24 uur per dag. Wanneer één fabriek in storing mocht vallen, kunnen niet alle andere fabrieken worden stilgelegd. In zo'n geval worden de gassen die ontstaan in de stilgevallen processen om veiligheidsredenen verbrand in de fakkelininstallaties totdat de storing is verholpen. Vanuit geluidoogpunt is vooral dit affakkelen van belang, omdat dit een hard geluid maakt. Daarnaast is het afblazen van de stoomturbines van belang. Deze gegevens zijn dan ook specifiek bijgehouden in de monitoringsperiode.

## **6.2 Monitoren meteo en overige gegevens**

Tijdens de monitoringsperiode zijn naast de gegevens van de deelnemende bedrijven de volgende aspecten bij de monitoring betrokken:

### **6.2.1 Meteo gegevens**

De meteo gegevens van de weeramateur zijn gemeten in Hoek van Holland. Hoewel Hoek van Holland niet in het onderzoeksgebiedgebied ligt, is toch voor deze weeramateur gekozen omdat er geen andere directe meetwaarden voorhanden waren in het onderzoeksgebied. De verwachting was ook dat er geen noemenswaardige verschillen tussen het weer in Hoek van Holland en Oostvoorne zijn.

De weeramateur heeft o.a. windsnelheid, windrichting, temperatuur en neerslagegegevens aangeleverd aan het project. Naast deze gegevens zijn ook van het KNMI de gegevens gekregen, inclusief de zogenaamde HiRLAM data voor geheel Nederland, waaruit de gegevens zijn gehaald voor het meteo-akoestisch model.

### **6.2.2 Watertemperatuur**

Van de duikclub van het Oostvoornse meer zijn de watertemperatuurgegevens ontvangen. De duikers hebben de temperatuur regelmatig gemeten.

### **6.2.3 Treingegevens**

Van spoorbeheerder ProRail zijn de gegevens van alle treinen ontvangen, die in de monitoringsperiode over het spoor hebben gereden op het stuk spoor ten westen van de Suurhofbrug. Deze gegevens betreffen o.a. de rijrichting, de lengte van de trein, het spoor en de tijd en datum.

### **6.2.4 Verkeersgegevens**

Door DHV is indicatief onderzoek gedaan naar de bijdrage van het verkeersgeluid van de N15. Een notitie hiervan is opgenomen in bijlage 4.

### **6.2.5 Scheepsbewegingen in de Mississippihaven - Hartelkanaal**

Het HbR houdt alle bewegingen van alle schepen in de Rotterdamse haven bij. Voor de monitoringsperiode zijn specifiek de scheepsbewegingen bijgehouden in de Mississippihaven - Hartelkanaal. Deze haven met kanaal ligt het dichtst bij Oostvoorne. Alle bewegingen van de verschillende schepen zijn bijgehouden.

### **6.2.6 Zeeschepen aan de kades**

Naast het bijhouden van alle scheepsbewegingen, houdt het HbR ook bij waar schepen aanmeren. Hieruit zijn de gegevens gehaald wanneer er zeeschepen aan de kades van ECT, EMO en BP aangemeerd lagen tijdens de monitoringsperiode. ECT heeft 3 kadeplaatsen, EMO heeft 4 kadeplaatsen en BP heeft 5 kadeplaatsen. Bijgehouden is, wanneer, waar en hoe lang er schepen aan de verschillende kades hebben gelegen.

## 7 Ontwikkeling meteo-akoestisch model en kunstbronmetingen

### 7.1 Inleiding

Een van de doelen van “Geluid in Beeld” is de hinderbeleving in Oostvoorne te verminderen. Het verkrijgen van inzicht in de overdracht van geluid speelt hierbij een belangrijke rol. Om deze rede heeft TNO speciaal voor het gebied rond de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne een meteo-akoestisch model ontwikkeld. Het model houdt rekening met de vele land-water overgangen die kenmerkend zijn voor het gebied, en de meteorologische situatie ter plaatse complex maken. Het effect van het weer op de geluidsoverdracht kon ook niet met een standaard rekenmethode worden bepaald. Het rapport over de toepassing en de validatie van dit meteo-akoestisch model is toegevoegd in bijlage 6.

Met het meteo-akoestische model kan de geluidsoverdracht bij actuele weersomstandigheden worden berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met:

- a) Meteorologische factoren, zoals wind en temperatuur, maar ook factoren zoals vochtwaterhuishouding, bewolgingsgraad en bodemtype (bijvoorbeeld: bebouwing, water en vegetatie);
- b) Akoestische factoren, zoals de mate van geluidsabsorptie door de verschillende bodemtypes en de afbuiging van geluidstralen als gevolg van horizontale en verticale variatie van wind en temperatuur.

### 7.2 Geluidsoverdracht

De overdracht van geluid wordt door vele factoren beïnvloed zoals de windrichting, de windsnelheid, de temperatuur, de luchtvochtigheid, de opbouw van de luchtlagen, de hardheid van de bodem, etc. In figuur 7-1 wordt schematisch weergegeven hoe geluid wordt beïnvloed, wanneer alleen naar het effect van de wind wordt gekeken.

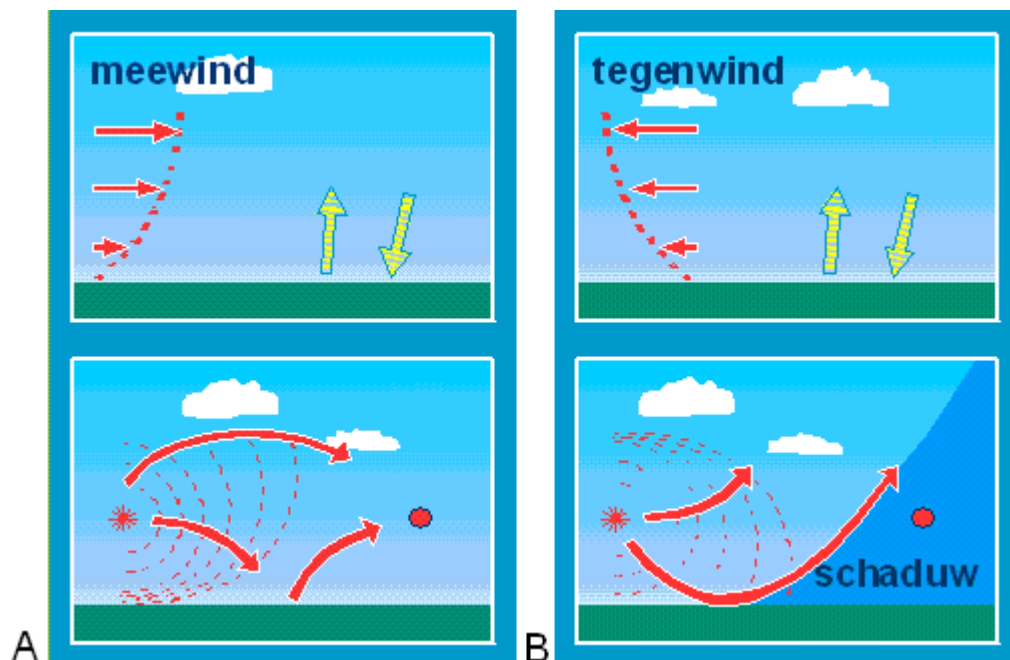
Turbulente lucht verstrooit geluid. Als turbulentie slechts matigt of zelfs helemaal afwezig is (laminaire lucht), worden de temperatuuropbouw en de wind belangrijk als factoren die de geluidvoortplanting beïnvloeden.

Bij een modale opbouw is de lucht boven kouder dan onder en het akoestisch effect is dat van “wind tegen”. Bij vormen van temperatuurinversie is die opbouw andersom en het effect vergelijkbaar als van “wind mee”.

Omdat de windsnelheid op grotere hoogte normaliter hoger zal zijn, wordt het geluid daar sneller overgedragen. Hierdoor wordt het geluid naar beneden gebogen, terug naar de grond. Het geluid zal dus over de grond stuiten. Dit wordt weergegeven in figuur 7-1A.

Als er tegenwind is, die ook op grotere hoogte sterker is, zal het geluid juist omhoog worden gebogen. Zo ontstaat een zogenaamde geluidsschaduw. Zoals te zien is in figuur 7-1B.

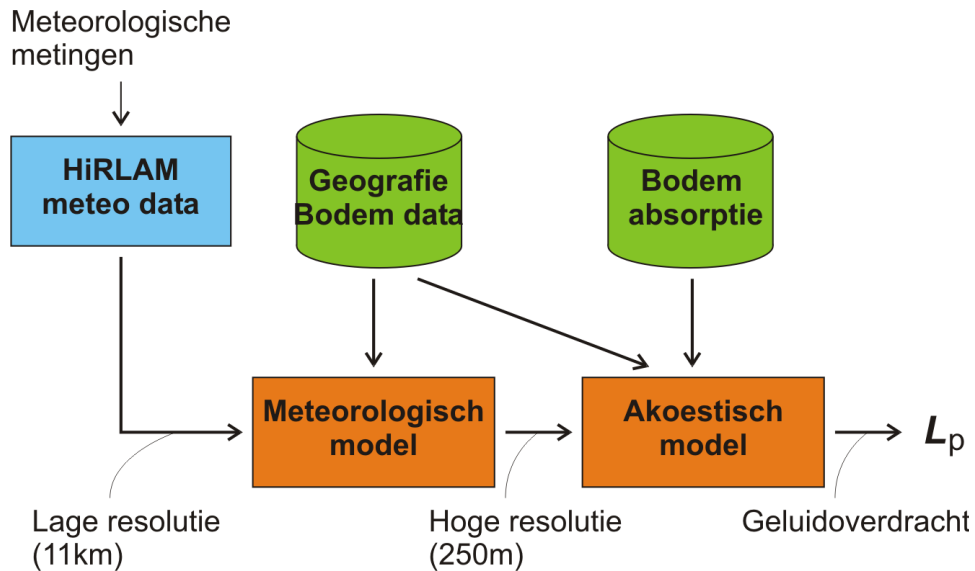




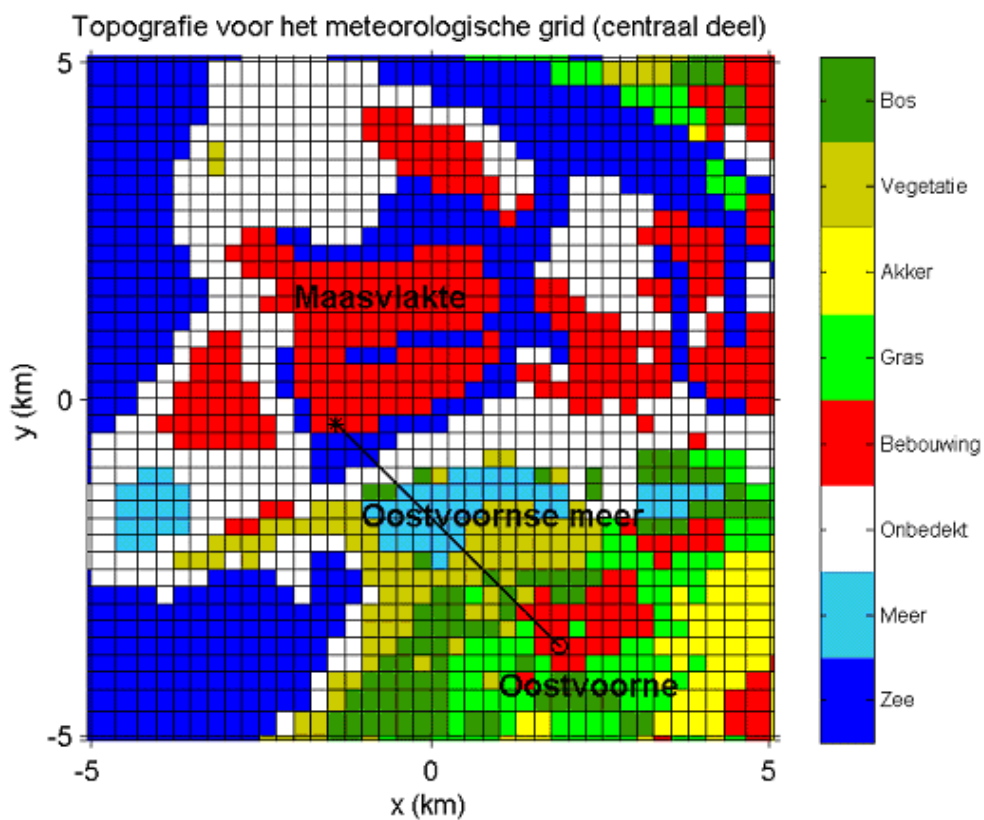
**Figuur 7-1:** Grafische weergave van de kromming van geluidstralen als gevolg van wind. A: Meewindsituatie; B: Tegenwindsituatie.

Zoals gezegd beïnvloeden diverse parameters of er “akoestische meewind” is of “akoestische tegenwind”. Dit wordt verder een goede geluidsoverdracht en een slechte geluidsoverdracht genoemd. Meer wetenschappelijke uitleg hieromtrent is opgenomen in bijlage 6. Deze parameters kunnen lokaal sterk anders zijn. Om de voortplanting van geluid goed te kunnen beschrijven, is het van belang om eerst de bodemsituatie goed in beeld te hebben. De bodem heeft direct en indirect invloed op de geluidsoverdracht. Ten eerste heeft de bodem een direct dempend effect. Dit effect verschilt per bodemtype. Geluid kan zich makkelijker voortplanten over harde oppervlakken zoals de zee of meren. Oppervlakken als bos en in mindere mate akkerland en grasland absorberende geluid meer. Een tweede indirect effect ontstaat doordat de bodem van invloed is op verschillen in warmteabsorptie, warmteafstraling en winddemping.

Vervolgens wordt weer data in het model gebracht. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van de gegevens van het KNMI (HiRLAM-data). Deze gegevens zijn echter vrij grof beschikbaar (data beschikbaar op een raster met stapgrootte van meerdere kilometers groot). Om dit te kunnen vertalen naar een fijnmazig raster met een stapgrootte van 250 meter bij 250 meter is een meteorologisch model gemaakt. Dit model is op de bodemstructuur gelegd. Vervolgens is de geluidsoverdracht aan het model toegevoegd door middel van een akoestisch model. In figuur 7-2 is dit schematisch weergegeven. In figuur 7-3 is een deel van het raster van het model weergegeven.



**Figuur 7-2;** Schematische weergave het meteo-akoestisch model



**Figuur 7-3;** Het bodemmodel weergegeven rond het onderzoeksgebied

### 7.3 Kunstbronmetingen

Om te bepalen of het aldus gemaakte meteo-akoestisch model de werkelijkheid beschrijft zijn de kunstbronmetingen uitgevoerd. De geluidsbron is opgesteld op locaties op Maasvlakte en bij Europoort, en vervolgens is de geluidsoverdracht gemeten langs 3 meetlijnen richting Oostvoorne (Figuur 7-6). Het is zeer uitzonderlijk dat een kunstbronmeting over een afstand van enkele kilometers uitgevoerd wordt. Omdat het geluid van de kunstbron op de meetposities toch nog duidelijk hoorbaar moet zijn boven het omgevingsgeluid, is een geluidsbron met een uitzonderlijk hoog vermogen gekozen. Met een vrachtwagen vol met geluidboxen is dit extreem harde geluid geproduceerd. De gekozen geluidsbron bestreek een groot deel van het hoorbare spectrum en had een vermogen van circa 150 dB(A). Dit is meer vermogen dan een popconcert in De Kuip! (Figuur 7-4). Het vermogen van de geluidsbron bleek (net) hoog genoeg om een geluid te produceren wat goed hoorbaar en meetbaar was op meerdere kilometers afstand van de geluidsbron. Tijdens de metingen zijn meerdere meldingen via de website van ‘Geluid in Beeld’ en bij de meldkamer van de DCMR binnengekomen.

Gedurende de kunstbronmetingen zijn de weersomstandigheden op twee plaatsen gemeten met behulp van meteomasten (in figuur 7-5 aangegeven als Meteomast).



**Figuur 7-4;** Geluidsboxen waarmee de kunstbronmetingen zijn verricht.



**Figuur 7-5;** locaties van de kunstbronnen en de locaties waar de kunstbron gemeten is.

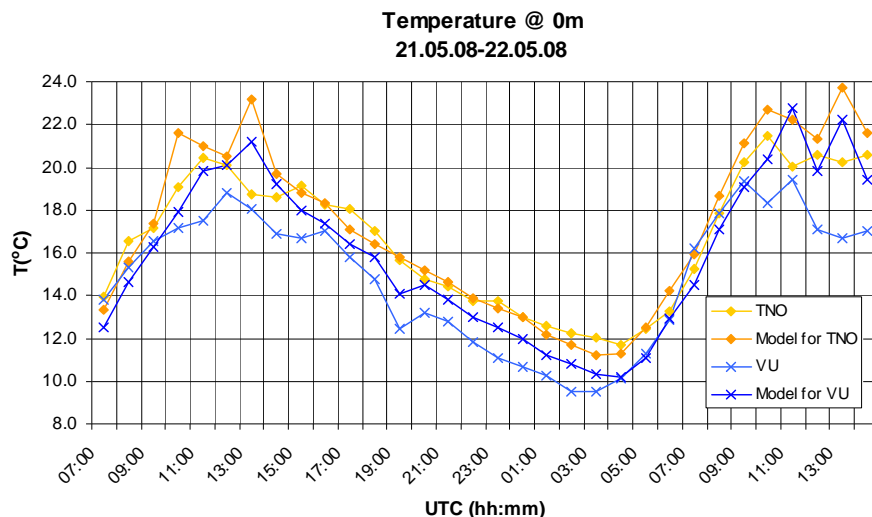
De meetpunten van meetlijn 2 en 3 zijn zo dicht mogelijk bij de monitoringspunten genomen, om het onderzoek consistent te houden.

De kunstbronmetingen zijn uitgevoerd op 21 en 22 mei 2008. Deze dagen zijn gekozen, vanwege de verwachte gunstige weersomstandigheden voor overdracht. De windsnelheid was laag (windkracht 2-4 Bft) met een windrichting uit noordelijke richting, variërend van noordoost naar noordnoordwest. Het geluid was tot in Oostvoorne goed te horen.

Een nieuwsbericht over de kunstbronmetingen is op 21 mei door de KRO op Radio 1 (Dingen van de Dag) en 's avonds op TVRijnmond (nieuws) uitgezonden. Deze uitzending is op [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl) te vinden.

## 7.4 Validatie van het meteo-akoestisch model

Vervolgens zijn de gemeten resultaten vergeleken met de berekende resultaten, die het meteo-akoestisch model geeft met gebruikmaking van de actuele weersgegevens. In figuur 7-6 is een voorbeeld van de vergelijking voor de bodemtemperatuur weergegeven.



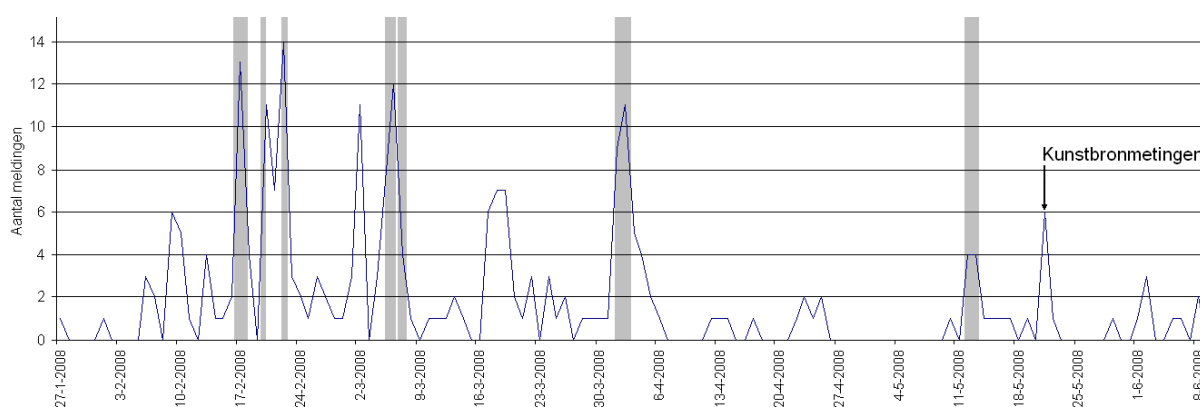
**Figuur 7-6;** Vergelijking tussen gemeten (“TNO” en “VU”) en berekende (“Model”) bodemtemperatuur.

De gegevens uit het meteo-akoestisch model komen sterk overeen met de actuele metingen. Hiermee is het meteo-akoestisch model gevalideerd en kan geconcludeerd worden dat meteo-akoestisch model in staat is om de geluidsniveaus over grote afstanden voldoende nauwkeurig te berekenen, waarbij rekening wordt gehouden met de (grote) invloed van de meteorologie en de bodem. Een uitgebreide rapportage over het meteo-akoestisch model en de validatie ervan is te vinden in bijlage 6.

## 8 Analyse

### 8.1 Geluidsniveaus en meldingen

Na afloop van de monitoringsfase is gestart met de analyse. In totaal zijn er 244 meldingen van deelnemende vrijwilligers ontvangen in de monitoringsfase (februari 2008 t/m mei 2008). Deze meldingen zijn gebruikt als basis voor de analyse. In figuur 8-1 staan alle meldingen uitgezet in de tijd.



**Figuur 8-1;** Het aantal melding over de gehele onderzoeksperiode. De grijs gearceerde gebieden geven de verschillenden meldingrijke periodes weer die zijn gekozen voor nader onderzoek.

Vanuit figuur 8-1 is duidelijk te zien dat de meldingen met name in eerste gedeelte van de onderzoeksperiode, zoals van te voren verwacht.

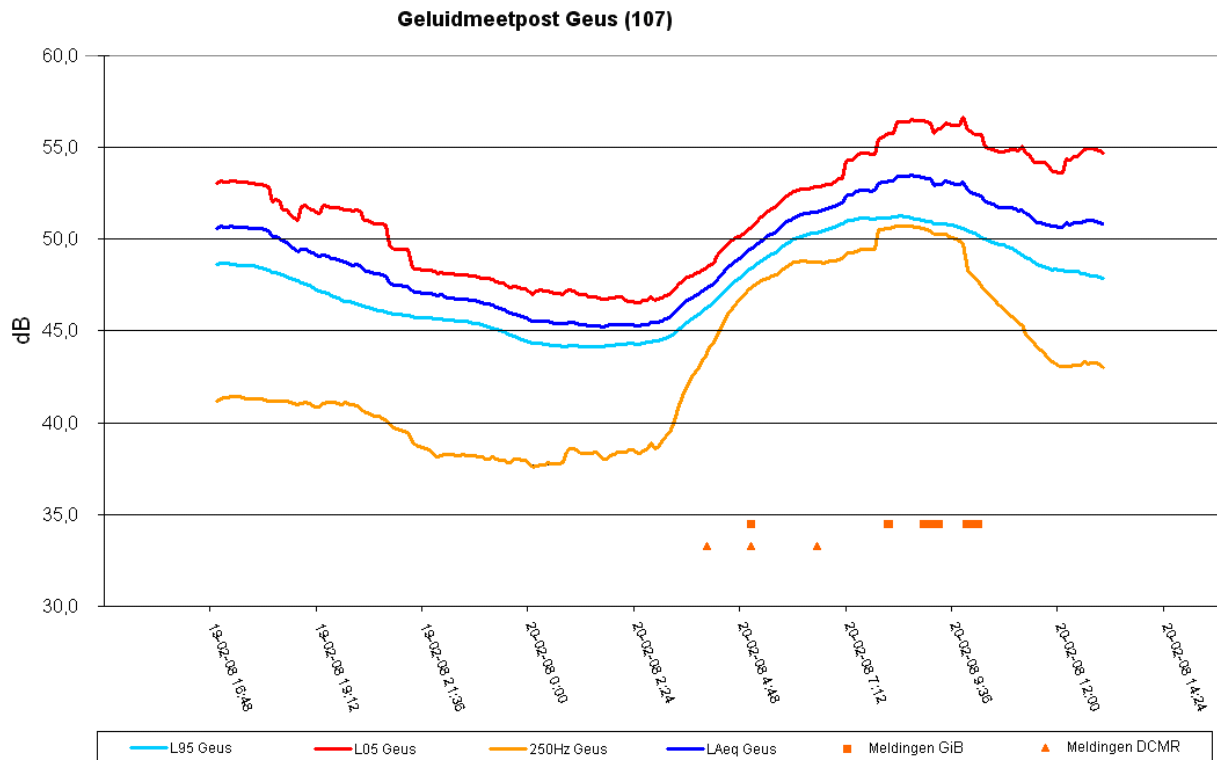
Naast deze meldingen, zijn er ook meldingen binnengekomen bij de meldkamer van DCMR. Deze meldingen zijn ondersteunend gebruikt. Uit de analyse blijkt dat er bepaalde periodes zijn, waarin er duidelijk meer meldingen zijn geweest. Hieruit zijn vervolgens 7 periodes gekozen op basis van aantallen meldingen in combinatie met duur van de periode en verdeling over de onderzoeksperiode. Voor de volledigheid zijn er 3 extra periodes aan toegevoegd als referentieperiodes, zowel met veel als weinig meldingen. Deze referentieperiodes kunnen mogelijk worden gebruikt om oorzaken van geluid aan te wijzen, wanneer de meldingrijke periode daar geen eenduidige verklaring voor geeft. In tabel 8-1 zijn de 10 periodes weergegeven tezamen met het aantal meldingen in die periodes.

**Tabel 8-1;** Meldingrijke periodes en referentieperiodes

	Soort periode	Begin periode	Eind periode	Aantal meldingen
1	Meldingrijke periode 1	zaterdag 16 februari 18:00	maandag 18 februari 10:00	16
2	Meldingrijke periode 2	woensdag 19 februari 18:00	donderdag 20 februari 14:00	14
3	Meldingrijke periode 3	vrijdag 21 februari 22:00	zondag 23 februari 06:00	27
4	Meldingrijke periode 4	dinsdag 4 maart 22:00	woensdag 5 maart 14:00	6
5	Meldingrijke periode 5	woensdag 5 maart 18:00	donderdag 6 maart 14:00	13
6	Meldingrijke periode 6	maandag 31 maart 18:00	donderdag 3 april 14:00	42
7	Meldingrijke periode 7	zondag 11 mei 22:00	dinsdag 13 mei 02:00	9
8	Referentieperiode 1	dinsdag 18 februari 22:00	woensdag 19 februari 18:00	3
9	Referentieperiode 2	zondag 2 maart 2008	dinsdag 4 maart 2008	15
10	Referentieperiode 3	woensdag 9 april 2008	vrijdag 11 april	1

In de monitoringsfase is zeer veel data verzameld. De geluidsgegevens die gedurende de gehele monitoringsperiode zijn gemeten bij de 7 meetposten, vormen het grootste gedeelte van de verzamelde data. Om de geluidsdata beter te kunnen ontsluiten, is een speciale database gemaakt door TNO. Omdat uit de data zeer veel verschillende analyses gemaakt kunnen worden, is op basis van de gegevens uit de monitoring van de hinderbeleving een eerste keuze gemaakt. Omdat duidelijk is aangegeven dat het industriegeluid tenminste enkele, doch meestal meerdere, uren aanhield alvorens het verdween, is gekozen om te werken met voortschrijdende uurgemiddelden. Hierdoor worden de kortdurende verstoringen uitgemiddeld. Deze kortdurende verstoringen kunnen bijvoorbeeld ontstaan door langsrijdende auto's, brommers, vogels, mensen, etc. Verwacht werd dat het industriegeluid niet sterk wisselend was. Ook ontstaat hierdoor een rustiger beeld van de grafische weergaven die daardoor beter gebruikt konden worden voor deze analyse.

Op basis van de gekozen periodes zijn uit de database de diverse geluidsdata gehaald. Hieraan zijn andere data, zoals windsnelheid, windrichting, temperatuur, luchtvochtigheid, de ontvangen meldingen via de meldingformulieren en de meldingen van de meldkamer van de DCMR toegevoegd. Daarbij is eerst onderzocht hoe verschillende geluidsgegevens zich onderling verhielden. Gekeken is naar het verschil van L95 en L5. Het L95 is een maat voor het achtergrondgeluid. Dit is een statistische bewerking van het gemeten geluidniveau, waarbij gekeken wordt naar het geluidsniveau dat 95% van de tijd wordt overschreden. Dus eigenlijk het 'onderste', meest constante deel van het geluidsniveau, wat aangemerkt kan worden als 'de achtergrondruis'. Het L5 is een maat voor de geluidsfluctuaties. Dit is het geluidsniveau dat maar 5% van de tijd wordt overschreden en vertegenwoordigt eigenlijk de 'geluidspieken' in het geluidsbeeld. Wanneer het L95 en het L5 veel van elkaar verschillen is er sprake van een sterk fluctuerend geluidbeeld. Wanneer deze waarden dicht bij elkaar liggen (of dicht liggen bij het LAeq, wat het gemiddelde geluidsniveau aangeeft), is sprake van een constant geluidniveau. Op deze wijze kan bij een analyse achteraf een beeld gekregen worden van de 'aard' van het geluid (continu, fluctuerend etc.) in figuur 8-2 is te dit te zien.

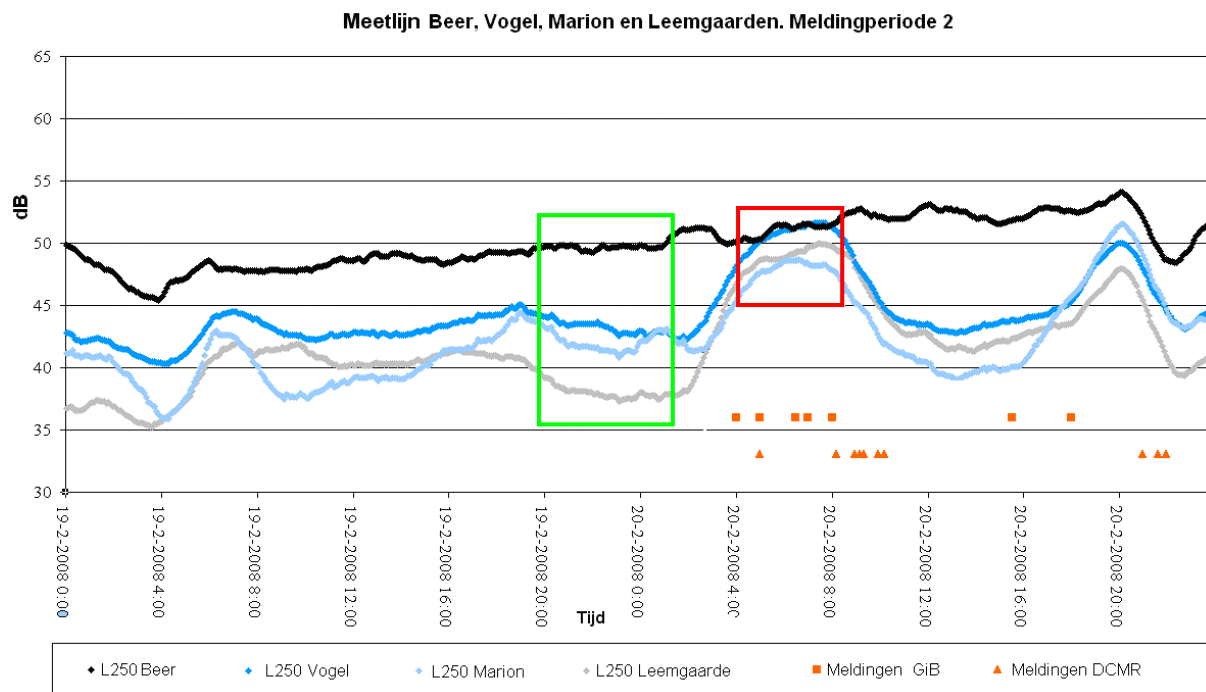


**Figuur 8-2;** Verschillende soorten geluidsdata, gemeten op geluidspost Geus, tijdens meldingrijke periode 2.

Op basis van alle verzamelde informatie is geconcludeerd dat de lagere frequenties van het geluid spectrum meer relevantie hebben dan de hogere frequenties. Dit is ook in lijn met de oorspronkelijke aanleiding en de omschrijving van het geluid als een “deken van industriegeluid”. Deze deken werd omschreven als een rommelend/dreunend geluid. Hierin hebben ook de lagere frequenties meer relevantie. Binnen de lagere frequenties is in eerste instantie gekozen voor de 250 Hz octaaf band. Zoals in figuur 8-2 te zien is, geeft deze octaafband een duidelijke toename tijdens de meldingen, waardoor deze band een signaalfunctie heeft. Deze geluidsgegevens zijn vervolgens weer per meetlijn uit de database gehaald en samengevoegd met de andere gekozen en bovengenoemde data. Deze dataset is vervolgens grafisch weergegeven.

In grafiek 8-3 zijn de geluidsniveaus te zien, zoals deze gemeten zijn op de verschillende meetposten. Het geluid bestaat uit de bijdrage industrielawaai (dominante bron) en overig stoorlawaai. Locatie Krab en Beer zijn de meetpunten op de twee meetlijnen die het dichtst bij de industrie liggen. Het is niet meer dan logisch dat Krab en Beer in de verschillende grafieken over het algemeen de hoogste geluidsniveaus laten zien. Verder valt in de grafieken op dat in periodes waarin veel meldingen binnenkomen, het geluidsniveau bij de industrie nauwelijks veranderd.





**Figuur 8-3;** Geluidsmetingen 250 Hz octaaf band van de verschillende meetposten op meetlijn Beer, tijdens meldingrijke periode 2. In het groen kader een periode aangegeven zonder meldingen. De geluidsniveaus liggen hier ver uit elkaar. In het rode kader is een periode te zien waar de geluidsniveaus zijn "samengeknepen". Dit is een meldingrijke periode.

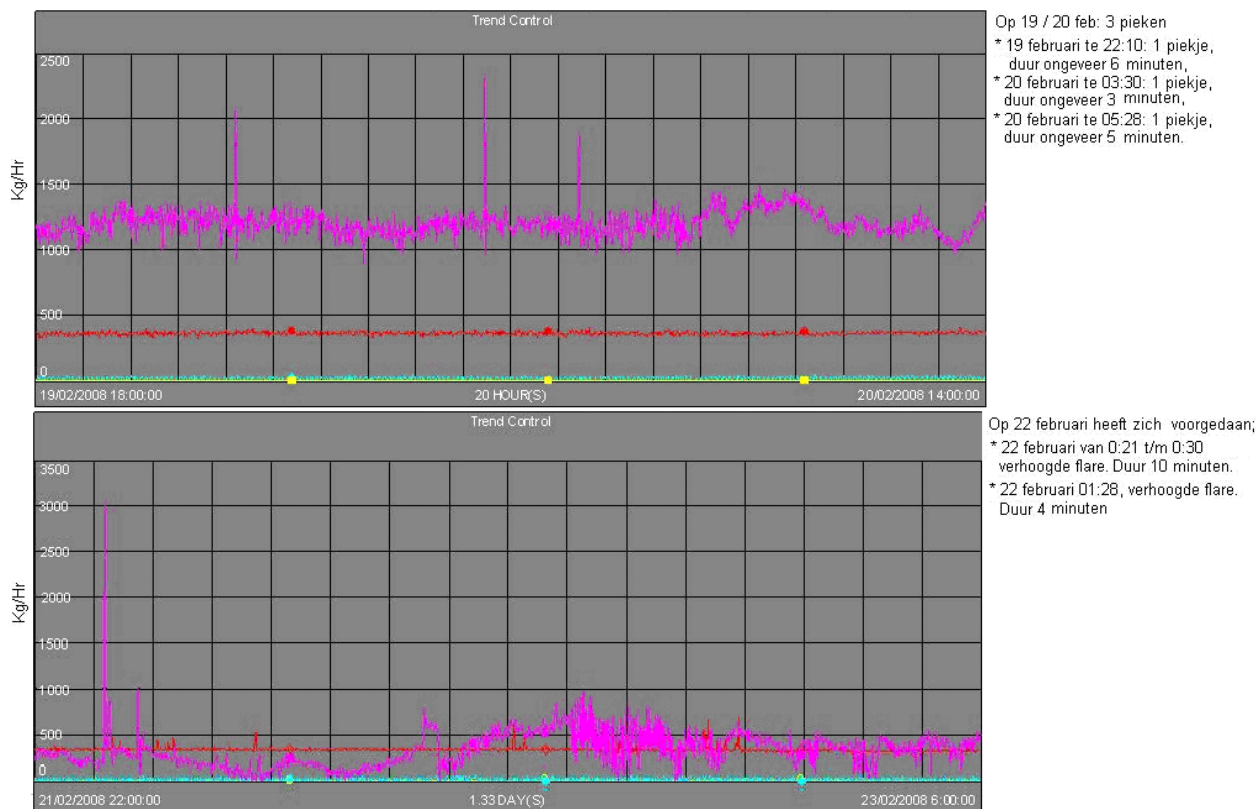
Er treedt in melding periode 2 ook nog een heel ander bijzonder verschijnsel op; de geluidsniveaus op alle meetposten worden als het ware samengeknepen tot een gelijk geluidsniveau (zie figuur 8-3 rode kader). Dat oogt bijzonder onlogisch. Het is echter aannemelijk dat juist de overdracht van industrielawaai tijdens deze periode, vanwege weersomstandigheden, optimaal is. Er ontstaat een soort 'kortsluiting' in de overdrachtsverzwakking, waardoor het geluid 'ongehinderd' Oostvoorne bereikt. Leemgaarde laat een grote toename in geluidsniveau zien, wat logisch is omdat bij normale weersomstandigheden sprake is van een goede afstandsverzwakking van het industrielawaai en een relatief hoog en constant stoorgeluid. Bij de meteorologische 'kortsluiting' in de overdracht, wordt het aandeel industrie opeens veel hoger. Marion en Vogel laten een iets kleinere toename zijn, omdat de afstand tot de industrie korter is en dus het effect van de verbeterde overdracht, ten opzichte van het achtergrondniveau, minder is. Dat de geluidsniveaus tijdens de meldingrijke periode zo dicht bij elkaar komen te liggen heeft dus te maken met de verhouding tussen het lokale niet veranderende achtergrondgeluid (dat per post verschilt) en het sterk veranderende dominante industrielawaai van grote afstand, dat sterk beïnvloed wordt door de overdracht. Wat we in figuur 8-3 zien kan er dus op wijzen dat tijdens de meldingrijke periodes de overdrachtsomstandigheden wijzigen en het industrielawaai dominant wordt.

## 8.2 Monitoring bedrijfsactiviteiten

Voor de gekozen periodes zijn de bedrijfsactiviteiten geanalyseerd. Dit is voor de deelnemende bedrijven op verschillende manieren gedaan.

### 8.2.1 BP

Aangezien BP een raffinaderij is, draaiend in volcontinuïdient, is onderzocht of er afwijkingen in productie zijn geweest. Hierbij kan gedacht worden aan fakkelen, het aan- en afschakelen van fabrieken, afblazen van stoom, e.d. Dit bleek in de gekozen periodes niet het geval.



**Figuur 8-4;** Fakkelactiviteiten BP

In figuur 8-4 is de verhoogde activiteit van de fakkel (flare) weergegeven op verschillende dagen. Te zien is, dat de fakkel in deze dagen 5 keer een verhoogde activiteit heeft gehad, die maximaal 10 minuten duurde. Dit beeld is kenmerkend voor de gehele monitoringsperiode.

### 8.2.2 ECT

ECT is een containerterminal, waarbij er vooral loskranen en rijdend materieel wordt gebruikt om de containers te verplaatsen. Hier is onderzocht of er variatie in aantallen ingezette loskranen en rijdend materieel was. In de onderzochte periodes bleek er echter nauwelijks tot geen variatie te zijn in vergelijking tot bijvoorbeeld de referentieperiodes. Berekend is dat deze variatie een geluidstoename van minder dan 1 dB(A) geeft op het hiervoor gekozen meetpunt hotel 't Wapen van Marion.

## 8.2.3 EMO

Bij EMO is er sprake van kenmerkende bedrijfssituaties welke afhankelijk van de activiteiten op het terrein kunnen samenvallen. Zo kan het bijvoorbeeld voorkomen dat er aan de kade een zeeschip is aangemeerd, die door een brugkraan wordt gelost. Deze kraan lost op een transportband langs de kade. Vervolgens worden de ertsen via dwarsbanden naar een grote terreinband getransporteerd. Aan de terreinband staat een op- en afslagmachine (Kombi) die de ertsen op een opslaghoop stort.

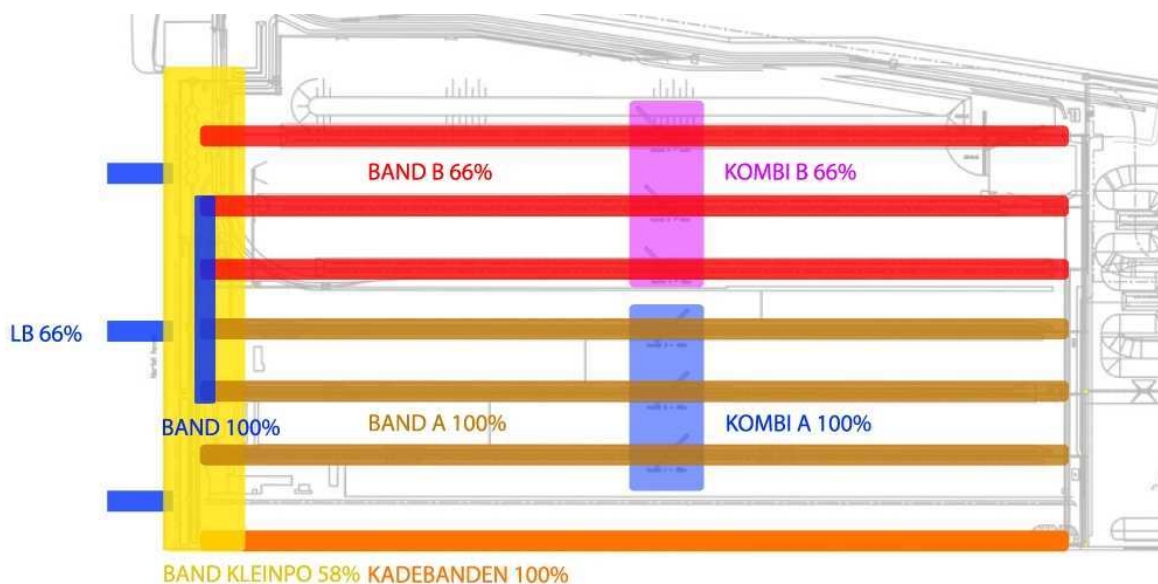
Bij deze bedrijfssituatie zijn de volgende activiteitenclusters in bedrijf:

- losbrug
- kadebanden
- dwarsbanden
- terreinbanden
- op- en afslagmachine

Maar het kan ook voorkomen dat tegelijkertijd een op- en afslagmachine kolen van een opslaghoop haalt en deze via een terreinband naar een stelsel van korte banden transporteert, waarna een lichterbelader de kolen in een binnenvaartschip laadt. Hierbij zijn dan de volgende clusters in bedrijf:

- op- en afslagmachine
- terreinbanden
- verdeelbanden
- lichterbelader.

Voor EMO zijn voor deze analyse de grote hoeveelheid geluidsbronnen gegroepeerd in een aantal samenhangende clusters. In figuur 8-5 zijn deze clusters inzichtelijk gemaakt.



**Figuur 8-5;** Verschillende geluidsbronnen bij EMO.

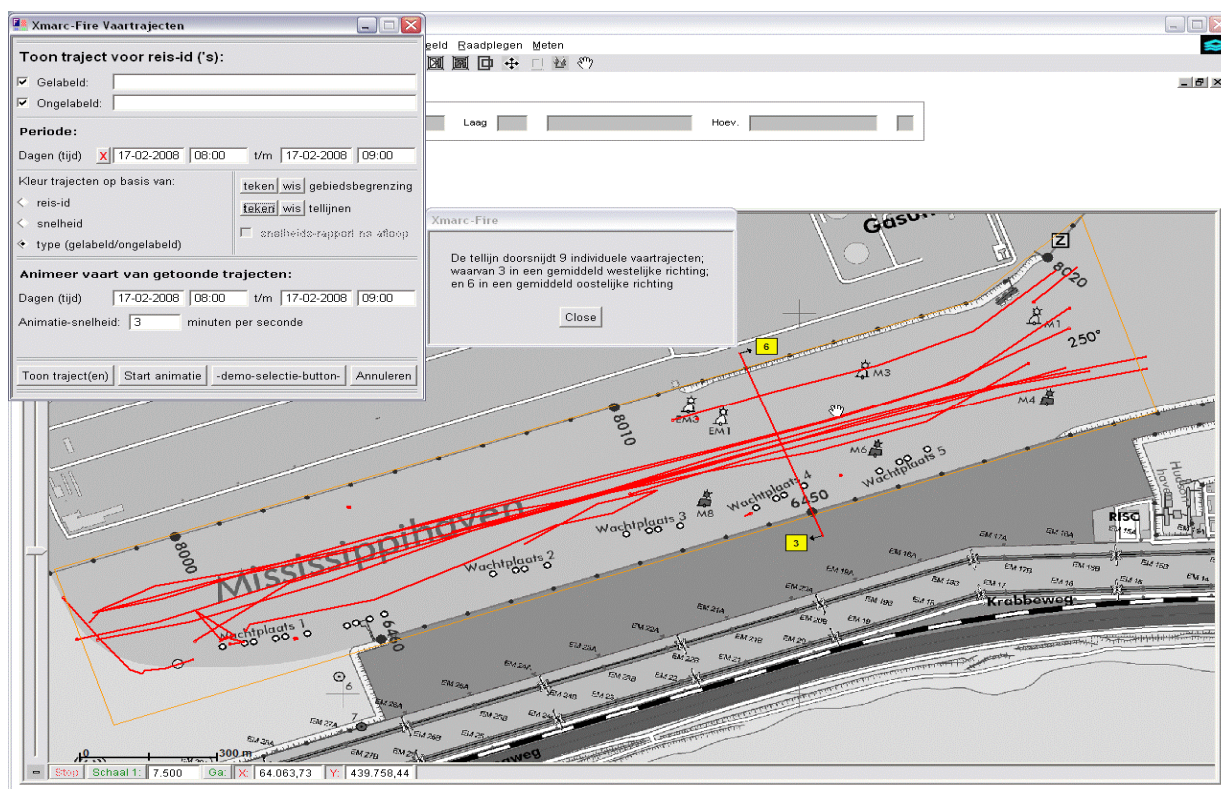
## 8.3 Overige geluidsbronnen

Hoewel het project “Geluid in Beeld” is gericht op industriegeluid, zijn er voor de volledigheid ook andere mogelijke geluidoorzaken bekeken. Het gaat dan over schepen, treinen en verkeer op de N15.

### 8.3.1 Schepen

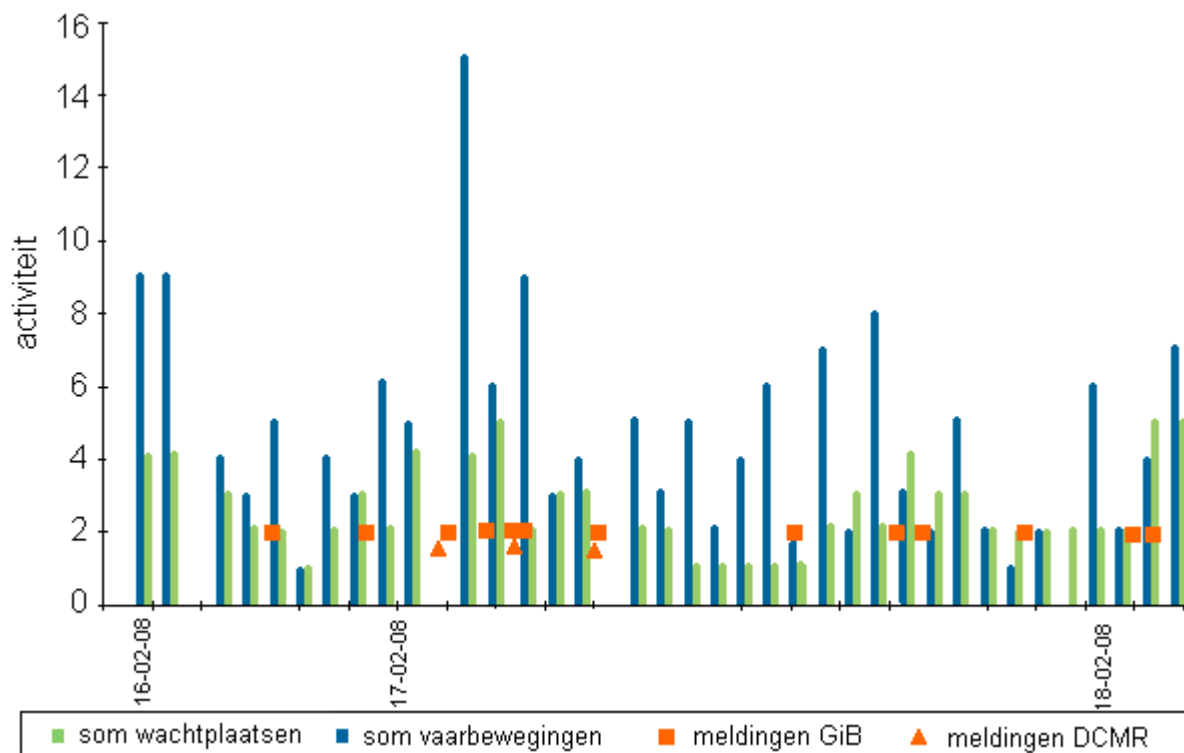
#### Vaarbewegingen

Voor wat betreft de scheepsbewegingen zijn er twee verschillende analyses uitgevoerd. Enerzijds is er gekeken naar de vaarbewegingen in de Mississippihaven en anderzijds is er gekeken naar het aantal schepen aan de kades van BP, ECT en EMO. Alle gegevens over de schepen zijn aangeleverd door het HbR. In figuur 8-6 is een voorbeeld gegeven van de scheepsbewegingen in de Mississippihaven.



**Figuur 8-6** Vaarbewegingen in de Mississippihaven. Iedere individuele vaarbeweging wordt weergegeven met een rode lijn.

In figuur 8-6 zijn de 9 verschillende individuele vaartrajecten weergegeven, waarvan 3 in een westelijke richting en 6 in een oostelijke richting lopen. Tussen de gemarkeerde punten 3 en 6 (de dwarslijn) is het aantal schepen geteld. Deze informatie is aangeleverd in de vorm van filmpjes, waarbij in een gekozen tijdsinterval de schepen deze tellijn passeren. Het aantal schepen is vervolgens vergeleken met de meldingen.

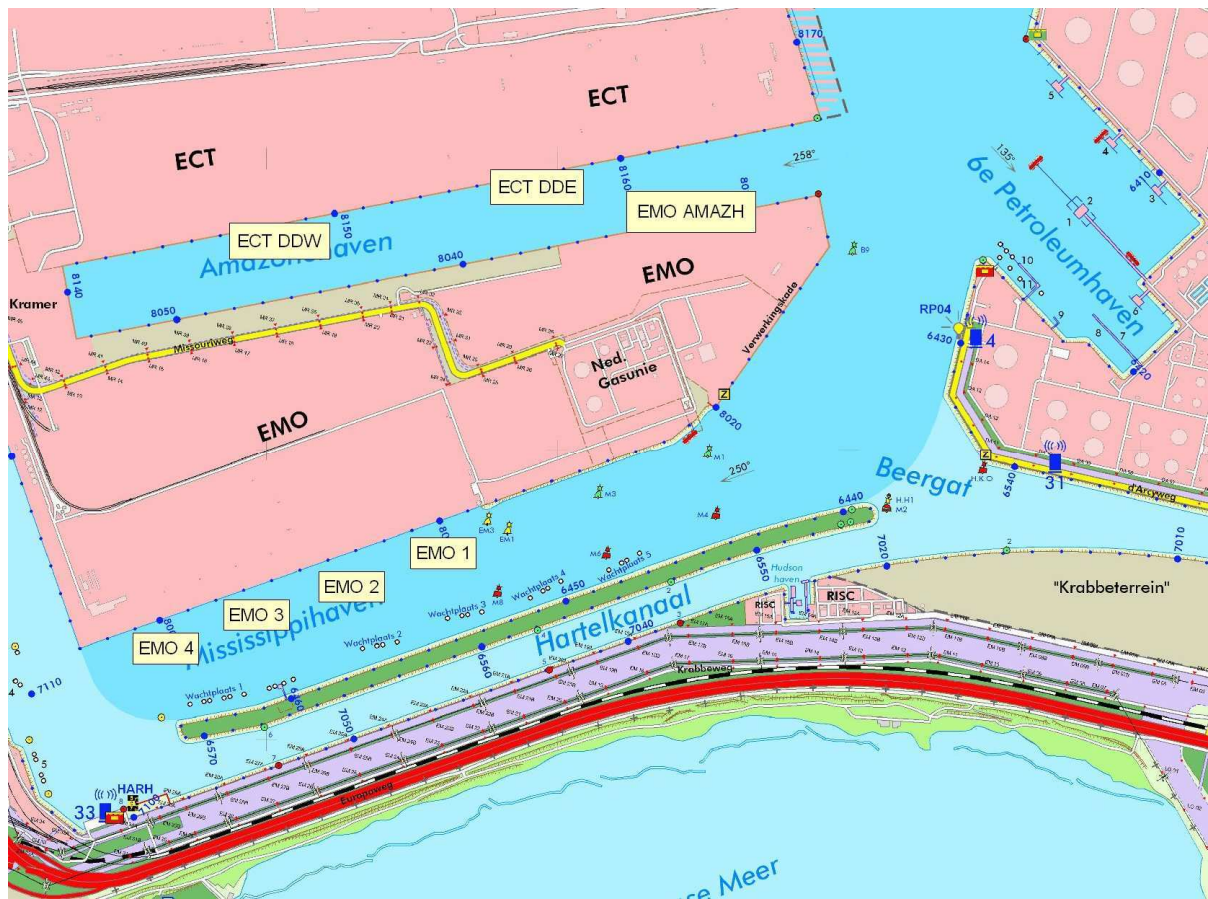


**Figuur 8-7:** Vaarbewegingen in de Mississippihaven vergeleken met meldingen, gedurende de eerste meldingrijke periode.

Met deze gegevens is er geen correlatie gevonden tussen de scheepsbewegingen en de meldingen. Meldingen komen voor bij een laag aantal schepen en bij een hoog aantal schepen.

### Aangemeerde schepen

Aansluitend is gekeken naar het aantal schepen aan de kades. Er zijn 6 ligplaatsen bij EMO, 6 bij ECT en 3 bij BP. De door het HbR aangeleverde gegevens zijn verwerkt in een gemiddeld aantal aangemeerde schepen per uur. Deze gegevens zijn vergeleken met tijdstippen waarop de meldingen plaatsvonden. In figuur 8-8 is een voorbeeld gegeven van de verzamelde informatie voor de kades van EMO.



**Figuur 8-8:** Ligplaatsen bij EMO, ECT en BP.

Gemiddeld aantal schepen	EMO	6 <sup>e</sup> Petroleum haven	Amazone haven	totaal
Tijdens meldingrijke periode	3,24	2,53	6,55	4,11
Tijdens gehele monitoringsperiode	2,87	2,28	5,87	3,67
Verschil	0,37	0,25	0,68	0,44
Verschil %	11%	10%	10%	11%

**Tabel 8-2:** Het gemiddelde aantal schepen aan de kade gedurende de gehele monitoringsperiode en tijdens de meldingrijke periodes.

In tabel 8-2 is te zien dat tijdens de meldingen er gemiddeld een iets hoger aantal schepen is aangemeerd. Dit verschil is niet groot en statistisch (chi-kwadraat toets 95% betrouwbaarheidsinterval) niet significant, wat betekent dat deze verschillen mogelijk op toeval berusten. Nader onderzoek kan hierover uitsluitsel geven. Daarnaast dient opgemerkt te worden dat het aantal aangemeerde schepen niets hoeft te zeggen over de activiteiten bij het betreffende bedrijf. Wanneer er bijvoorbeeld bij EMO 2 schepen aangemeerd liggen om te worden gelost, zullen deze 2 schepen met de aanwezige 4 brugkranen worden gelost. Voor deze operatie zijn dan alle kadebanden in bedrijf en een groot deel van de andere transportbanden.

Wanneer er op een ander moment 4 zeeschepen aangemeerd liggen bij EMO zullen deze schepen met dezelfde 4 brugkranen worden gelost. De bedrijfsactiviteiten op het terrein van EMO zijn dan vergelijkbaar, terwijl er toch 2 keer meer schepen aangemeerd liggen. Dit geldt ook voor ECT, waar een zo groot mogelijk aantal loskranen worden gebruikt om een zeeschip te lossen. Elke loskraan vergt een eigen hoeveelheid rijdend materieel om de containers verder te verwerken. Voor zowel EMO als ECT geldt dat een zeeschip zo kort mogelijk aan de kade moet liggen. Dit om financiële redenen. Er zal dus altijd een maximaal aantal brugkranen en loskranen worden ingezet.

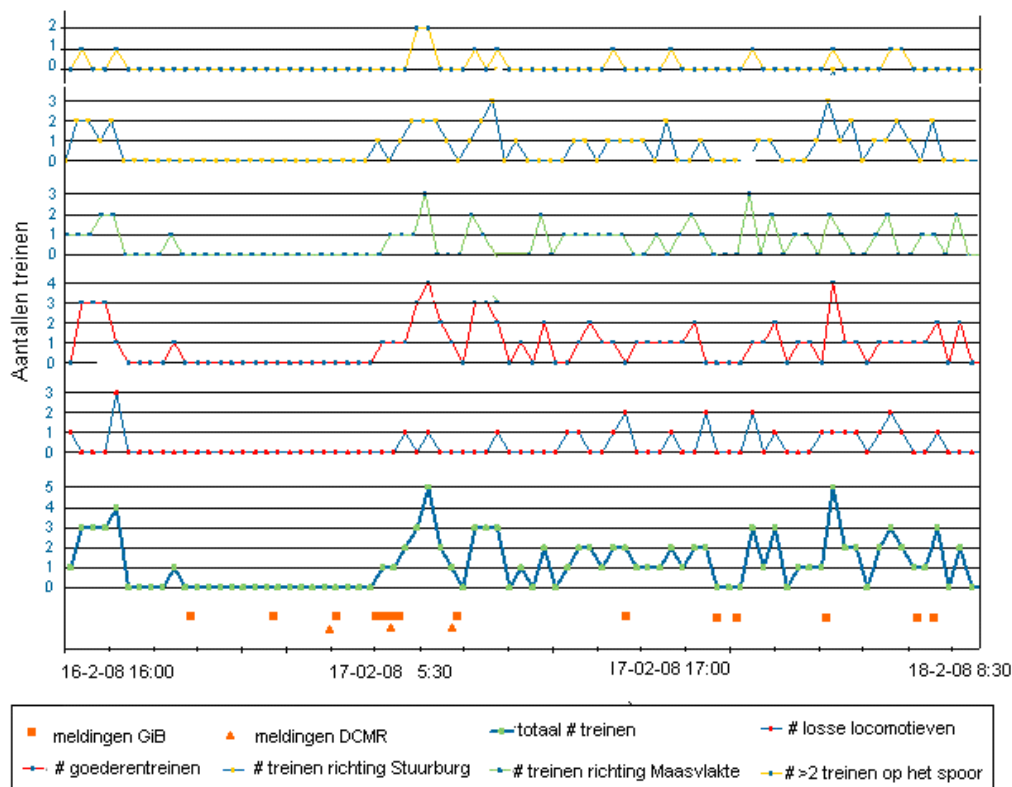
Bij BP wordt een zeeschip om dezelfde redenen zo snel als mogelijk leeggepompt en ligt daarom ook zo kort mogelijk aan de kade. Als er meer zeeschepen aan de kade liggen, zullen er meer scheepspompen in bedrijf zijn.

Of er werkelijk een correlatie bestaat tussen het aantal aangemeerde schepen en meldingen kon in het kader van het project "Geluid in Beeld" niet nader onderzocht worden. Dit onderdeel valt immers formeel buiten de doelstelling van het project, waardoor er geen budget voor gereserveerd was om dit uitgebreid te onderzoeken. Mogelijk kan dit in een nader onderzoek plaatsvinden. Wel is overwogen of er een oorzaak voor de hand ligt, die een mogelijk verband zou kunnen verklaren. Zonder dat dit nader is uitgezocht, kan gedacht worden aan het in werking zijn van de motoren van het zeeschip als het aan de kade ligt. Dit zullen niet de zware scheepsmotoren zijn, maar de hulpmotoren om het schip van elektriciteit te voorzien en om ballastwater in te kunnen nemen tijdens het lossen zodat het schip niet te hoog in het water komt te liggen als gevolg van afnemend laadgewicht.

### 8.3.2 Treinverkeer

Ook het treinverkeer valt buiten dit project. Toch is er op hoofdlijnen naar gekeken. Van de spoorbeheerder ProRail zijn alle treinbewegingen ontvangen in de monitoringsperiode. Hierbij is ook aangegeven wat voor een soort trein het was, hoe lang deze was, in welke richting de trein reed, etc. In figuur 8-9 is te zien hoe deze gegevens zijn uitgezet tegen de binnengekomen meldingen.

Deze gegevens zijn vergeleken met de meldingen. Hieruit kwam geen correlatie naar voren. Er rijden zeer veel treinen op het betreffende treinvak die echter allen binnen ca. 5 minuten voorbij zijn. Dit is niet in lijn met de door de bewoners aangegeven informatie dat het rommelende geluid enkele tot meerdere uren aanhield.



**Figuur 8-9:** Treingegevens en binnengekomen meldingen in de eerste monitoringsperiode.

### 8.3.3 N15

Er is een indicatief akoestisch onderzoek verricht naar de invloed van het geluid van de N15/Europaweg op de nog uit te voeren validatiemetingen en geluidsmonitoring in het kader van het project “Geluid in Beeld. Het doel hiervan is om te bezien wat de geluidsbijdrage van de N15 is. De natitie van dit onderzoek is te vinden in bijlage 4.

Op 5 oktober 2007 zijn door DHV metingen uitgevoerd om de invloed van de N15/Europaweg te bepalen. Hiertoe is er op een afstand van ongeveer 50 meter van de weg gedurende twee maal 90 minuten gemeten. Eenmaal voor de spits en eenmaal in de spits. Tijdens de metingen zijn indicatieve verkeersstellingen uitgevoerd waarbij er een onderscheid is gemaakt tussen personenauto’s, middelzwaar vrachtverkeer en zwaar vrachtverkeer.

Wat opvalt uit de tellingen is het aandeel zwaar verkeer dat in de spits beduidend hoger is dan in de rustige periode overdag, terwijl juist het lichte verkeer in de verkeersluwe periode veel hoger is dan gedurende de avondspits. Mede hierdoor zijn de verschillen in gemeten geluidsniveau in de spits en midden op de dag niet groot.

Doordat het bronvermogen lager ligt dan dat van de industrie, en door de ligging van de weg (een laaggelegen lijnbron), zal de geluidsbijdrage van N15 niet bepalend zijn voor het geluidsbeeld in Oostvoorne en de meldingen.



### 8.3.4 Wind vs. meldingen

Er is een statistische vergelijking gemaakt hoe de meldingen samenhangen met de windsnelheid en de windrichting. Hiervoor zijn alle meldingen uitgezet tegen de windsnelheid en de windrichting. Deze vergelijking is opgenomen in tabel 8-3.

**Tabel 8-3;** aantal binnengekomen meldingen bij bepaalde windrichting en windsnelheden. Voorbeeld: Er zijn 25 meldingen binnengekomen op momenten dat er een ZW-W wind was met een snelheid van 6 m/s.

	0 m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s	totaal
<b>N-NO</b>	0	2	0	2	2	5	6	9	2	0	1	0	<b>29</b>
<b>NO-O</b>	0	6	8	9	9	6	1	0	1	0	0	0	<b>40</b>
<b>O-ZO</b>	2	11	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	<b>23</b>
<b>ZO-Z</b>	1	7	1	4	1	2	1	0	0	0	0	0	<b>17</b>
<b>Z-ZW</b>	1	1	8	7	5	3	3	1	1	0	0	0	<b>30</b>
<b>ZW-W</b>	1	3	1	8	9	20	25	11	10	5	5	2	<b>100</b>
<b>W-NW</b>	0	1	3	6	2	7	1	16	1	0	1	3	<b>41</b>
<b>NW-N</b>	0	0	0	5	8	9	15	6	1	1	0	0	<b>45</b>
<b>totaal</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>53</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>325</b>

Tevens is een overzicht gemaakt hoe vaak een bepaalde windsnelheid en windrichting voor zijn gekomen in de monitoringsperiode. Deze vergelijking is opgenomen in tabel 8-4.

**Tabel 8-4;** aantal keer dat een bepaalde windsnelheid in combinatie met een bepaalde windrichting gemeten is. Voorbeeld: een windsnelheid van 8 m/s vanuit een N-NO richting is 82 keer gemeten. In totaal zijn er 9981 metingen verricht gedurende de monitoringsperiode.

	0 m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s	
<b>N-NO</b>	20	57	76	159	229	226	138	109	82	15	14	2	1127
<b>NO-O</b>	46	168	278	552	437	373	244	176	84	22	1	0	2381
<b>O-ZO</b>	33	164	136	134	76	42	11	0	0	0	0	0	596
<b>ZO-Z</b>	42	114	103	64	53	85	73	65	37	27	13	10	686
<b>Z-ZW</b>	36	94	149	115	153	105	77	135	72	53	8	4	1001
<b>ZW-W</b>	29	84	137	211	217	274	227	251	169	148	108	157	2012
<b>W-NW</b>	11	32	81	102	63	79	66	50	30	26	36	88	664
<b>NW-N</b>	7	75	143	274	266	266	243	137	70	27	4	2	1514
	<b>224</b>	<b>788</b>	<b>1103</b>	<b>1611</b>	<b>1494</b>	<b>1450</b>	<b>1079</b>	<b>923</b>	<b>544</b>	<b>318</b>	<b>184</b>	<b>263</b>	<b>9981</b>

Tenslotte zijn de gegevens uit de tabellen 8-3 en 8-4 als percentages op elkaar gedeeld om inzicht te krijgen in de kans op optreden. Wanneer het resultaat het getal 1 is, geeft dat aan dat de kans op een bepaalde windrichting en windsnelheid even groot is als de kans op een melding bij die windrichting en windsnelheid. Wanneer het resultaat groter is dan 1, zijn er meer meldingen dan statistisch verwacht mag worden.

Als het resultaat 2 is, betekent dit dat er 2 keer zoveel meldingen zijn dan statistisch mag worden verwacht. Als het resultaat 10 is, betekent dit dus dat er 10 keer zoveel meldingen zijn dan statistisch mag worden verwacht. Het omgekeerde is ook waar. Als het resultaat 0,5 is, betekent dit dat er slechts de helft van het aantal meldingen zijn dan statistisch mag worden verwacht.

In tabel 8-5 zijn de resultaten weergegeven. Hierbij zijn voor het gemak alle getallen groter dan 1,50 in het rood aangegeven en alle getallen kleiner dan 0,75 in het blauw.

**Tabel 8-5** verhouding tussen bepaalde windsnelheden en windrichtingen en de meldingen die zijn binnenkomen

	0 m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s
<b>N-NO</b>		1,08		0,39	0,27	0,68	1,34	2,54	0,74		2,19	
<b>NO-O</b>		1,10	0,88	0,50	0,63	0,49	0,13		0,37			
<b>O-ZO</b>	1,86	2,06	0,45	0,69	1,62	0,73						
<b>ZO-Z</b>	0,73	1,89	0,30	1,92	0,58	0,72	0,42					
<b>Z-ZW</b>	0,83	0,33	1,65	1,87	1,00	0,88	1,20	0,23	0,43			
<b>ZW-W</b>	1,06	1,10	0,22	1,16	1,27	2,24	3,38	1,35	1,82	1,04	1,42	0,93
<b>W-NW</b>		0,96	1,14	1,81	0,97	2,72	0,47	9,83	1,02		0,85	1,05
<b>NW-N</b>				0,56	0,92	1,04	1,90	1,34	0,44	1,14		

Wanneer bovenstaande tabel wordt bestudeerd, vallen een paar zaken op. Er is een grote kans op meldingen bij westelijke windrichtingen. Met name vanaf zuidwestelijke tot noordwestelijke wind met een snelheid van 5 m/s tot en met 7 m/s is de kans meer dan 2 keer zo groot op meldingen. Er is zelfs een duidelijke uitschieter bij westelijke tot noordwestelijke wind met een snelheid van 7 m/s waarbij de kans op meldingen bijna 10 keer groter is dan statistisch mag worden verwacht.

Daarnaast valt op dat juist bij zeer lage windsnelheden van 0 m/s tot en met 1 m/s de kans op meldingen bij hele andere windrichtingen hoger is. In deze gevallen gaat het om zuiden- tot oostenwind. Dit lijkt opvallend en in eerste instantie niet verklaarbaar. Bedacht moet echter worden dat juist bij zeer lage windsnelheden de windrichting zeer moeilijk te bepalen is en mogelijk niet helemaal juist is. Hier zou een temperatuur-effect een rol kunnen spelen. De conclusie dat er een grotere kans is op meldingen bij zeer lage windsnelheden (0 – 1 m/s) lijkt ook logisch.

Algemeen kan geconcludeerd worden dat er een verhoogde kans op meldingen is bij westelijke winden met name bij windsnelheden vanaf 3 m/s en bij vrijwel windstil weer.

Verder zijn er nog een paar opvallende zaken. Verwacht werd dat er juist bij noordwestelijke tot noordelijke windrichtingen de grootste kans op meldingen zou zijn. Dit wordt echter niet bevestigd.

Tevens zien we dat de hogere windsnelheden juist bij westelijke windrichtingen optreed. Dit is normaal voor het Nederlandse weer.

Tenslotte worden een paar uitschieters gezien bij noordelijke tot noordoostelijke windrichtingen bij juist hogere windsnelheden.

Omgekeerd valt op dat er over het algemeen een sterk lagere kans op meldingen is bij oostelijke tot zuidelijke windrichtingen.

## 8.4 Analyse met het meteo-akoestisch model

Wanneer de conclusies in dit hoofdstuk worden samengevat dan is een trend waargenomen tussen het aantal meldingen en het aantal schepen aan de kades. Deze verschillen bleken niet significant te zijn. Daarnaast is het eenduidig dat de variatie in de overdracht van geluid een belangrijk effect heeft op het geluidniveau. Om dit verder te onderzoeken is gebruik gemaakt van het ontwikkelde meteo-akoestisch model, zoals beschreven in hoofdstuk 7. Hiervoor zijn verschillende ingangen gebruikt.

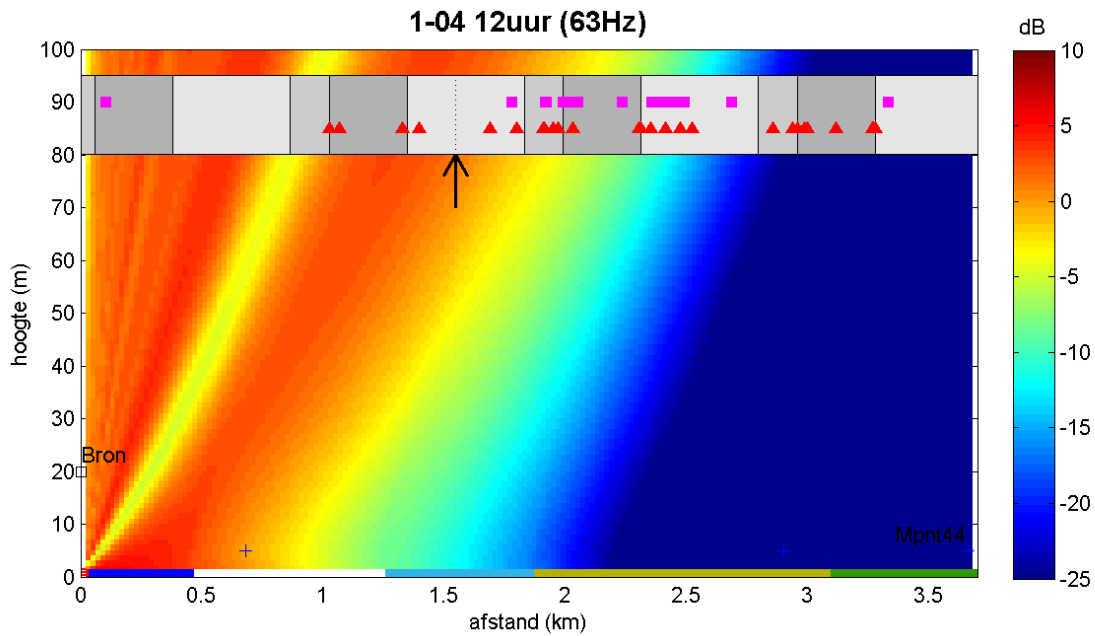
Eerst is met behulp van het ontwikkelde meteo-akoestisch model gekeken of de voortplanting van geluid, bekeken op verschillende hoogtes, in de lucht zich verschillend verhoudt en of deze voortzetting van het geluid bij wijze van spreken een duwtje in de rug krijgt of juist wordt tegengehouden door de omstandigheden, zoals de windrichting, windsnelheid, temperatuur, etc. Hiervoor zijn de te onderzoeken periodes gebruikt voor de toen actuele (weers)omstandigheden. Een correlatie werd gevonden tussen de meldingen en wanneer het geluid een “duw in de rug” kreeg, dan wel dat het geluid een overgang had van “tegenhouden” naar een “duw in de rug”.

Dit werd verder onderzocht en in plaats van de 250 Hz band, die eerder voor de analyse van de metingen gebruikt werd, is besloten om voor verdere berekeningen de 63 Hz band te gebruiken. Het bleek dat deze 63 Hz band een (nog) betere correlatie met de meldingen gaf en daarmee beter als indicator voor de geluidsverzwakking gebruikt kon worden. Duidelijk is dat de lage frequenties (<1000 Hz) het belangrijkste zijn bij de hinderbeleving, wat logisch door het energieverlies van de andere (hogere) frequenties als gevolg van de afstand die het geluid af moet leggen. Verwacht wordt echter dat dit voor de allerlaagste frequenties (bijvoorbeeld 31 Hz of nog lager) niet geldt dat deze belangrijk zijn bij de hinderbeleving, want om daarvan een hoorbaar niveau te hebben is zeer veel energie vereist.

In het model is een meldingrijke periode ingevoerd, oftewel de daadwerkelijke weersomstandigheden die op dat moment golden. Vervolgens is een constante geluidsbron in het model ingevoerd. Deze geluidsbron vertegenwoordigt het geluid van de industrie en deze geluidsbron is qua plaats, soort en sterkte in het model gelijkgehouden. Aansluitend is berekend met het model hoe het geluid verandert in de tijd als gevolg van de veranderende weersomstandigheden van de Maasvlakte/Europoort naar Oostvoorne. De resultaten geven een zeer duidelijke correlatie tussen de veranderingen in geluidoverdracht naar Oostvoorne en de aan- en afwezigheid van meldingen.

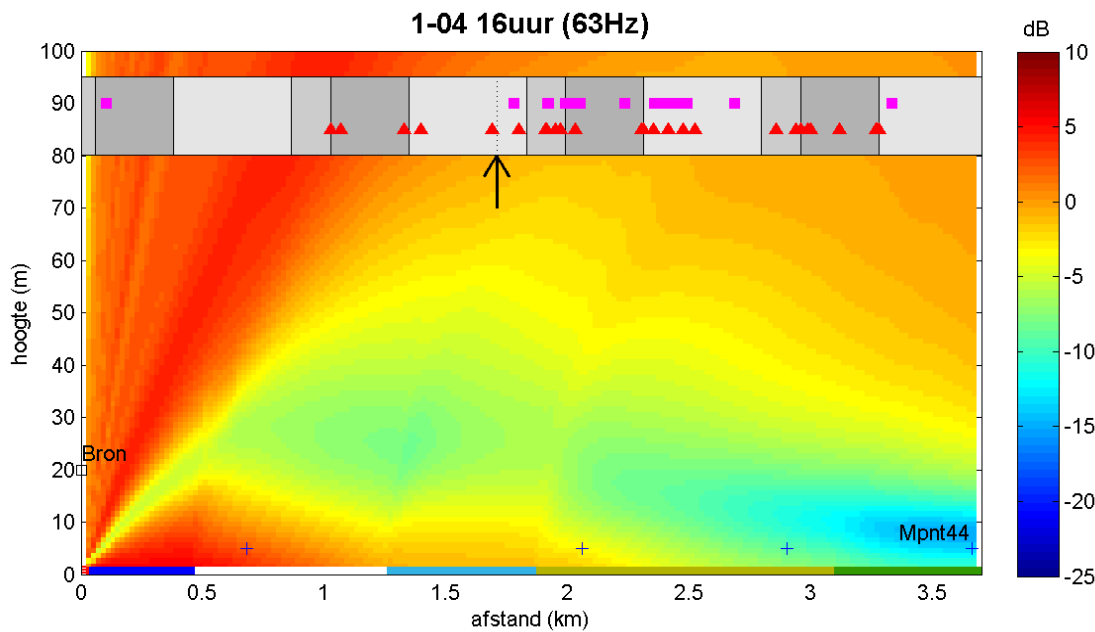
In de figuren 8-10a tot en met 8-10d is de horizontale afstand weergegeven in km. In de basisbalk zijn ook de verschillende bodemsoorten te zien over deze afstand van water (kleur blauw), via weg/land/zand (kleur wit), via het Oostvoornse meer (kleur lichtblauw), via het grasland (kleur lichtgroen) en bos (kleur donkergroen) naar Oostvoorne, “Mpnt 44” (het in het model gebruikte, centraal gelegen, meetpunt 44, zie figuur 7-5). Op de verticale as is de hoogte in de lucht aangegeven van 0 meter tot 100 meter. Op 20 meter hoogte is het industriegeluid gepositioneerd in het model. Dat is aangegeven als “Bron”. Merk op dat alleen de locatie van de bron van belang is, omdat de geluidoverdracht niet wordt beïnvloed door de sterkte van de bron. De kleuren in het figuur worden uitgelegd in de legenda aan de rechterzijde. Rode kleuren geven een zeer goede overdracht van geluid aan en blauwe kleuren een slechte overdracht. De eerste figuur geeft een slechte overdracht aan op 1 april om 12:00 uur waardoor er een afname van het geluid is van ca. 25 dB in de 63 Hz octaaf band.

Bovenin elk figuur is de vierdaagse periode weergegeven met in grijstinten de dag-, avond- en nachtperiodes. De meldingen zijn te zien als rode driehoeken en de meldingen bij de meldkamer van de DCMR als paarse vierkantjes. De zwarte pijl geeft het tijdstip van de berekening weer. De geluidoverdracht wordt getoond voor de 63 Hz octaafband. De figuur laat zien dat een berekende toename van de geluidoverdracht (in rood) overeenkomt met een toename van geluidklachten.



**Figuur 8-10a:** Onderzoekperiode 31 maart tot en met 3 april 2008: Berekende geluidoverdracht tussen de Maasvlakte (links) en Oostvoorne (rechts) op 1 april om 12:00, 16:00 en 21:00 uur. De bron (industrie) is gelijk in beide figuren.

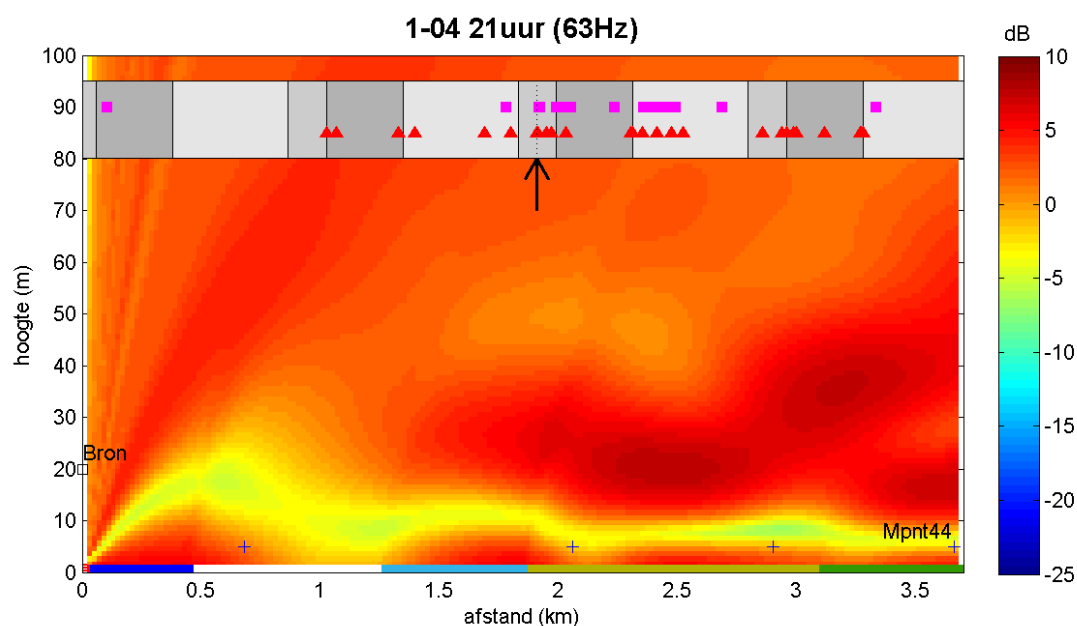
Hieronder is dezelfde figuur gegeven voor 1 april om 16:00 uur. Te zien is dat de overdracht sterk is veranderd en dat er betere overdracht is van het geluid. Dit resulteert in een toename van het geluid met ca. 10 dB. Er zijn op dit moment ook meldingen ontvangen.



**Figuur 8-10b**

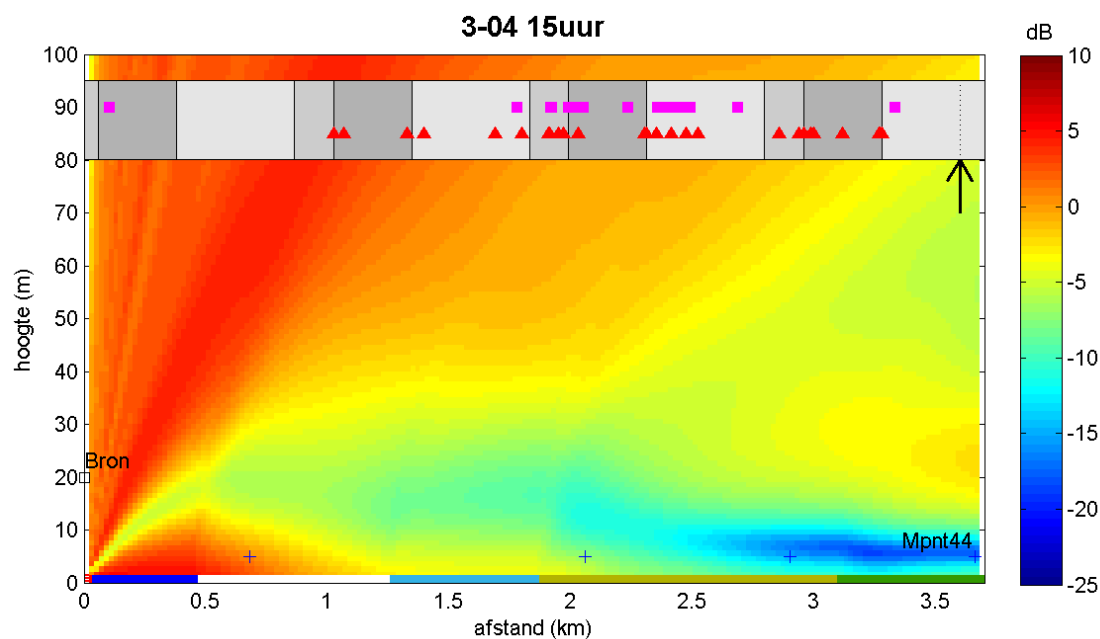
Hieronder is weer hetzelfde figuur gegeven voor 1 april om 21:00 uur. Een groot rood gebied is te zien,

wat aangeeft dat de overdracht van geluid zeer goed is, waardoor er in vergelijking met figuur 8.13a. 20-30 dB meer geluid in Oostvoorne is. Voor dit tijdstip is ook te zien dat er meer meldingen en klachten zijn ontvangen.



**Figuur 8-10c**

Tenslotte weer dezelfde figuur voor 3 april om 15:00 uur. De overdracht is minder goed waardoor het geluidsniveau in Oostvoorne weer duidelijk lager is. De meldingen en klachten zijn ook voorbij.



**Figuur 8-10d**

In de figuren is aan de hand van de verschillende kleuren (van donker blauw: -25 dB tot rood: +5 dB) duidelijk te zien dat het verschil in het geluidniveau in Oostvoorne kan oplopen tot ca. 30 dB voor de 63 Hz band. Hierbij moet men zich realiseren dat de het meteo-akoestisch model alleen naar de overdracht van industriegeluid kijkt. Als er lage niveaus worden berekend ten gevolge van het industriegeluid wordt dat vaak niet zo ervaren omdat het achtergrondgeluid (zoals verkeersgeluid, windgeruis, etc.) in die gevallen overheerst. In de praktijk zal daarom een kleiner geluidniveau-verschil optreden dan de berekende 20 tot 30 dB.

Voor de volledigheid wordt herhaald dat hier gerekend is met de actuele weersgegevens die er toen heersten. De locatie van de bron (voor het industriegeluid) is over de gehele periode gelijk gehouden. De correlatie tussen de geluidoverdracht en de meldingen is zonder meer goed te noemen. Deze berekeningen zijn ook voor de andere te onderzoeken periodes gedaan met vergelijkbaar resultaat.

## 8.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk is weergegeven hoe de analyse heeft plaatsgevonden en welke stappen er zijn genomen. De volgende conclusies zijn getrokken:

1. Er is een duidelijk onderscheid te maken tussen meldingrijke periodes en rustige periodes;
2. Er is geen eenduidige geluidsbron gevonden die de geluidshinder in Oostvoorne kan verklaren.
3. Verandering van geluid leidt tot meldingen;
4. Er is geen relatie gevonden tussen de meldingen en variatie bij de bedrijven;
5. Er is geen relatie gevonden tussen de meldingen en het treinverkeer;
6. Er is geen relatie gevonden tussen de meldingen en het autoverkeer op de N15;
7. Er is geen relatie gevonden tussen de meldingen en het aantal scheepsbewegingen in de Mississippihaven;
8. Er is geen relatie tussen de meldingen en het aantal schepen aan de kades;
9. Verschillende weersomstandigheden beïnvloeden de geluidsoverdracht;
10. Er is een goede relatie gevonden tussen weersomstandigheden en de meldingen;
11. Oostvoornse meer heeft geen significante invloed op het fenomeen "geluiddeken".

Bij bovenstaande punten dienen aanvullende opmerkingen te worden gemaakt:

Ad 2: er zijn verschillende oorzaken, zoals het verschil tussen dag, avond en nacht, waardoor er een verschillend achtergrondgeluidniveau kan zijn ('s nachts is het bijvoorbeeld stiller dan overdag). Daarnaast zijn er nog de verschillende combinatie van windsnelheid en windrichting. De temperatuur van het land en het water (waaronder het Oostvoornse meer) beïnvloeden de overdracht.

Ad 3: juist de verandering van geluid lijkt de meldingen te veroorzaken. Veranderingen van geluid kunnen ontstaan door veranderende weersomstandigheden, maar ook door het wegvallen van het achtergrondgeluid. Ook worden lagere tonen beter doorgegeven dan hogere tonen, waardoor ook de "kleur" van het geluid veranderd.

Ad 8: Uit de analyse blijkt dat er in de meldingrijke periodes gemiddeld iets meer schepen aan de kades liggen. Deze verschillen zijn statistisch niet significant met als gevolg dat er niet is aangetoond dat er een relatie is (het kan dus toeval zijn geweest).

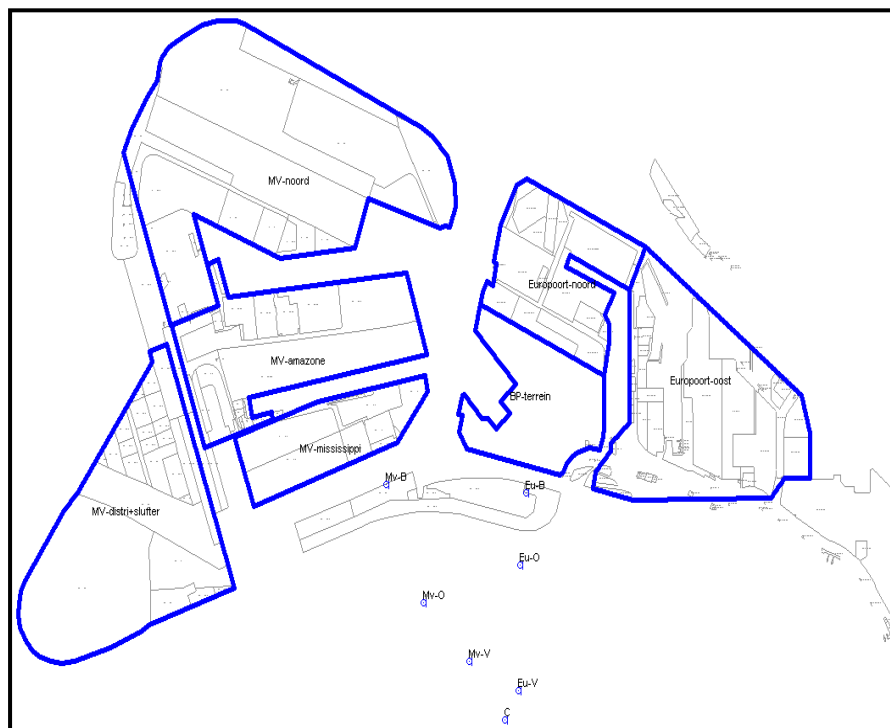
## 9 Mogelijke maatregelen

Er zijn er altijd drie verschillende aangrijppunten waarop getracht kan worden invloed uit te oefenen op hinderbeleving als gevolg van geluid en waar dus mogelijke maatregelen genomen kunnen worden om hinder door industriegeluid in Oostvoorne te reduceren. In dit hoofdstuk worden diverse mogelijke maatregelen voorgesteld en beoordeeld. De aangrijppunten zijn:

1. Bronmaatregelen
2. Ontvangermaatregelen
3. Overdrachtmaatregelen

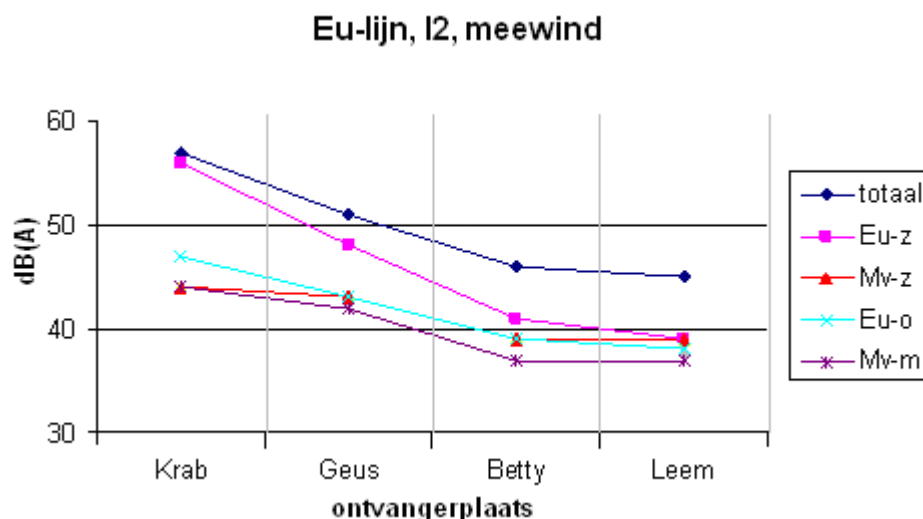
### Ad 1: Bronmaatregelen

Maatregelen bij de bron komen in de basis neer op het reduceren van het geluid van de industrie. Voor de volledigheid wordt herhaald dat de industrie voldoet aan de hun in vergunningen opgelegde geluidsnormen. Uit de analyse is gebleken dat niet één bron en zelfs niet één bedrijf aangewezen kan worden als mogelijke oorzaak van de meldingen. Het is natuurlijk een feit dat wanneer er geen industrie zou zijn, er ook geen industriegeluid zou zijn en daarmee dus ook geen hinder vanwege de industrie in Oostvoorne. Gelet op het grote effect van de variatie in de overdracht zou het niet vreemd zijn dat zelfs wanneer de industrieterreinen Maasvlakte en Europoort vrij van industrie gemaakt zouden worden, er industriegeluid zou kunnen worden gehoord vanuit de Botlek of geluid van treinen, de wegen en het luchtverkeer. In figuur 9-1 is weergegeven de verschillende delen van de Maasvlakte en Europoort.



**Figuur 9-1;** Deelgebieden van de Europoort en de Maasvlakte

Wanneer de bijdrage van deze verschillende deelsterreinen op de meetlijn van Europoort naar Oostvoorne wordt berekend, ontstaat figuur 9-2.



**Figuur 9-2:** Bijdrage aan het totale geluid van de Europoort en de Maasvlakte naar Oostvoorne.

In grafiek 9-2 is te zien, dat de bijdrage van de verschillende deelgebieden in Oostvoorne nagenoeg gelijk zijn. De verschillen zijn slechts 1-2 dB(A). De opzet van deze grafiek is hypothetisch want het is immers niet mogelijk om meewind te hebben vanuit Maasvlakte en Europoort.

Een mogelijke maatregel zou kunnen zijn om alle industrie op de Maasvlakte/Europoort slechts de helft van de normale activiteit te laten uitvoeren. Deze maatregel is puur theoretisch, omdat het voor de bedrijven economisch niet haalbaar is om slechts voor de helft in bedrijf te zijn. Wanneer deze theorie toch wordt doorgerekend, blijkt dat door deze maatregel het geluid van de Maasvlakte/Europoort in Oostvoorne hoogstens 3 dB(A) afneemt.

Aan de bronnenkant zijn verdere geluidsreducerende maatregelen nauwelijks te reduceren. De maatregelen die voor de industrie te realiseren zijn, zijn immers in de vergunningtrajecten al gesignaleerd en dus genomen. Verdergaand onderzoek naar de mogelijkheden voor geluidsreductie aan de bronnenkant zou om deze reden geen aanbeveling zijn voor vervolgonderzoek. Echter, overwogen kan worden om nader te onderzoeken of uit de grote hoeveelheid geluidbronnen op de industrieterreinen specifiek onderzoek kan worden uitgevoerd naar de bijdrage van deze bronnen in de lage frequenties. Dit als gevolg van de gevonden correlatie tussen de lage frequenties en de meldingen. Hieruit komen mogelijk nieuwe inzichten omtrent mogelijke bronmaatregelen. Een dergelijk onderzoek is, voor zover de onderzoekers bekend, nog nooit in Nederland op zo'n manier uitgevoerd. Bedacht moet echter worden dat, zoals eerder gezegd, de invloed van de overdracht erg groot is, waardoor het reduceren van bepaalde geluidbronnen naar verwachting maar beperkt effect heeft en niet de hinder zal wegnemen.

## Ad 2: Ontvangermaatregelen

Bij de ontvanger kunnen diverse maatregelen worden genomen om de geluidbeleving te veranderen. Maatregelen als dubbel glas en gevelisolatie worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat de bewoners van Oostvoorne juist aangeven dat zij buiten last hebben van het industriegeluid. Maatregelen om de geluidsbeleving te veranderen, geven geen reductie van het geluid, maar veranderen de beleving van het geluid.



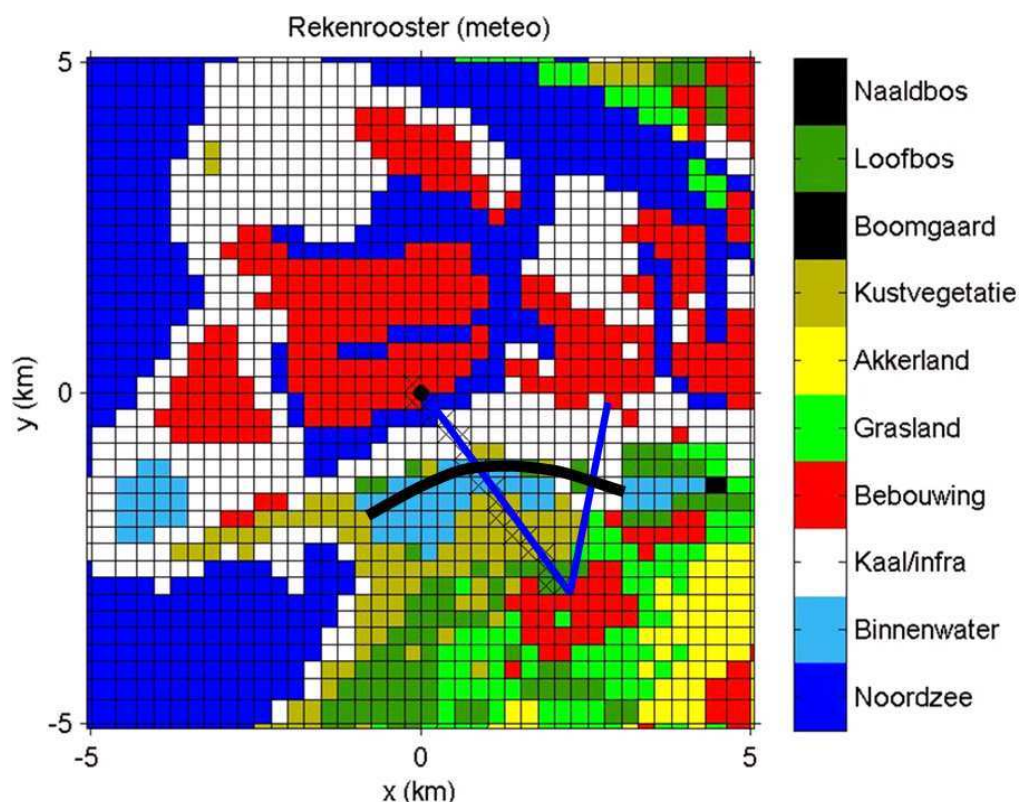
### Ad 3: Overdrachtmaatregelen

Uit de analyse volgt duidelijk dat de overdracht een groot effect heeft op de geluidniveaus in Oostvoorne. Wanneer de overdracht kan worden veranderd, kunnen dus grote resultaten worden behaald. De overdracht wordt beïnvloed door de windrichting en windsnelheid, de temperatuur en door de bodemgesteldheid. Onderstaande vergaande maatregelen zijn middels een brainstormsessie van deskundigen gegenereerd om de overdracht van het industriegeluid te beïnvloeden:

- Scherms langs A15;
- Schermen ten zuiden van het Oostvoornse meer;
- Oostvoornse meer vervangen door bos;
- Planten van extra bos ten zuidwesten van het Oostvoornse meer.
- Creëren tegenwind met windmolens/ventilatoren;
- Verwarmen van het Oostvoornse meer;

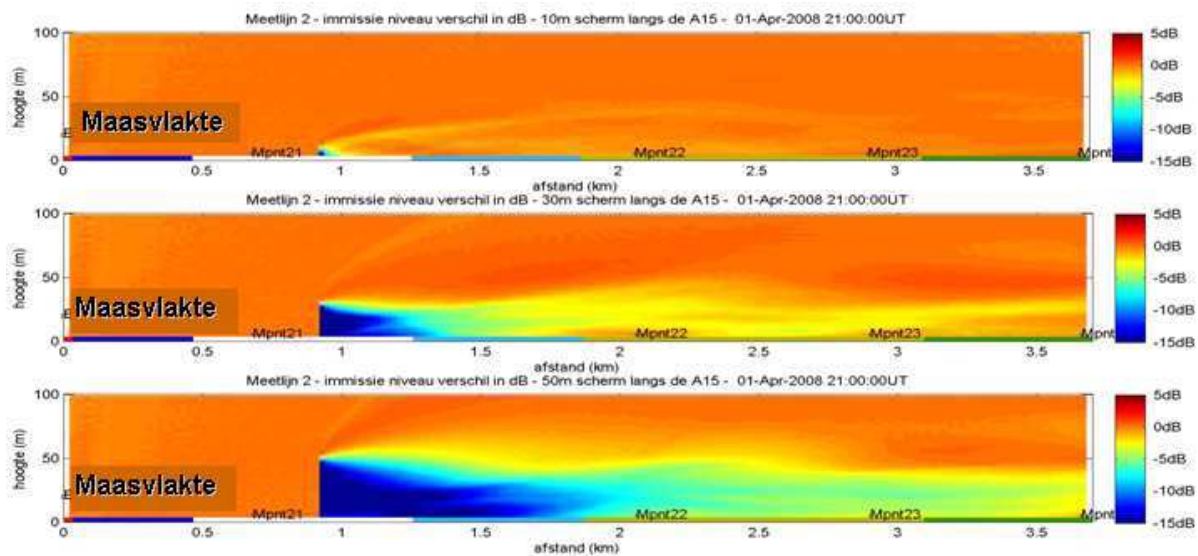
#### Ad a): Scherm langs A15

Een geluidsscherms langs de A15 verstoort de overdracht van het geluid. Gekozen is voor de plaats langs de A15 omdat daar de mogelijk ruimte is om een scherm te plaatsen.



**Figuur 9-3:** bodemprofiel rond Oostvoorne. Het geluidsscherms langs de A15 is met de zwarte lijn aangegeven. De twee blauwe lijnen geven de meetlijnen weer.

Met het model zijn schermen van 10 meter, 30 meter en 50 meter hoogte doorgerekend. In figuur 9-4 zijn de effecten van deze schermen grafisch weergegeven gerekend met de lijn van de Maasvlakte.

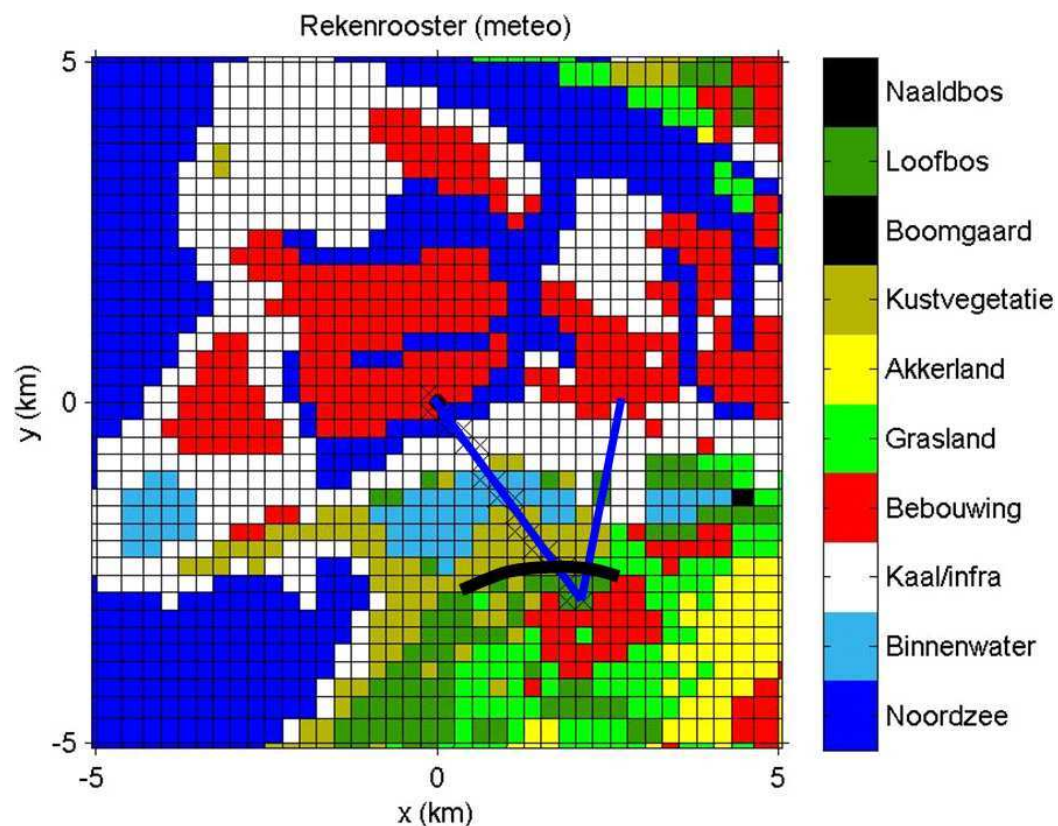


**Figuur 9-4:** De geluidseffecten van een geluidsscherm bij de A15 voor een meewindsituatie op 1 april 2008 om 21:00 uur.. De bovenste figuur laat de effecten zien van een 10 m hoog scherm, de middelste een 30 m hoog scherm en de onderste figuur laat de effecten zien van een 50m hoog scherm

Aan de linkerkzijde van de figuren is een rekenbron gepositioneerd op de Maasvlakte/Europoort en aan de rechterzijde is Oostvoorne. De kleuren geven de verandering aan van het geluidsniveau ten opzichte van neutrale omstandigheden. Hierbij is te zien dat direct achter het scherm een afname van het geluid met ongeveer 15 dB of mogelijk zelfs nog iets meer haalbaar is. Hoe hoger het geluidsscherm hoe verder de geluidreductie reikt. Echter in Oostvoorne heeft zelfs het scherm van 50 meter hoog slechts een effect van zo'n 2 dB. De lagere schermen hebben geen effect in Oostvoorne.

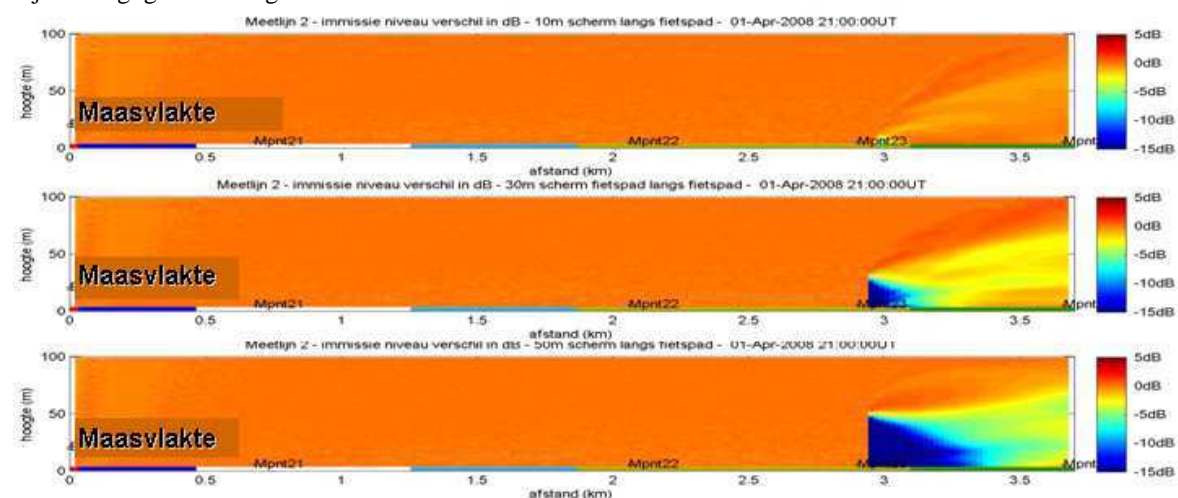
**Ad b): Schermen ten zuiden van het Oostvoornse meer**

Wanneer een geluidsscherm dichterbij Oostvoorne geplaatst wordt, zal, op het eerste gezicht, zo'n scherm een groter effect hebben in Oostvoorne. Om deze reden zijn schermen ten zuiden van het Oostvoornse meer gepositioneerd. In figuur 9-5 is dit weergegeven.



**Figuur 9-5:** bodemprofiel rond Oostvoorne. Het geluidsscherm vlak voor Oostvoorne is met de zwarte lijn aangegeven. De twee blauwe lijnen geven de meetlijnen weer.

Ook hier is weer gerekend met schermhoogtes van 10 meter, 30 meter en 50 meter. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 9-6.



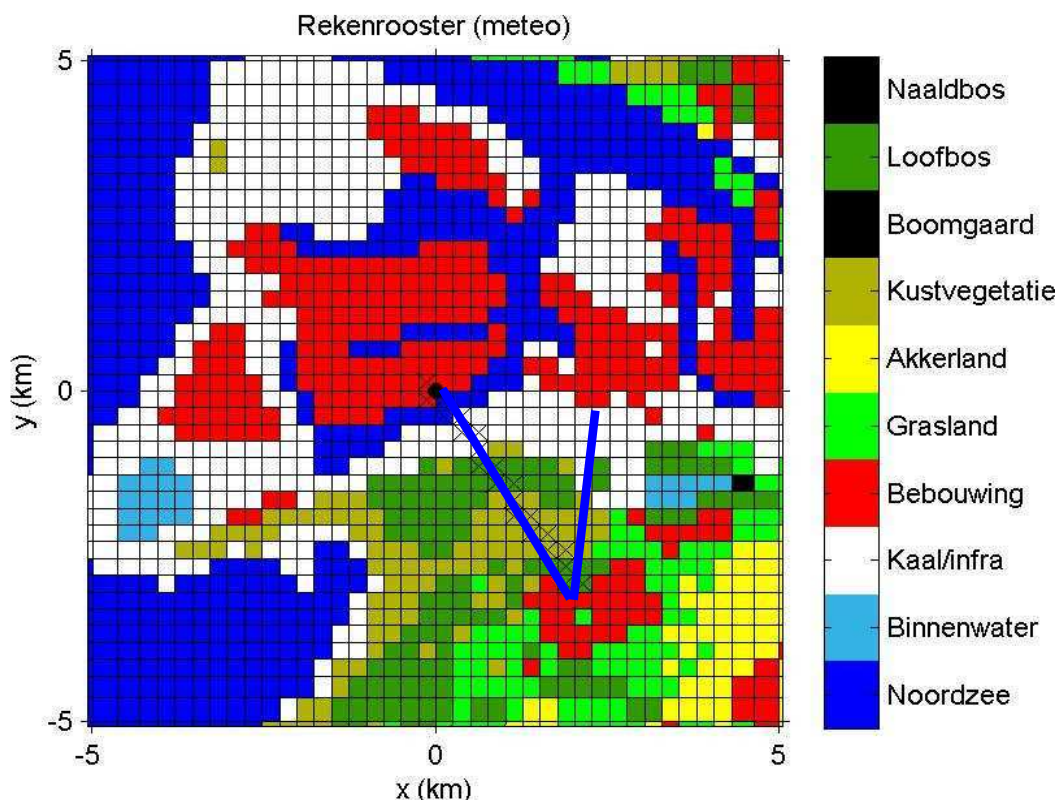
**Figuur 9-6** De geluidseffecten van een geluidsscherm langs het fietspad aan de noordzijde van Oostvoorne. Het bovenste figuur laat de effecten zien van een 10 m hoog scherm, het middelste een 30 m hoog scherm en het onderste figuur laat de effecten zien van een 50m hoog scherm

Ook in dit geval is te zien dat alleen het scherm van 50 meter hoog een klein effect heeft van zo'n 5 dB. Doordat het scherm ver weg van de industrie staat, de bron van het geluid, gaan meer golven gewoon over het scherm heen dan als het scherm dichterbij de bron staat.

Uiteraard is in dit gevallen gerekend met de weersomstandigheden waarbij de geluidsoverdracht erg goed is (worst case scenario), waarbij de overdracht van het geluid naar Oostvoorne zeer goed verloopt (meewindsituatie). Voor de volledigheid kan hieraan toegevoegd worden dat in het omgekeerde geval, wanneer de weersomstandigheden gunstig zijn voor de bewoners van Oostvoorne en de overdracht van geluid dus slecht verloopt, er zonder aanvullende maatregelen geen geluidhinder in Oostvoorne is.

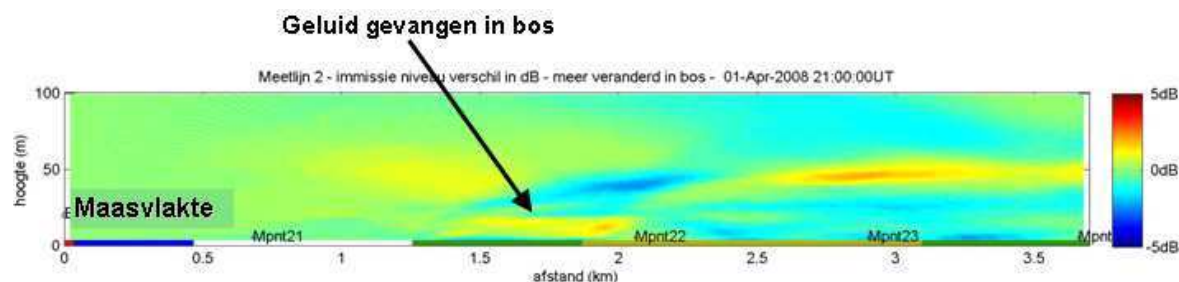
#### Ad c) Oostvoornse meer vervangen door bos

Het water van het Oostvoornse meer heeft 2 effecten waardoor de overdracht van geluid versterkt wordt. Dit is enerzijds het feit dat geluid makkelijk reflecteert (kaatst) op het harde oppervlak en anderzijds dat koud water de luchttemperatuur boven het meer zodanig kan beïnvloeden dat de luchttemperatuur hoger wordt bij een grotere hoogte. Dit is een zogenaamde temperatuurinversie boven het meer. Deze temperatuurinversie zorgt er voor dat geluid naar beneden wordt gebogen. Door het meer te vervangen door bos worden beide effecten beïnvloed. Bos is als bodemsoort het meest absorberend en geeft minder temperatuurinversie. In figuur 9-7 is het vervangen van het meer door bos (groen i.p.v. blauw) weergegeven.



**Figuur 9-7:** bodemprofiel rond Oostvoorne. Te zien is dat waar in figuur 8-3 en 8-5 het Oostvoornse meer met een lichtblauwe kleur was aangegeven, het nu groen (loofbos) is

Het effect van deze maatregel is weergegeven in figuur 9-8.

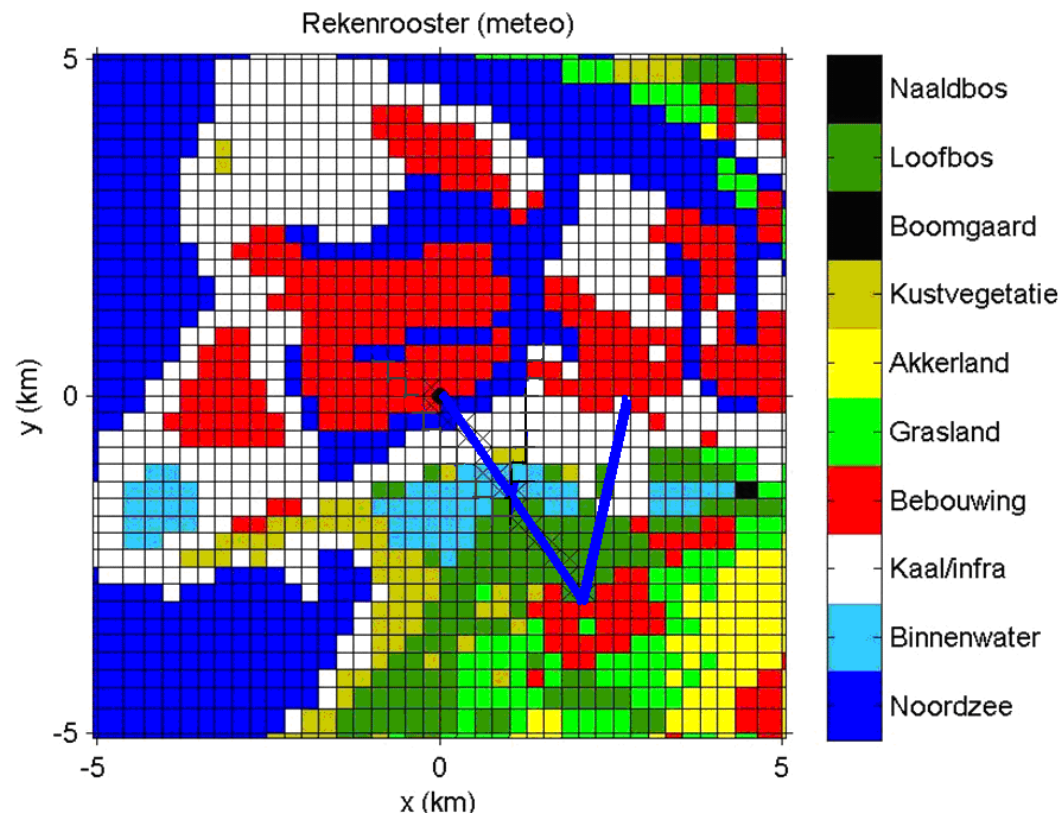


**Figuur 9-8:** Het geluidseffect van een loofbos op de plaats waar nu het Oostvoornse meer ligt.

Het is duidelijk te zien, dat op de plaats waar eerst het Oostvoornse meer was geluid als het ware gevangen wordt in het bos. Het effect in Oostvoorne is echter voor de berekende meewindsituatie op 1 april 2008 beperkt tot ca. 1 dB

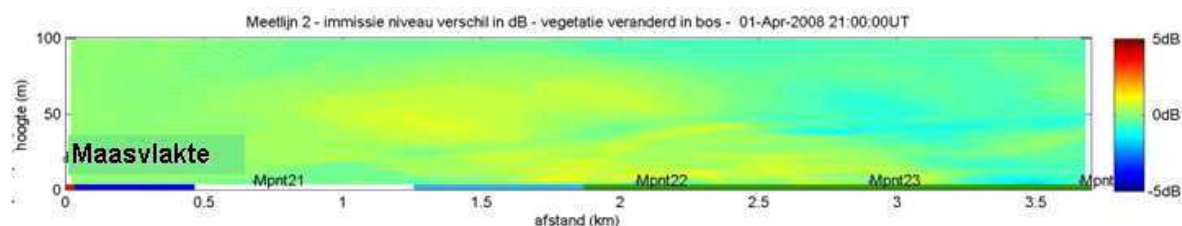
**Ad d) Planten van extra bos ten zuidwesten van het Oostvoornse meer.**

Ten zuidwesten van het Oostvoornse meer is nu grasland. Dat is een vrij harde bodem. Wanneer hier bos wordt geplant, worden in feite hetzelfde voordeel beoogd als bij het vorige punt: een harde bodem vervangen door een absorberende bos. In figuur 9-9 is dit in het meteo-akoestisch model verwerkt.



**Figuur 9-9:** bodemprofiel rond Oostvoorne. In het zuidwesten van Oostvoorne als grasland. De twee blauwe lijnen geven de meetlijnen weer.

Ten zuidoosten van het Oostvoornse meer is nu bos gemodelleerd (donkergroen) in plaats van het nu aanwezige grasland. Wanneer deze verandering vervolgens wordt doorgerekend, ontstaat figuur 9-10. Helaas heeft deze maatregel nauwelijks effect in Oostvoorne (ca. 1 dB).



**Figuur 9-10:** Het geluidseffect van wanneer het zuidwesten van Oostvoorne bos in plaats van grasland zou zijn.

#### **Ad e): Creëren tegenwind met windmolens/ventilatoren**

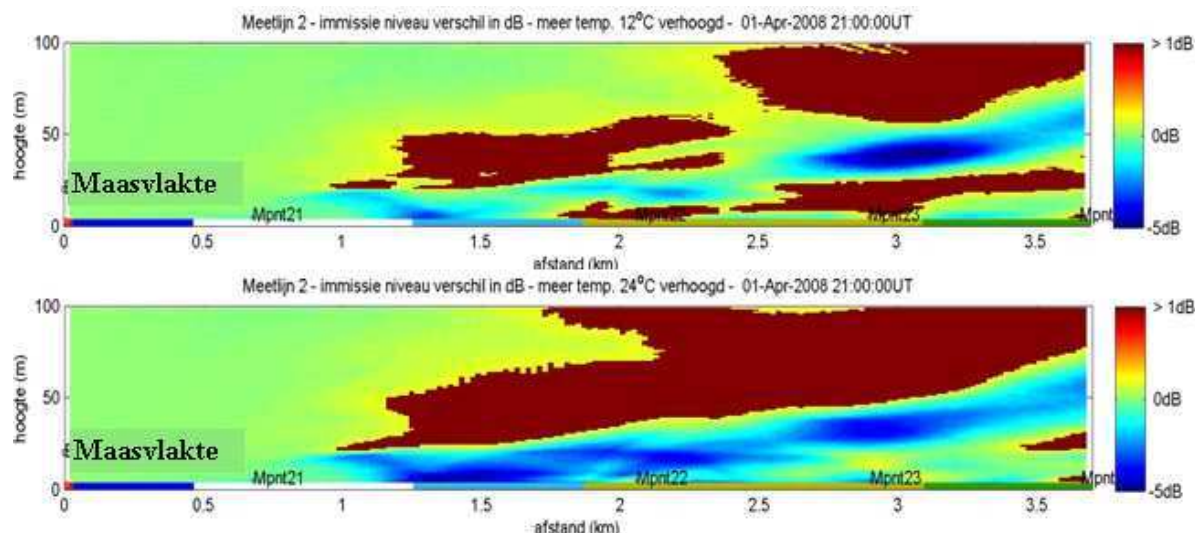
Wanneer de windsnelheid en windrichting in het overdrachtsgebied verstoord zouden kunnen worden, zou dat effect kunnen hebben op het geluidsniveau in Oostvoorne. Dit zou gedaan kunnen worden met omgekeerde windmolens of ventilatoren. Er is voor ventilatoren op 30 - 50 m hoogte een berekening gemaakt van het effect van de windverstoring.

De ventilatoren hebben naar verwachting een windreducerend effect van ca. 6 m/s op de hoogte van 30-50meter. In de directe omgeving van de ventilatoren zullen de geluidsgolven zich anders gedragen, maar ze planten zich verderop nog steeds voort richting Oostvoorne. Met andere woorden: de ventilatoren hebben slechts een lokaal effect.

Deze oplossing heeft dus nauwelijks een positief effect in Oostvoorne. Daarbij moet ook voor de volledigheid worden vermeld dat de ventilatoren zelf ook geluid kunnen maken, waardoor naar verwachting het kleine positieve effect te niet gedaan zal worden door het geluid van de ventilatoren zelf.

#### **Ad f): Verwarmen van het Oostvoornse meer;**

Door in de late winter en het vroege voorjaar, de maanden waarin de meeste meldingen zijn ontvangen, het water van het Oostvoornse meer te verwarmen, kan getracht worden de temperatuursopbouw in de lucht boven het meer te beïnvloeden. Bij een koud wateroppervlak met een warmere lucht kan de temperatuursopbouw van de lucht boven het water omgekeerd zijn (de eerder genoemde temperatuursinversie) wanneer het hoger in de lucht warmer is dan bij de grond. Door het water te verwarmen kan een normale temperatuursopbouw bewerkstelligd worden. Gedacht wordt om het meer tot minstens 20C te verwarmen. Met een ruim voldoende potentieel aan warm water (restwarmte van de industrie) zou dit ook een haalbare oplossing kunnen zijn. In figuur 9-12 is deze optie doorgerekend.



**Figuur 9-11:** Het akoestisch effect van het verhogen van de temperatuur van het Oostvoornse meer met 12°, (boven) respectievelijk 24° (onder).

In figuur 9-11 worden de geluidsgolven weergegeven die telkens naar de grond worden afgebogen. In het linker figuur is de bestaande situatie en in het rechterfiguur de situatie met het verwarmde meer. Te zien is dat het warmere water de geluidsgolven beïnvloed, maar in Oostvoorne zullen nauwelijks minder golven aankomen. Helaas moet dus ook hier weer geconcludeerd worden dat het effect klein is. Meer informatie met betrekking tot deze mogelijke overdrachtsmaatregelen zijn te vinden in bijlage 6.

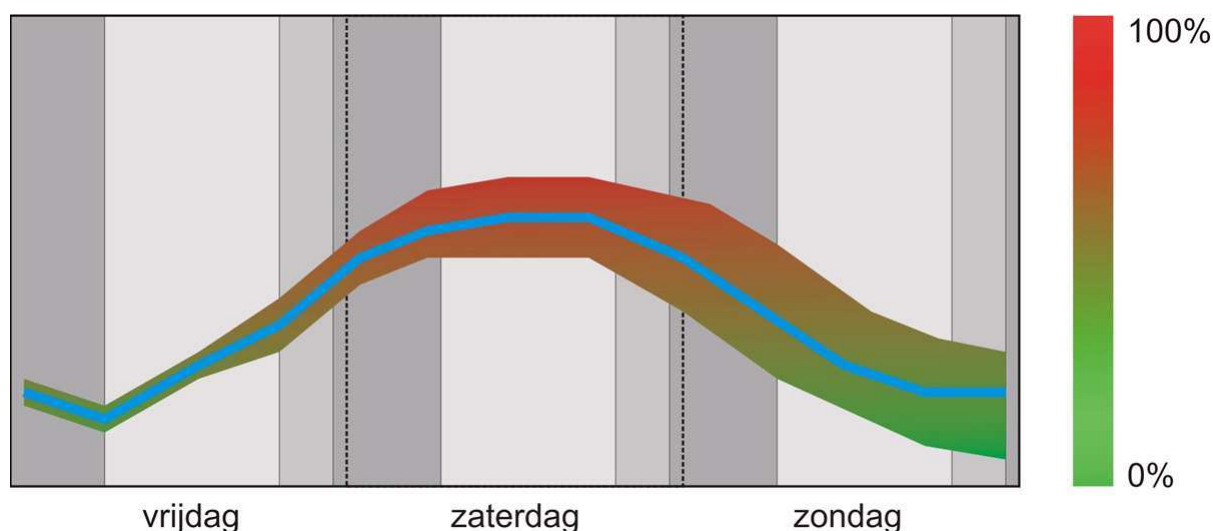
### Samenvatting effect maatregelen

Uit de analyse is gebleken dat veranderingen in de geluidoverdracht de oorzaak zijn van de geluidhinder in Oostvoorne. Draconische maatregelen zijn voorgesteld om de geluidoverdracht te beïnvloeden. Via berekeningen met het meteo-akoestisch model is het akoestisch effect van die maatregelen bepaald. Deze over het algemeen niet of nauwelijks uitvoerbare ingrijpende maatregelen blijken echter maar een klein effect te hebben en kunnen daarom de hinder niet afdoende wegnemen.

## 10 Akoestisch weerbericht

Er is onderzocht of berekend kan worden in welke weersomstandigheden meer industriegeluid in Oostvoorne verwacht mag worden. Dit wordt het akoestisch weerbericht genoemd. Een analogie valt te trekken met het bekende hooikoorts weerbericht. Met een dergelijk voorspelling kunnen bewoners zich instellen op meer hoorbaar industriegeluid. Door de voorspelbaarheid van geluid zou de ervaring van hinder af kunnen nemen.

Hiervoor is de bestaande weersverwachting nodig zoals bijvoorbeeld het KNMI dagelijks uitgeeft. Met deze weersverwachting en met behulp van het meteo-akoestisch model, kan vervolgens worden berekend in hoeverre er voor geluid een gunstige of ongunstige overdracht te verwachten valt. Dit kan vervolgens vertaald worden in een soort van weerbericht. Een voorbeeld hoe dit akoestisch weerbericht er uit zou kunnen zien, is weergegeven in figuur 10-1.



**Figuur 10-1;** Akoestisch weerbericht

In dit figuur is voor een paar dagen vooruit aangegeven wat de kans op hinder zou kunnen zijn omgeven met een onzekerheidsmarge. Dit soort figuren zijn bekend van de meerdagen weersverwachtingen, zoals regelmatig op TV te zien zijn.

Verwacht wordt dat zo'n akoestisch weerbericht met een redelijke mate van betrouwbaarheid gemaakt kan worden. Uiteraard kan de betrouwbaarheid nooit beter worden dan de betrouwbaarheid van de weersverwachting van het KNMI zelf. Daarnaast zal de betrouwbaarheid van het geluidsgedeelte, en daarmee dus van het gehele akoestisch weerbericht, verder ontwikkeld moeten worden door het weerbericht over langere periode te koppelen met het horen van industriegeluid. Oftewel door het vergelijken van de verwachting met de actuele situatie kan het weerbericht gevalideerd worden, en eventueel worden aangepast. Dit is ook gebruikelijk bij de bekende weersverwachting.



## 11 Communicatie

Dit project is gestart naar aanleiding van de klachten van de bewoners van Oostvoorne over geluidshinder vanuit de industrie. Het onderzoek is uit die behoefte ontstaan en de bewoners zijn dan ook een belangrijke doelgroep waar het onderzoek zich op richt. Omdat het projectplan al een belangrijke rol voorzag voor deze bewoners is gekozen om tijdens het project met hun in contact te blijven. Om dit optimaal te kunnen doen is er voor gekozen op verschillende manieren te communiceren:

1. Via een speciaal hiervoor gemaakte website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl)
2. Via overleg met het Platform Hinder en Veiligheid Westelijk Voorne
3. Via directe terugkoppeling aan de bewoners door middel van bijeenkomsten
4. Via de krant van de gemeente Westvoorne
5. Via email aan de deelnemende bewoners aan de monitoring
6. Via de pers

### Ad 1: website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl)

Voor het project is de domeinnaam [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl) geregistreerd. Een webdesigner heeft vervolgens een zakelijke website ontworpen die eenvoudig toegankelijk is. Op deze website is algemene informatie gezet zoals het projectplan, de intentieverklaring en het doel en de achtergronden van het project. Onder de kop nieuws zijn ontwikkelingen weergegeven. Deze werden regelmatig ververs. De website is ook gebruikt om de vragenlijsten digitaal in te vullen. Projecteigenaren als de DCMR en de gemeente Westvoorne hebben op hun websites informatie opgenomen over het project. De website zal na het verschijnen van dit rapport nog ten minste 5 jaar blijven bestaan.

### Ad 2: Platform Hinder en Veiligheid Westelijk Voorne

Met het Platform is dit gehele project meermalen overlegd. Vanaf de start en voorbereiding van het project, tot en met de bespreking van de resultaten is overleg gevoerd met het Platform om haar input te krijgen om zo het project optimaal uit te kunnen voeren.

### Ad 3: bijeenkomsten

Twee keer is er een bijeenkomst georganiseerd voor de bewoners van Oostvoorne. Op 13 december 2007 is er in hotel 't Wapen van Marion een uitleg gegeven van het project aan geïnteresseerde bewoners. Er waren op die avond ca. 25 bewoners aanwezig in de zaal. Hoewel het project toen al ruim een half jaar bezig was, waren de werkzaamheden met betrekking tot de monitoring en het meteo-akoestisch model nog in de voorbereidende fase. Het doel van deze bijeenkomst was om, naast een uitleg van het project, vrijwilligers voor de monitoring van de hinderbeleving te werven. Zoals in het hoofdstuk 4 (Monitoring van de hinderbeleving) is te lezen, heeft een groot gedeelte van de aanwezigen zich opgegeven als vrijwilliger.

De tweede bijeenkomst is gehouden op 27 mei 2009. Ook deze bijeenkomst vond ook plaats in hotel 't Wapen van Marion. Bij deze bijeenkomst zijn de resultaten van het project gepresenteerd. Zoals in dit rapport is te lezen hebben de bewoners van Oostvoorne om verklaarbare redenen hinder van industriegeluid gemeld. Voor de tijdperiodes van die meldingen zijn er in het uitgevoerde onderzoek veranderingen in gemeten en berekende geluidsniveaus waargenomen. Het onderzoek heeft aangetoond dat de gemelde hinder veroorzaakt wordt door veranderingen in de meteorologische situatie. Omdat aan de oorzaak nagenoeg niets te doen is, geeft dit resultaat een onbevredigend en teleurstellend gevoel. Dat

gevoel leeft zowel bij de bewoners als bij de projecteigenaren; liever hadden ze een duidelijke bron hadden willen aanwijzen die vervolgens weggenomen zou kunnen worden, waardoor de hinder zou reduceren. Een verslag van deze bijeenkomst is bijgevoegd als bijlage 8.

Er volgt mogelijk nog een publieksbijeenkomst om vragen over dit rapport te beantwoorden, als blijkt dat daar in een dergelijke setting behoefte aan is

#### **Ad 4: De krant van de gemeente Westvoorne**

Verschillende keren heeft in de gemeentekrant een artikel gestaan over het project “Geluid in Beeld”. Dit betrof voornamelijk informatie over hoe ver het project was gevorderd en wat de volgende stap zou worden en wanneer deze genomen zou worden.

#### **Ad 5: Via email aan de deelnemende bewoners**

Tijdens de monitoring is verschillende keren een email aan de deelnemende bewoners gestuurd. Enerzijds om hen te bedanken voor de geleverde bijdrage, anderzijds om hen aan te sporen om vooral door te gaan met het geven van meldingen. Ook werden in die mails vragen beantwoord die voor allen nuttig of interessant zouden kunnen zijn. Deze vragen kwamen meestal via de email van de website binnen.

#### **Ad 6: Via de pers**

Gekozen is om op specifieke momenten de pers te informeren. Deze momenten waren de kunstbronmetingen en de presentatie van de resultaten aan de bewoners. Bij de start van de kunstbronmetingen zijn journalisten aanwezig geweest van het Algemeen Dagblad/Rotterdams Dagblad, van de KRO Radio 1 – Dingen van de Dag en van TVRijnmond. Zowel op radio 1 als op TVRijnmond in het nieuws is aandacht besteed aan het project en de kunstbronmetingen. Ook door het AD/RD is aandacht besteed aan het project door middel van een artikel. Het artikel en het Totem zijn te vinden op de website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl).

Ook voor de presentatie van de resultaten is de pers uitgenodigd. Hierbij was een journalist van het AD/RD aanwezig. Deze keer heeft de krant besloten geen artikel op te nemen.

## 12 Conclusie en Aanbevelingen

### 12.1 Analyse van de onderzoeksresultaten

Uit de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is een duidelijk onderscheid tussen meldingrijke periodes en niet meldingrijke periodes;
- Veranderingen van het geluidniveau leidt tot meldingen;
- De geluidhinder in Oostvoorne wordt veroorzaakt door veranderingen in de meteorologische situatie en niet door veranderingen in activiteit van de industriegeluidsbronnen;
- Er is geen relatie gevonden tussen de meldingen en de treinen, de N15 en de varende schepen;
- Er is geen relatie tussen de meldingen en het aantal schepen aan de kade.

Uit de analyse blijkt dat er in de meldingrijke periodes gemiddeld iets meer schepen aan de kades liggen. Deze verschillen zijn statistisch niet significant met als gevolg dat er niet is aangetoond dat er een relatie is (het kan dus toeval zijn geweest). Om een mogelijke relatie definitief uit te sluiten dan wel aan te tonen, dient nader onderzoek uitgevoerd te worden. Het nader onderzoeken van de relatie tussen de scheepsaanwezigheid en de meldingen viel buiten het project.

Er kan niet één bron of zelfs één bedrijf worden aangewezen, de gehele industrie produceert geluid. Daarnaast wordt de hinder vooral veroorzaakt door verandering van het geluidniveau. Het hoeft daarbij niet alleen te gaan om verandering van de absolute hoogte van het geluidniveau. Ook de afwezigheid van achtergrondgeluid leidt tot het sneller ervaren van geluidhinder. Oostvoorne is een zeer rustig gebied met weinig achtergrondgeluid. Het industriegeluid wordt daarom slecht gemaskeerd.

### 12.2 Het meteo-akoestisch model

- D weersomstandigheden beïnvloeden de geluidsoverdracht;
- Het meteo-akoestisch model geeft een goede beschrijving van de relatie tussen de weersomstandigheden en de geluidsoverdracht;
- Het model toont aan dat een samenspel van weersomstandigheden de oorzaak is van veranderingen in de ervaren geluidhinder;
- Er is met het model een relatie gevonden tussen de meldingen en de weersomstandigheden;
- Specifieke weersomstandigheden geven lage tonen beter door naar Oostvoorne

Een meteo-akoestisch model is speciaal voor het gebied tussen Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne opgesteld als een combinatie van een 3-dimensionaal weermodel met een 2-dimensionaal geluidsmodel. De resultaten van dit model zijn bevestigd door de kunstbronnemetingen.

Wanneer naar de meldingrijke periodes wordt gekeken en de specifieke weersomstandigheden in die meldingrijke periodes worden ingevoerd in het meteo-akoestisch model, blijkt dat er een goede relatie is tussen de meldingen en de geluidsoverdracht in de 63 Hz octaaf band. Wanneer deze frequentie beter wordt doorgegeven, blijken er ook meldingen binnen te komen. Met het meteo-akoestisch model wordt duidelijk dat bij sommige weersomstandigheden het industriegeluid naar Oostvoorne wordt “geduwd”. Dit wordt ervaren als de deken van geluid, die neerdaalt op Oostvoorne. Deze deken kan meerdere uren aanhouden, totdat de weersomstandigheden veranderen, waarna de deken van geluid weer verdwijnt.

## 12.3 Maatregelen

- Draconische maatregelen hebben een zeer beperkte invloed op de geluidsniveaus in Oostvoorne (enkele d's)

Zeer vergaande maatregelen zijn bedacht om de overdracht van geluid naar Oostvoorne te veranderen. Voorbeelden hiervan zijn zeer hoge geluidschermen (tot 50 meter hoog), het proberen te veranderen van de windkarakteristiek door middel van grote ventilatoren, het opwarmen van het Oostvoornse meer, tot het dempen van dit meer en het planten van een bos. Deze maatregelen hebben allemaal een positief, maar zeer beperkt effect en zijn de maatregelen in de praktijk niet uitvoerbaar.

- De meldingen van de bewoners van Oostvoorne zijn goed verklaarbaar. Uit dit project zijn echter nog geen maatregelen naar voren gekomen die de geluidshinder kunnen tegengaan

De onderzoekers zijn zich er van bewust, dat, hoewel er nu duidelijkheid is hoe de deken van industriegeluid ontstaat en dat meldingen van bewoners logisch en begrijpelijk zijn, de oorzaak in feite niet of nauwelijks valt weg te nemen. Daarmee is er geen oplossing geboden voor het probleem. Dit is een teleurstellende conclusie voor zowel de projecteigenaren als de bewoners van Oostvoorne. Het was voor alle partijen prettiger geweest als er een duidelijke oorzaak was aan te wijzen, die ook weggenomen had kunnen worden.

Een akoestisch weerbericht is technisch mogelijk. Hiermee kan op basis van het weerbericht een verwachting worden afgegeven of er hinder van industriegeluid wordt verwacht of niet. Of er behoefte is aan zo'n akoestisch weerbericht is niet onderzocht.

## 12.4 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om nader te onderzoeken of er een relatie is tussen schepen aan de diverse kades en de meldingen van hoorbaar industriegeluid.

Tijdens de bewonersavond van 27 mei 2009 waar de resultaten zijn gepresenteerd, is door de DCMR voorgesteld om van het betrokken industriegebied te onderzoeken of er bepaalde bronnen of groepen bronnen nader kunnen worden aangewezen die meer bijdragen aan de lage tonen dan andere bronnen. Het is onduidelijk of dit haalbaar is en welk resultaat verwacht mag worden, maar mogelijk kunnen er bepaalde groepen worden geïdentificeerd. Vervolgens kan worden gekeken of er gerichte maatregelen genomen kunnen worden bij deze bronnen.

Er wordt aanbevolen om te kijken of het mogelijk is de bewoners vooraf te informeren over de te verwachten verhoogde geluidsniveaus van de Maasvlakte en Europoort. Hierbij valt te denken aan het akoestisch weerbericht in combinatie met andere informatie zoals het actuele weer, het actuele aantal zeeschepen aan gekozen kades en het gemeten geluidniveau. Hiervoor zou dus zowel het akoestisch weerbericht verder uitgewerkt moeten worden. Tevens moet bepaalde informatie gemakkelijk en online ontsloten worden. Hier zijn echter wel behoorlijke kosten aan verbonden, zowel eenmalige kosten voor de ontwikkeling als terugkerende kosten om een dergelijk project draaiende te houden. Er is niet onderzocht of bij de bewoners van Oostvoorne behoefte is aan een dergelijke informatie voorziening en of de uitgaven hiervoor te rechtvaardigen zijn.

## 13 Dankwoord

Zoals eerder vermeld is het project “Geluid in Beeld” tot stand gekomen door een unieke samenwerking tussen verschillende bedrijven op de Maasvlakte en Europoort, kenniscentra en overheid (zie figuur 2-1). Zij hadden dit project echter nooit kunnen voltooien zonder de hulp van een grote groep verschillende mensen en instellingen. In het bijzonder worden hier de deelnemende inwoners van Oostvoorne bedankt. Dankzij hun meldingen heeft het projectteam de periodes met hinder kunnen vaststellen, waar het onderzoek zich vervolgens op heeft gericht. Verder wordt de meteoroloog bedankt voor het ter beschikking stellen van zijn meteorologische data ten behoeve van dit project. Daarnaast willen wij het Dive Center Capelle bedanken voor de meetgegevens van de temperatuur in het Oostvoornse meer en het Zuid-Hollands Landschap voor de toestemming om in het duingebied metingen te mogen verrichten en het plaatsen van meetposten. Ook willen we hotel-cafe-restaurant 't Wapen van Marion, woon-zorgcomplex Leemgaarde en peuterspeelzaalgroep De Peuterhof in Oostvoorne bedanken voor het mogen plaatsen van meetposten. Tevens bedanken wij de Vrije Universiteit Amsterdam voor de ontwikkeling van het meteorologisch model en ProRail voor de gegevens van alle treinen die over het traject langs de N15 van de Maasvlakte naar de Suurhofbrug zijn gereden tijdens de onderzoeksperiode.

## **14 Overzicht Bijlagen**

- 1. Overzicht bijdrage van de verschillende partijen**
- 2. Historisch klachtenonderzoek**
- 3. Monitoring Hinderbeleving**
- 4. Indicatieve geluidsbijdrage N15**
- 5. Specificaties Matravit – Oper@**
- 6. Toepassingen en validatie van het meteo- akoestisch model**
- 7. Geluidsmetingen en meldingen, grafieken van alle monitorings- en referentieperiodes**
- 8. Verslag bewonersbijeenkomst 27 mei 2009**
- 9. Geluidsbegrippen**



## Bijlage 1: Overzicht bijdrage van de verschillende partijen





## Bijlage 1: Overzicht bijdrage van de verschillende partijen

Voor de volledigheid is een overzicht gemaakt van de verschillende werkzaamheden voor het project “Geluid in Beeld”.

Projectplan	Kuiper & Burger
Budgetbewaking	Kuiper & Burger
Coördinatie project	Kuiper & Burger
Facilitatie en organisatie	Kuiper & Burger
Historisch onderzoek	DGMR in samenwerking met DCMR
Verkeersgeluidmetingen	DHV
Meteo-akoestisch model	TNO in samenwerking met de VU Amsterdam
Kunstbron	DGMR
Kunstbronmetingen:	TNO in samenwerking met DCMR en de VU Amsterdam
Database monitoringsgegevens	TNO
Berekenen maatregelen	TNO
Monitoring bedrijven	DHV en DGMR
Monitoring meteo	weeramateur via Kuiper & Burger
Monitoring schepen	HbR
Monitoring treinen	Kuiper & Burger in samenwerking met ProRail
Monitoring Hinderbeleving	Kuiper & Burger in samenwerking met gemeente Westvoorne
Monitoren geluid	DHV in samenwerking met DCMR
Analyse	Kuiper & Burger en DCMR
Website	Kuiper & Burger
Communicatie	HbR, DCMR en Kuiper & Burger
Eindrapportage	Kuiper & Burger

Besluitvorming via Projectgroep door alle projecteigenaren. Ondersteuning en input door alle projectgroepleden, meestal voorbereid in technisch overleg.

## Bijlage 2: Historisch klachtenonderzoek

Onderzoek relatie geluidsklachten en weersinvloeden,  
DGMR 2007

## **Eindrapportage**

Relatie tussen geluidsklachten  
en weersinvloeden te  
westelijk Voorne

Door Mark Trooster  
juli, 2007

## **Oostvoorne**

In en rond het Zuid-Hollandse plaatsje Oostvoorne wordt al jarenlang geklaagd over hinderlijk geluid wat geweten wordt aan industrie op de Maasvlakte en in mindere mate ook van Europoort. Deze industrie ligt op ongeveer drie kilometer afstand. Het is bekend dat meteorologische omstandigheden grote invloed hebben op de feitelijke geluidsoverdracht, zeker in geval van grote afstanden. Welke omstandigheden kunnen dat zijn en hoe bijzonder zijn die?

## Samenvatting

Om de relatie tussen de geluidsklachten en weersomstandigheden te westelijk Voorne te onderzoeken, zijn er verschillende meteorologische factoren onderzocht.

Met name de wind en het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer spelen een grote rol.

Wanneer geluid meewind heeft, wordt het naar de grond toe afgebogen. Bij wind tegen wordt het van de grond af afgebogen.

Voor het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer geldt dat bij een opwarming in de hoogte (temperatuursinversie) het geluid in alle horizontale richtingen naar de grond toe wordt afgebogen. Bij afkoeling in de hoogte wordt geluid van de grond af afgebogen.

De onderzochte geluidsklachten:

- zijn afkomstig uit Oostvoorne
- zijn gemeld in de maanden januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006
- zijn toegeschreven aan bedrijven op de Maasvlakte

De geluidsklachten zijn onderzocht aan de hand van

- hoofdzakelijk wind en het verticaal temperatuurprofiel
- meteorologische factoren als de bewolingsgraad, relatieve zonschijnduur, temperatuur en relatieve vochtigheid die in meer of mindere mate het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer kunnen bepalen.

In de onderzochte periode is de klachtdichtheid het grootst in de eerste vier uur na zonsopgang en in de periode van acht uur na zonsondergang.

De meeste geluidsklachten worden gerelateerd aan de windrichting. De grootste kans op geluidsklachten bestaat er bij temperatuursinversie (waarbij het niet hard waait). Temperatuursinversie komt alleen vier keer minder voor dan een in de hoogte afkoelend profiel (waarbij alle windsnelheden mogelijk zijn).

De grootste correlatie tussen weersomstandigheden en geluidsklachten wordt gevonden bij:  
(relatieve beoordeling: -- / - / 0 / + / ++)

Windrichting	++
Temperatuurprofiel	+
Windrichting/-snelheid	+
Bewolingsgraad	0
Temperatuur	-
Relatieve vochtigheid	-
Relatieve zonschijnduur	-

Mogelijke gunstige omstandigheden voor geluidsoverdracht:

*Wind als oorzaak van de geluidskromming:*

- In de periode januari t/m maart
- Enkele uren na zonsondergang
- Windrichting tussen 300 en 345 graden (noordwestenwind)
- Windsnelheid tussen 8 en 10 m/s (op 10 meter hoogte)

*Temperatuursinversie als oorzaak van de geluidskromming:*

- In de periode januari t/m maart
- Enkele uren na zonsondergang, na een relatief zonnige dag
- Meten na tenminste twee uur onbewolkte lucht
- Wind tot maximaal 3 m/s (op 10 meter hoogte)

### **Aanbevelingen**

Naar aanleiding van de conclusies van paragraaf 5.1, kunnen er een aantal aanbevelingen worden gedaan.

1. De verticale temperatuurprofielen van de atmosfeer die in dit onderzoek zijn gebruikt, zijn gemeten in De Bilt. Gezien het feit dat vooral temperatuursinversie zeer plaatselijk kan optreden, is het zeer wenselijk om het temperatuurprofiel van de atmosfeer boven westelijk Voorne te kunnen meten. Omdat de invloed van het Oostvoornse Meer nog onduidelijk is betreffende de warmte die het afgeeft aan de atmosfeer, kunnen profielmetingen boven de Maasvlakte, het Oostvoornse Meer en Oostvoorne hier duidelijk over geven.
2. In dit onderzoek is in de theorie het windprofiel besproken. De wind die gemeten wordt op 10 meter hoogte, lijkt niet voldoende hoog gemeten wanneer er uit berekeningen volgt dat het geluid tot  $\pm 50$  meter hoogte kan komen. Om beter de invloed van de wind(snelheid, maar eventueel ook -richting) op die hoogte te onderzoeken, is het aanbevolen om het windprofiel op grotere hoogtes te meten.
3. Door de combinatie van de golflengte van het geluid, de afstand tussen bron en ontvanger (Maasvlakte en Oostvoorne) en de soort ondergrond tussen bron en ontvanger (Oostvoornse Meer) kan het geluid in de richting van Oostvoorne door reflectie worden versterkt. Er wordt aanbevolen deze versterkingsfactor verder te onderzoeken.
4. In de zomer en in het najaar (vooral in september en oktober) komen er veel minder geluidsklachten voor. Zie hiervoor figuur 6 op pagina 16. Dit zou een aantal redenen kunnen hebben, hier wordt één mogelijke genoemd. Deze wordt aanbevolen om te onderzoeken.

Normaalgesproken heeft het aardoppervlak na een relatief warme dag nog redelijk wat warmte in zich om uit te kunnen stralen, om vervolgens temperatuursinversie mogelijk te maken. Het aardoppervlak nabij Oostvoorne (om precies te zijn, tussen de Maasvlakte en Oostvoorne) is een groot water, het Oostvoornse Meer. Omdat water veel meer en langer warmte vast kan houden dan land, zal na zonsondergang de warme lucht van het water opstijgen terwijl de zon het oppervlak niet meer kan verwarmen. Bij de meteorologische omstandigheden die zich in dit onderzoek voordoen, zou de lucht vlak boven het oppervlak afkoelen en zou de aarde niet verder opwarmen, met als gevolg temperatuursinversie. Maar omdat het water nog veel warmte in zich heeft, zal de onderste luchtlag niet afkoelen waardoor er weinig kans is op temperatuursinversie. Als dit klopt, dan zou dat ook kunnen betekenen dat temperatuursinversie een voorname oorzaak is van de geluidshinder.

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
1. INLEIDING .....	7
2. THEORIE VOOR GELUID EN METEOROLOGISCHE FACTOREN.....	9
2.1 Geluid door de atmosfeer .....	9
2.2 Het verticale windprofiel .....	11
2.3 Het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer .....	12
2.3.1 <i>Temperatuursinversie</i> .....	13
2.3.2 <i>Verticale temperatuuropbouw bepaald door bewolkingsgraad en temperatuur</i> .....	13
3. WERKWIJZE .....	15
3.1 Selectie van de klachten .....	15
3.1.1 <i>Afstand tussen klager en vermeende geluidsbron</i> .....	15
3.1.2 <i>De onderzochte jaren</i> .....	15
3.1.3 <i>Periode van het jaar</i> .....	17
3.1.4 <i>Klachten versus klagers</i> .....	17
3.2 Completeren van de geluidsklachten .....	17
3.2.1 <i>Toevoeging zonsop- en zonsondergangtijden</i> .....	18
3.2.2 <i>Toevoeging verticaal temperatuurprofiel</i> .....	18
3.2.3 <i>Toevoeging bewolkingsgraad, temperatuur en relatieve vochtigheid</i> .....	19
3.2.4 <i>Overige toevoegingen</i> .....	19
3.3 Clusteren van de geluidsklachten voor meteorologische factoren.....	19
3.3.1 <i>Methoden van clusteren</i> .....	20
3.3.2 <i>Wind</i> .....	20
3.3.3 <i>Verticaal temperatuurprofiel van de atmosfeer</i> .....	23
3.3.4 <i>Bewolkingsgraad</i> .....	24
3.3.5 <i>Tijdstip van overlast</i> .....	25
3.3.6 <i>Temperatuur</i> .....	25
3.3.7 <i>Relatieve vochtigheid</i> .....	26
3.3.8 <i>Relatieve zonnenschijnduur</i> .....	27
4. RESULTATEN.....	29
4.1 Wind.....	29
4.1.1 <i>Windrichting</i> .....	29
4.1.2 <i>Combinatie van windrichting en –snelheid</i> .....	31
4.2 Verticaal temperatuurprofiel van de atmosfeer.....	33
4.3 Tijdstip van overlast.....	37
4.4 Bewolkingsgraad .....	39
4.4.1 <i>Bewolkingsgraad gemeten in Rotterdam</i> .....	39
4.4.2 <i>Temperatuursinversie De Bilt en bewolkingsgraad in Rotterdam</i> .....	41

4.4.3	<i>Bewolkingsgraad en relatieve zonneshijnduur</i> .....	41
4.5	Temperatuur .....	45
4.5.1	<i>Temperatuur gemeten in Rotterdam</i> .....	45
4.5.2	<i>Temperatuursinversie De Bilt en temperatuur in Rotterdam</i> .....	45
4.6	Relatieve vochtigheid .....	49
4.6.1	<i>Relatieve vochtigheid gemeten in Rotterdam</i> .....	49
4.6.2	<i>Temperatuursinversie De Bilt en relatieve vochtigheid in Rotterdam</i> .....	49
5.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	53
5.1	Conclusies .....	53
5.2	Aanbevelingen .....	54
6.	BRONVERMELDING.....	57

Bijlage 1: Toetsing verticale temperatuurprofielen gemeten in De Bilt

Bijlage 2: Voorbeeld van een aantal geluidsklachten met omschrijving van gegevens

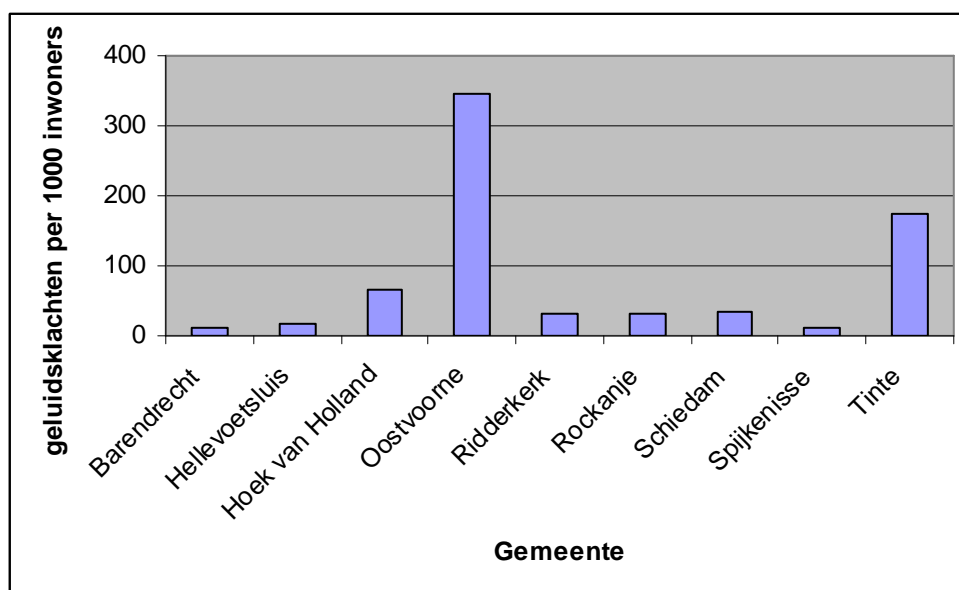
Bijlage 3: Koppelen van zonsop- en zonsondergangstijden aan de geluidsklachten in Microsoft Excel

Bijlage 4: Koppelen van verticale temperatuurprofielen aan de geluidsklachten in Microsoft Excel





Figuur 1: situering van Oostvoorne, de Maasvlakte, Europoort en het Oostvoornse Meer (onder de rode stip van het kaartje in de inzet). Het industriegeluid is afkomstig van de Maasvlakte en Europoort. Wanneer de meteorologische omstandigheden het toelaten, zal dit geluid in Oostvoorne als hinderlijk worden ervaren.



Figuur 2: geluidsklachten per 1000 inwoners van een aantal Rijnmondgemeenten over de jaren 1992 t/m 2006. Oostvoorne heeft overduidelijk de meeste klachten per 1000 inwoners.

## 1. Inleiding

Al jaren lang komen er vanuit Oostvoorne vele geluidsklachten binnen bij de DCMR Milieudienst Rijnmond die betrekking hebben op met name industrie op de Maasvlakte. Naar de oorzaak van de vele geluidsklachten is al eerder onderzoek gedaan in de vorm van geluidsmetingen. In het onderzoek dat in 2003 en 2004 is uitgevoerd door de DCMR Milieudienst Rijnmond, werden soms afwijkende geluidsniveaus gemeten. Dit was met name het geval in de lage frequenties. Naar deskundigheidsinschatting kunnen de gemeten niveaus op afstand van de bron soms zelfs hoger zijn dan dichterbij de bron. De reden voor deze hogere waarden voor de geluidsniveaus zijn niet goed te verklaren.

Er wordt gedacht aan de meteorologische omstandigheden in het gebied, die mogelijk van grote invloed zijn op de geluidsoverdracht. In het zojuist genoemde rapport van de DCMR Milieudienst Rijnmond wordt dan ook aanbevolen om de geluidsklachten te onderzoeken voor de meteorologische omstandigheden op de tijdstippen van de klachten. Vervolgens zou hiermee een meteo-akoestisch model ontwikkeld kunnen worden, om eventueel te kunnen voorspellen bij welke meteorologische omstandigheden er een grote kans op geluidsklachten is te verwachten.

Aan deze aanbeveling is gehoor gegeven met het project 'Geluid in Beeld'. Dit is een grootschalig project dat zal gaan plaatsvinden in westelijk Voorne. Een luchtfoto van dit gebied is te zien in figuur 1. Aan dit project werken verschillende bedrijven en instellingen mee: het Havenbedrijf Rotterdam, de Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond (DCMR), het Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) B.V., Europe Container Terminals (ECT) B.V., de gemeente Westvoorne, TNO, DHV, Kuiper & Burger en de provincie Zuid-Holland.

Als specialist op het gebied van geluid zal DGMR adviserend optreden bij dit onderzoek in het desbetreffende gebied.

Dit verslag behelst de eerste fase van het project 'Geluid in Beeld', namelijk het 'historisch klachtenonderzoek'.

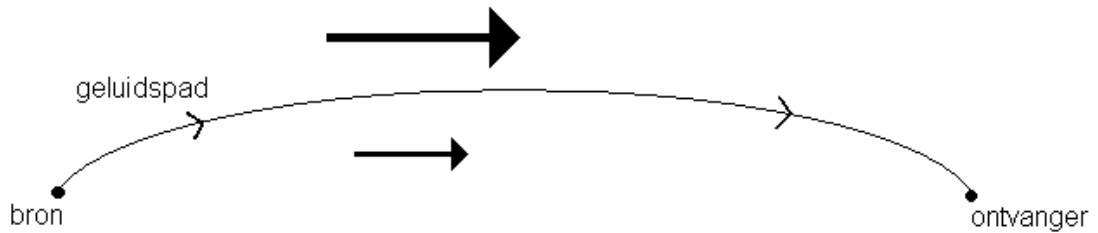
Om het belang van dit project te onderstrepen is in figuur 2 het aantal geluidsklachten per 1000 inwoners van een aantal Rijnmondgemeenten gegeven over de jaren 1992 t/m 2006. Hierin is te zien dat de klachtdichtheid in Oostvoorne het grootst is.

Op de website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl) wordt het project met zijn activiteiten uitgelegd en wordt de voortgang ervan bijgehouden.

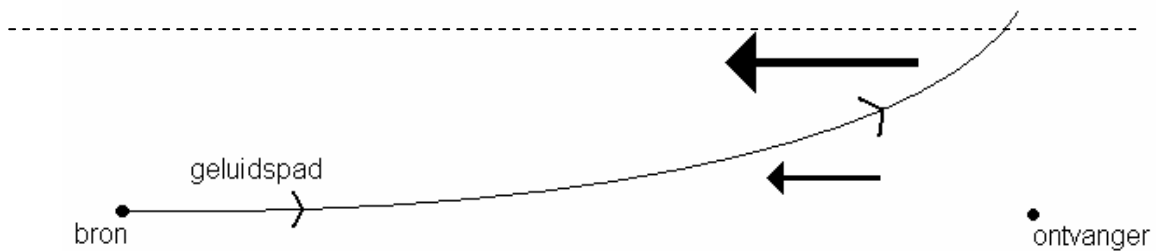
In hoofdstuk 2 wordt de theorie besproken betreffende de geluidsoverdracht door de atmosfeer. Ook zijn de meteorologische factoren beschreven die in verband kunnen worden gebracht met de geluidsklachten.

In hoofdstuk 3 is de aanpak van het onderzoek te vinden. Hierin komt aan bod welke klachten en hoe de klachten zijn onderzocht.

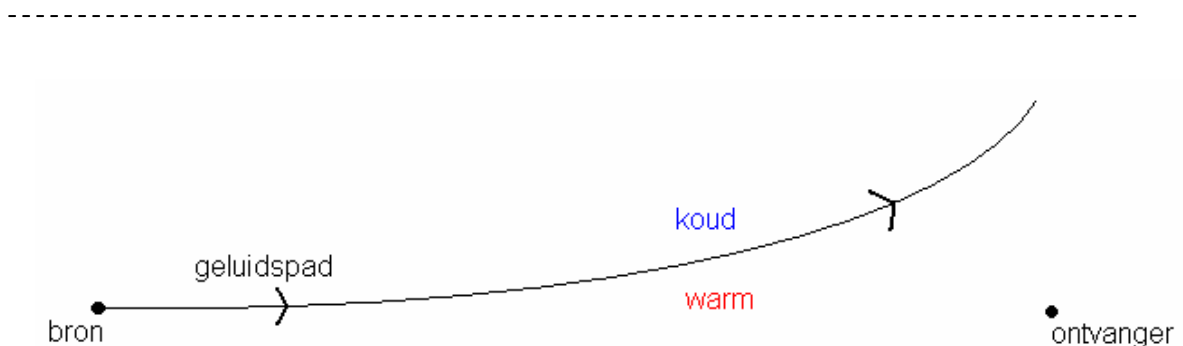
In de hoofdstukken 4 en 5 zijn de resultaten van de verschillende deelonderzoeken verwerkt, met daaruit voortvloeiend de conclusies en aanbevelingen.



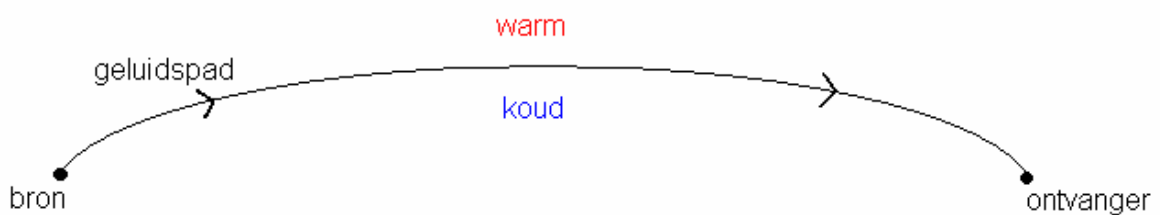
Figuur 3.1: geluidspad bij een meewind situatie. Dit is de situatie waar de standaardrekenmodellen op gebaseerd zijn.



Figuur 3.2: geluidspad bij een tegenwind situatie. Geluid wordt gediffuseerd; geluid wordt verzwakt en verspreid ontvangen.



Figuur 3.3: geluidspad bij koudere bovenlucht. Dit is een veelvoorkomend temperatuurprofiel.



Figuur 3.4: geluidspad bij warmere bovenlucht. Dit is een minder voorkomende temperatuurprofiel die temperatuursinversie wordt genoemd.

Figuur 3.1 t/m 3.4: vereenvoudigde weergave van de kromming van een geluidspad bij meewind (3.1), tegenwind (3.2), een koudere bovenlucht (3.3) en een warmere bovenlucht (3.4).

## 2. Theorie voor geluid en meteorologische factoren

Allerlei meteorologische factoren beïnvloeden de geluidsoverdracht door de buitenlucht. De meteorologische factoren die in dit onderzoek onderzocht zijn, zijn voor aanvang van het onderzoek aan de orde gekomen door middel van het lezen van rapporten betreffende dit onderwerp en door gesprekken te voeren met de DCMR Milieudienst Rijnmond.

Met die opgedane kennis is als het ware een lijst opgesteld met meteorologische factoren die mogelijk een rol zouden kunnen spelen bij de geluidshinder. De volgorde en de manier waarop de meteorologische factoren worden besproken, is getracht zo logisch mogelijk te houden.

### 2.1 Geluid door de atmosfeer

In de buitenlucht komt het bijna nooit voor dat geluid zich in een rechte lijn voortplant. Geluid wordt altijd in meer of mindere mate naar de grond toe of van de grond af afgebogen. De factoren die deze kromming veroorzaken zijn hoofdzakelijk wind en temperatuur. Het is namelijk de snelheid van het geluid die wordt beïnvloed door de wind en temperatuur. Wanneer het geluid zich in meewindrichting voortplant, zal de geluidssnelheid hoger zijn, dan bij tegenwind. Ook is de geluidssnelheid hoger in warme lucht dan in koude lucht.

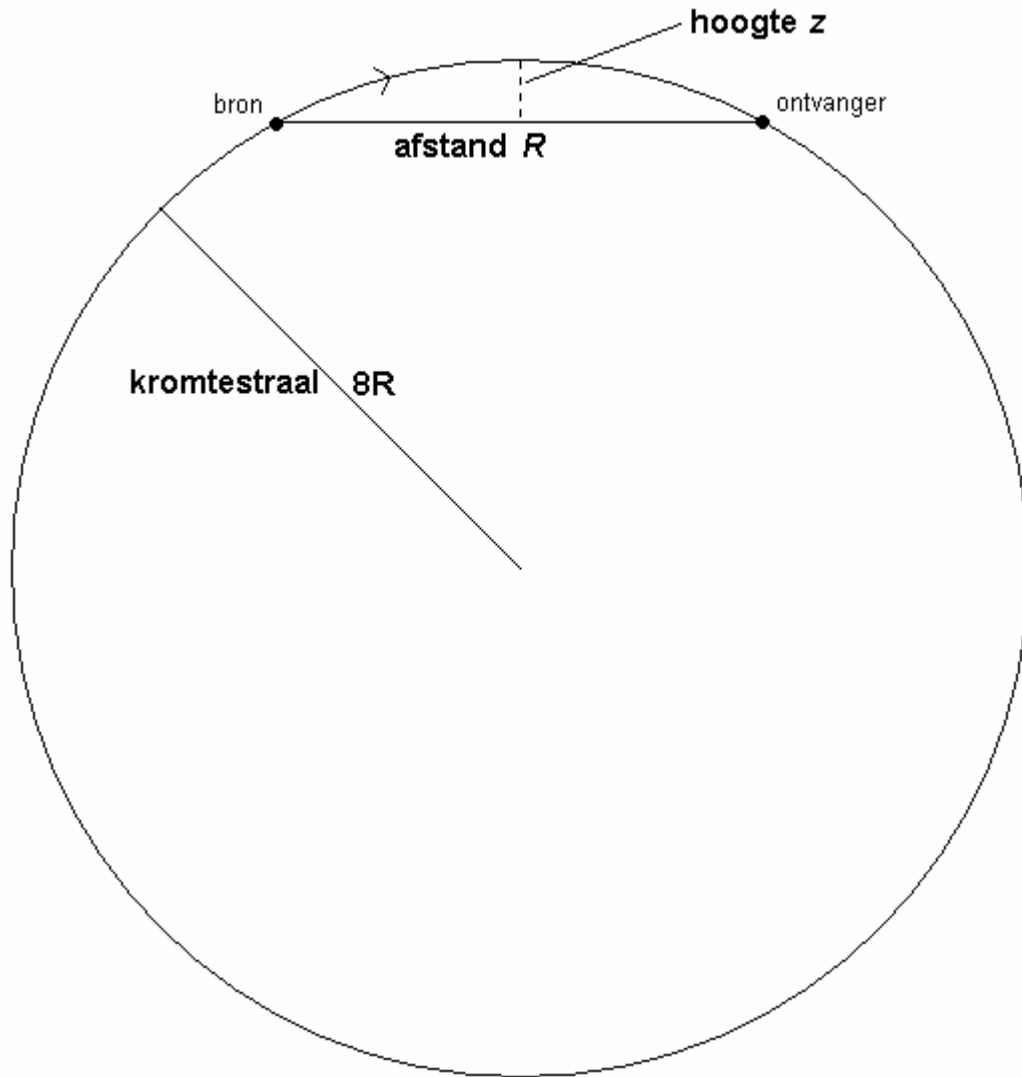
De kromming van geluid heeft als oorzaak dat de windsnelheden en de temperaturen in de hoogte van de atmosfeer zo goed als nooit constant blijven. In de figuren 3.1 en 3.2 is te zien dat wanneer in een luchtlaag de windsnelheid hoger is dan de windsnelheid in de luchtlaag eronder, het geluid (in de meewindrichting) door het snelheidsverschil naar beneden wordt afgebogen. Bij tegenwind geeft dit dan een geluidskromming van de grond af, waardoor de ontvanger zich in de zogenaamde geluidsschaduw bevindt. In de figuren 3.3 en 3.4 is te zien dat wanneer in een luchtlaag de temperatuur hoger is dan de temperatuur in de luchtlaag eronder, het geluid in de bovenste laag de grootste snelheid heeft. Wederom wordt dan door het snelheidsverschil het geluid naar de grond afgebogen. Bij een temperatuursopbouw waarin de koude lucht zich boven de warme lucht bevindt, geeft dit een geluidskromming van de grond af.

Het grootste verschil in het effect van wind en temperatuursopbouw, is dat wind een richting heeft, waardoor het dus uitmaakt waar de waarnemer zich bevindt ten opzichte van de geluidsbron. Bij het effect van de verticale temperatuursopbouw maakt de plaats van de waarnemer ten opzichte van de geluidsbron niet uit, omdat de verticale temperatuursopbouw geen specifieke richting geeft aan het geluid.

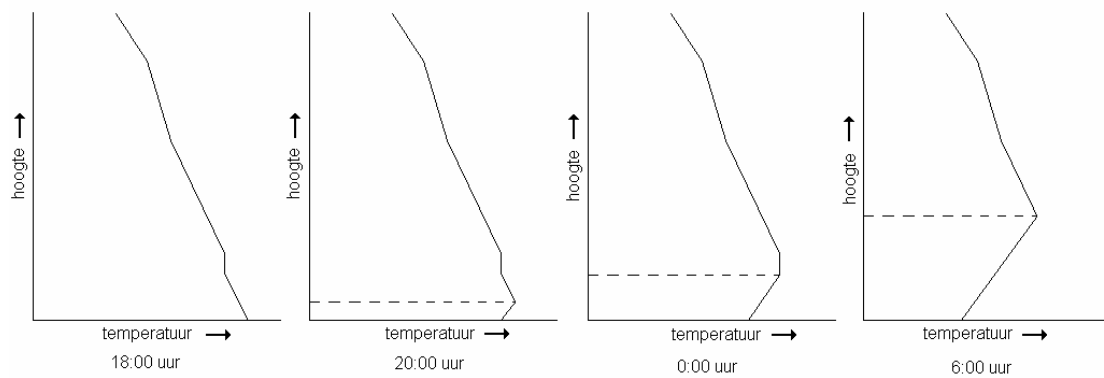
Het onderzoek is dus vooral gericht op de invloed van wind en verticale temperatuursopbouw en de meteorologische factoren die mogelijk samenhangen met wind en verticale temperatuursopbouw.

In de praktijk wordt er voor het rekenen aan geluid (afkomstig van industrie) door de atmosfeer uitgegaan van een gemiddelde kromtestraal van geluid van  $8R$  (zoals vermeld in de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai). Hierin is  $R$  de afstand tussen geluidsbron en ontvanger.

Met deze gegevens kan er een indicatie worden gegeven van de hoogte  $z$  waarop het geluid (dat deel dat uiteindelijk te horen is) in de atmosfeer kan komen. Zie figuur 4 voor een schematische weergave hiervan.



Figuur 4: vereenvoudigde weergave voor de kromtestraal van geluid. De geschetste situatie is hier behoorlijk uit verhouding. De afstand  $R$  hoort in werkelijkheid acht keer kleiner te zijn dan de straal van de cirkel.



Figuur 5: het ontstaan van temperatuursinversie vanaf het aardoppervlak [Uit: Zwart en Steenhuisen, 1995]

Voor de situatie in Oostvoorne is deze hoogte een belangrijk gegeven. Gezien het feit dat de Maasvlakte ongeveer drie à vier kilometer bij Oostvoorne vandaan ligt, is met deze kromtestraal te berekenen dat het (uiteindelijk waargenomen) geluid ongeveer tot op 50 à 60 meter hoogte komt. Met deze hoogte moet rekening gehouden worden wanneer onderzocht wordt hoe de temperatuursopbouw van de atmosfeer en de windsnelheid verandert met de hoogte.

De hoogte tot waar en de snelheid waarmee de inversie zich uit kan breiden, is moeilijk te bepalen. Dit is namelijk vooral afhankelijk van factoren als wind en de grootte van het verschil in temperatuur tussen de grond en de bovenliggende luchtlagen. Er van uitgaande dat een hoger liggende luchtlag niet wordt verwarmd doordat wind warmere lucht aanvoert (dus hier voor windstille omstandigheden), kan temperatuursinversie zich sneller uitbreiden naarmate de temperatuur van de grond warmer is ten opzichte van de bovenliggende lucht. Dit heeft te maken met de dichtheid van lucht. Gas met een kleinere dichtheid is lichter dan gas met een grotere dichtheid. Hierdoor komt dus de warmere lucht (=kleinere dichtheid) sneller boven de koudere lucht (=grotere dichtheid) te liggen, wanneer de lucht aan de grond warmer is.

Vanwege de kromming van geluid is de verwachting dat er een verhoogd geluidsniveau te horen zal zijn bij een windmee situatie van bron naar ontvanger en bij temperatuursinversie.

Wanneer geluid wordt afgebogen naar de grond, zal het geluid gereflecteerd worden door de grond. De mate van reflectie is afhankelijk van de soort grond waartegen het geluid reflecteert. Tussen de Maasvlakte en Oostvoorne ligt ongeveer voor de helft water (Oostvoornse Meer) en voor de helft laag struikgewas. Het Oostvoornse Meer zou door de reflectie van geluid een zekere rol kunnen spelen bij de geluidsoverdracht tussen de Maasvlakte en Oostvoorne. Uit eerder onderzoek blijkt dat een specifiek deel van het geluidsspectrum (ordegrootte: 300 Hz) wordt versterkt door middel van reflectie. Dit heeft te maken met de golflengte van het geluid, de afstand tussen bron en ontvanger en het feit dat het geluid in fase wordt gedraaid door het akoestisch harde oppervlak van water. Omdat dit onderzoek zich vooral richt op de invloed van meteorologische factoren op geluidsoverdracht, is de reflectie van geluid door water niet verder onderzocht. Het wordt zeker aanbevolen hier later alsnog onderzoek naar te doen.

## 2.2 Het verticale windprofiel

Wind is gevoelsmatig de meest logische meteorologische factor om te onderzoeken voor de geluidsoverdracht in de buitenlucht. Deze logica komt voort uit het feit dat wind de enige van alle onderzochte factoren is die een richting en snelheid heeft, net als geluid.

Zoals is uitgelegd in paragraaf 2.1 is de geluidssnelheid (bij meewind) hoger als ook de windsnelheid hoger is. De windsnelheid neemt vanaf het aardoppervlak toe met de hoogte. Dit komt doordat de wind aan het aardoppervlak wrijving heeft met de grond en met de eventuele objecten die daarop staan. De invloed van deze wrijving wordt uiteraard minder wanneer de afstand tot het aardoppervlak groter wordt.

In het algemeen is het verticale profiel van de windsnelheid te berekenen met formule [1].

$$U(z) = \frac{u^*}{k} \ln \frac{z}{z_0} \quad [1]$$

Hierbij is onder andere rekening gehouden met de hoogte tot waar de mate van wrijving nog zo groot is (door bebossing of bebouwing) dat daar de windsnelheid zo goed als nul is. Deze hoogte wordt de ruweheidslengte  $z_0$  genoemd. Voor dit onderzoek zal deze factor vrij klein zijn, vanwege het water en het feit dat het struikgewas vrij laag ligt ten opzichte van de ligging van Oostvoorne. De parameters  $u^*$  en  $k$  staan voor respectievelijk de wrijvingsnelheid en de Von Karman constante. Deze zullen nu niet worden besproken.

Formule [1] laat zien dat de windsnelheid logaritmisch toeneemt met de hoogte. Door dit gegeven kan er dus worden gesteld dat bij meewindsituatie het geluid naar de grond wordt afgebogen en bij tegenwindsituatie het geluid van de grond wordt afgebogen, want de windsnelheid in de bovenste luchtlagen is altijd het grootst.

De formule is een benadering tot ongeveer 10 meter (boven  $z_0$ ), de hoogte waar normaal de windsnelheid wordt gemeten. Het windprofiel boven deze 10 meter is niet goed te berekenen, maar onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen hebben ontdekt dat de windsnelheid op grotere hoogtes hoger is dan men verwachtte (logaritmisch berekend) en dat de windsnelheid daar vrijwel lineair oploopt. Vooral tijdens avonden en nachten waarin de atmosfeer vaak stabiel is (luchtlagen mengen dan niet), kan de wind zo goed als zonder wrijving over andere luchtlagen scheren terwijl daarbij het weer aan de grond als kalm kan worden ervaren.

Voor dit onderzoek betekent dit, dat de windsnelheid die gemeten is op 10 meter hoogte, een heel ander beeld zou kunnen geven van de windsnelheid enkele tientallen meters hoger in de atmosfeer. Daarbij in het achterhoofd houdende dat geluid (van bron naar ontvanger) over een afstand van ongeveer 3000 meter een hoogte kan bereiken van bijna 200 meter. Omdat metingen voor de windsnelheid op hoogtes hoger dan 10 meter niet beschikbaar zijn, zal er worden uitgegaan van de metingen op 10 meter. Het belangrijkste gegeven van de metingen is de windrichting, die bepaald of het geluid vanaf de Maasvlakte naar boven of naar beneden wordt afgebogen.

### 2.3 Het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer

Net als wind, kan de verticale temperatuursgradiënt de oorzaak zijn van het afbuigen van geluid naar de grond toe of van de grond af. De richting waar het geluid heen wordt afgebogen, is afhankelijk van het feit of de temperatuursgradiënt positief of negatief is.

Zoals in paragraaf 2.1 is uitgelegd, is de geluidssnelheid in warme lucht groter dan in koude lucht, waardoor geluid naar beneden zal worden afgebogen bij een positieve temperatuursgradiënt (temperatuursinversie). Bij een negatieve temperatuursgradiënt zal het geluid dan naar boven worden afgebogen. De mate van stijging of daling van de temperatuur met de hoogte is ook een maat voor de afbuiging van het geluid. Een sterke temperatuursgradiënt, betekent een sterke afbuiging.

Voor de horizontale richting van geluid maakt het niet uit welke verticale temperatuurgradiënt er gemeten wordt. De geluidsoverdracht is hiervoor in alle richtingen vanaf de geluidsbron gelijk, mits het temperatuurprofiel boven en rond de bron gelijk is. Wanneer er aan de ene kant van de bron een ander temperatuurprofiel optreedt, dan aan de andere kant van de bron, dan zal de geluidsoverdracht niet in alle richtingen gelijk zijn.

De verticale temperatuursgradiënt die voor dit onderzoek wordt gebruikt, is gemeten in De Bilt door het KNMI. Gegevens dichterbij Oostvoorne voor de verticale temperatuursgradiënt zijn niet beschikbaar. Daarom moet het verticale temperatuurprofiel in Oostvoorne op een andere manier

bepaald worden. Dit kan min of meer met gegevens over de bewolgingsgraad en de temperatuur. In de volgende paragraaf is dit verder uitgelegd.

### **2.3.1 Temperatuursinversie**

Wanneer overdag bij onbewolkt (of half bewolkt) weer de zon het aardoppervlak heeft opgewarmd, zal na zonsondergang het aardoppervlak afkoelen. Wanneer er dan weinig tot geen bewolking is, zal er geen warmte worden gereflecteerd naar het aardoppervlak. Omdat de aarde tot het begin van de volgende dag ook niet meer door de zon wordt opgewarmd en daardoor afkoelt, zal zich warmere lucht boven koelere lucht gaan begeven. Dit verschijnsel heet temperatuursinversie. In figuur 5 is het tijdsverloop van temperatuursinversie weergegeven.

Voor het ontstaan van temperatuursinversie is een stabiele atmosfeer nodig, wat wil zeggen dat er zo goed als geen menging van luchtlagen plaatsvindt. Er mag vlakbij het aardoppervlak dus niet te veel wind staan, want dat veroorzaakt door de wrijving met de grond turbulenties. De bekende metingen op 10 meter zijn te beschouwen als dicht aan het aardoppervlak.

Voor de daadwerkelijke afkoeling van het aardoppervlak, zal er geen reflectie van warmte plaats mogen vinden. Dit betekent dat er weinig tot geen bewolking mag zijn. Wolken kunnen namelijk de uitgezonden warmtestraling van het aardoppervlak reflecteren naar het aardoppervlak.

Om deze theorie te toetsen, zijn de verticale temperatuurprofielen, gemeten in De Bilt, vergeleken met de waarden voor de bewolgingsgraad en temperaturen die ook gemeten zijn in De Bilt. Omdat dit een voorbereiding is op het onderzoek, zijn de meetresultaten hiervan opgenomen in bijlage 1.

### **2.3.2 Verticale temperatuuropbouw bepaald door bewolgingsgraad en temperatuur**

Het in de Bilt gemeten verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer is getoetst voor de relatie met de bewolgingsgraad en de temperatuur (aan het aardoppervlak).

Er kan worden verwacht dat er meer kans is op temperatuursinversie wanneer het onbewolkt tot half bewolkt weer is. Volgens metingen die gedaan zijn door het KNMI in De Bilt, komt temperatuursinversie ongeveer voor de helft voor bij bewolkt weer en voor de helft bij onbewolkt weer. Hierdoor zal in het in het onderzoek waarschijnlijk moeilijk zijn om een samenhang te vinden tussen de bewolgingsgraad (als eventuele veroorzaker van temperatuursinversie) en de geluidsklachten.

Voor de temperatuur geldt dat het bij het optreden van temperatuursinversie relatief koud is ten opzichte van een afkoelingsprofiel met de hoogte. Voor een absolute temperatuur is er niet goed een verwachting op te stellen voor het verticale temperatuurprofiel. Hierdoor zal het in het onderzoek waarschijnlijk moeilijk zijn om een samenhang te vinden tussen de temperatuur (als eventuele veroorzaker van temperatuursinversie) en de geluidsklachten.



Deze pagina is met opzet leeg gelaten

### **3. Werkwijze**

Het klachtenonderzoek vindt plaats op basis van geluidsklachten die zijn binnengekomen bij de DCMR Milieudienst Rijnmond in Schiedam. De beschikbaar gestelde bestanden bevatten de geluidsklachten uit Oostvoorne over de jaren 1992 t/m 2006. In dit hoofdstuk is uitgelegd welke geluidsklachten zijn onderzocht en op welke manier dit onderzoek is uitgevoerd.

#### **3.1 Selectie van de klachten**

De geluidsklachten uit Oostvoorne over de jaren 1992 t/m 2006 hebben drie selectieprocedures doorlopen. Er is begonnen met 2800 geluidsklachten. De volgorde in de paragrafen 3.1.1 t/m 3.1.4 is ook de volgorde die is aangehouden bij het selecteren.

##### **3.1.1 Afstand tussen klager en vermeende geluidsbron**

Alleen geluidsklachten die relevant zijn voor dit onderzoek zijn onderzocht. Een geluidsklacht wordt als relevant beschouwd wanneer de vermeende hinderbron op een afstand van enkele honderden meters of verder bij de klager vandaan ligt, anders is de invloed van de weersomstandigheden te klein. Zo zijn bijvoorbeeld geluidsklachten over horeca buiten beschouwing gelaten. Ondanks de relatief grote afstand waarop vliegtuigen vliegen, zijn ook klachten over vliegverkeer buiten beschouwing gelaten, want het moet namelijk duidelijk zijn uit welke richting een bepaald geluid komt. Een vliegtuig heeft telkens een andere locatie. In dit onderzoek is een vaste locatie van de geluidsbron noodzakelijk voor het onderzoeken van de invloed van wind.

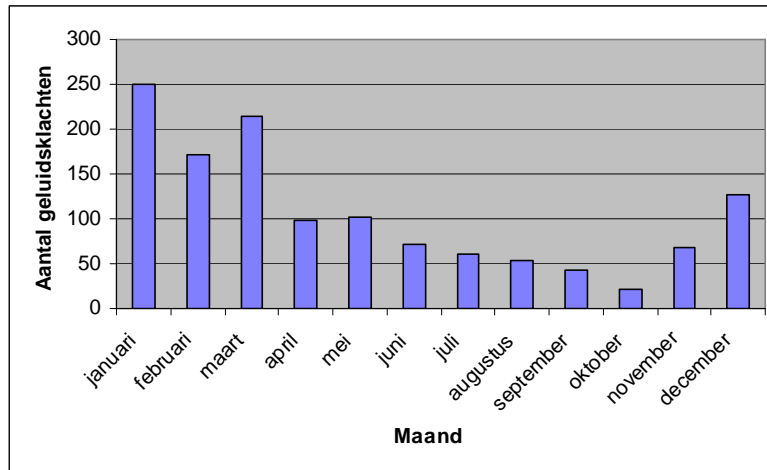
In de geluidsklachten die hiervan zijn overgebleven zijn alleen bedrijven van de Maasvlakte en Europoort als vermeende veroorzaker van de hinder genoemd. De bedrijven van Europoort zijn hierbij slechts goed voor 9% van de overgebleven geluidsklachten. Dat is gemiddeld iets meer dan één klacht per maand over 15 jaren. De bedrijven op de Maasvlakte zijn goed voor 91% van de overgebleven geluidsklachten. Dit is gemiddeld meer dan 13 klachten per maand over 15 jaren. Er is daarom voor gekozen alleen de geluidsklachten te onderzoeken die betrekking hebben op de Maasvlakte. Dit zijn nu nog 2400 geluidsklachten en dit is ongeveer 86% van het aantal geluidsklachten waarmee de selectie begonnen is.

##### **3.1.2 De onderzochte jaren**

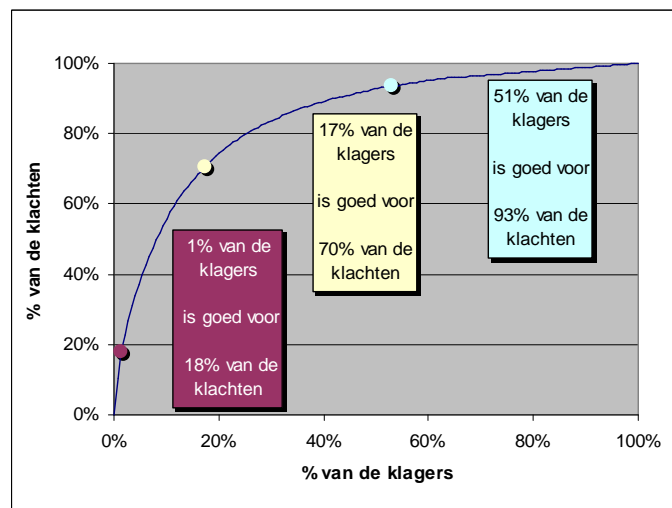
Van de jaren 1992 t/m 1999 is gebleken dat niet alle, voor dit onderzoek, benodigde gegevens bekend zijn. Wanneer de geluidsklachten uit deze jaren toch zouden zijn meegenomen in het onderzoek, zou hiermee het hele onderzoek minder betrouwbaar zijn. Er missen voor 1992 t/m 1999 bijvoorbeeld windregistraties over elke tien minuten waardoor het deelonderzoek naar de invloed van wind op de geluidsoverdracht niet goed te onderzoeken is.

Gegevens voor het deelonderzoek naar de invloed van de verticale temperatuursopbouw in de atmosfeer op geluidsklachten zijn wél zo goed als allemaal bekend voor de jaren 1992 t/m 2006. Alleen hier is het probleem dat wanneer deze gegevens voor alle jaren zouden moeten worden verwerkt, dat teveel tijd in beslag zou nemen.

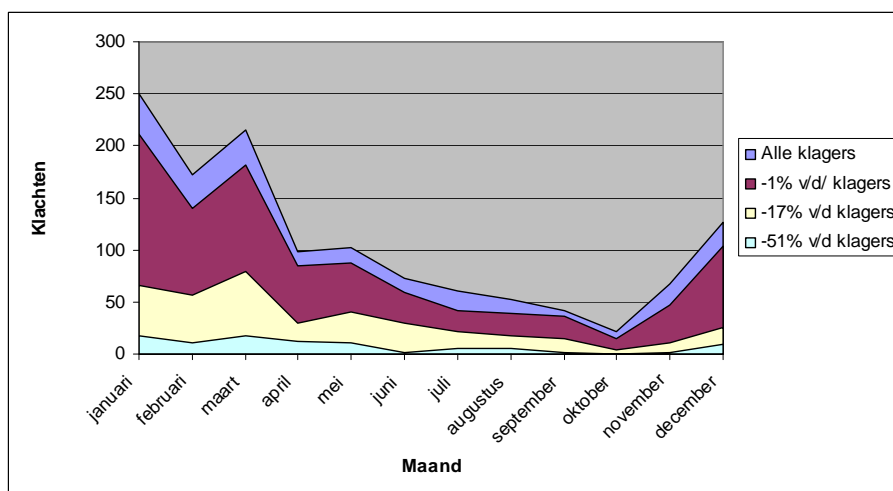
Er is dus voor gekozen om alleen de geluidsklachten uit Oostvoorne over de jaren 2000 t/m 2006 in beschouwing te nemen gezien de beschikbaarheid van gegevens en het probleem van de



Figuur 6: aantal geluidsklachten uit Oostvoorne per maand over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte. Het totaal aantal klachten bedraagt hier 1280.



Figuur 7.1: percentage van de klachten versus het percentage van de klagers. De twee meest frequente klagers (1%) zorgen voor 18% van de klachten. Rond het kantelpunt van de grafiek is 17% van de klagers goed voor 70% van de klachten. De klagers die drie of meer keer hebben geklaagd (51%) zorgen voor 93% van de klachten.



Figuur 7.2: aantal geluidsklachten uit Oostvoorne per maand over de jaren 2000 t/m 2006. Als 1%, 17% of 51% van de klagers buiten beschouwing wordt gelaten, verandert het klachtenpatroon niet veel. Dezelfde pieken en dalen blijven bestaan. Voor de grafiek van "Alle klagers" is deze figuur gelijk aan figuur 6.

beschikbare tijd. Dit zijn nu nog 1280 geluidsklachten en dit is ongeveer 46% van het aantal geluidsklachten waarmee de selectie begonnen is.

### 3.1.3 Periode van het jaar

De geluidsklachten van de jaren 2000 t/m 2006 moeten min of meer per seizoen onderzocht worden, vanwege de uiteenlopende meteorologische omstandigheden per seizoen. Zo zijn er in de winter gemiddeld minder uren zon dan in de zomer. Daarbij verschillen bijvoorbeeld ook de temperatuur en de bewolgingsgraad in de winter met die van in de zomer.

In figuur 6 is het beeld geschetst van het aantal geluidsklachten per maand over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte. Hier zijn de geluidsklachten van deze jaren per maand bij elkaar genomen. Op deze manier bevat elke maand gegevens van zeven jaar. In de figuur is duidelijk zichtbaar dat in de winterperiode de meeste klachten voorkomen. Om de meteorologische omstandigheden binnen de te onderzoeken periode niet te veel uiteen te laten lopen, is er voor gekozen een periode van drie maanden te onderzoeken. Van de winterperiode over de jaren 2000 t/m 2006 komen er in de maanden januari t/m maart de meeste geluidsklachten voor.

### 3.1.4 Klachten versus klagers

Om meer zekerheid te krijgen in de betrouwbaarheid van de geluidsklachten, is er onderzoek gedaan naar het gedrag van de klagers. Er is hierbij onderzocht hoe vaak een klager heeft geklaagd. In figuur 7.1 is dit in beeld gebracht. 18% van de klachten is afkomstig van slechts 1% van de klagers (verreweg de twee grootste klagers), 70% van de klachten (rond het kantelpunt van grafiek) is afkomstig van 17% van de klagers en 93% van de klachten is afkomstig van 51% van de klagers (klagers die drie of meer keer hebben geklaagd). Om te bepalen of er grote verschillen zijn in het klachtenpatroon wanneer er een zojuist genoemd percentage van de klagers buiten beschouwing wordt gelaten, is figuur 7.2 gemaakt. Wanneer deze klagers buiten beschouwing wordt gelaten ontstaan de verschillende lagen zoals die in figuur 7.2 te zien zijn. Er is gekozen voor een weergave in lijngrafieken in plaats van staafgrafieken, omdat op deze manier beter de verschillen in patronen zichtbaar zijn. Grote verschillen doen zich niet voor en er kan dus geconcludeerd worden dat zo goed als alle geluidsklachten afkomstig zijn van klagers die in verhouding hetzelfde gedrag vertonen betreft het aantal keren klagen per maand.

Van de geluidsklachten over de jaren 2000 t/m 2006, die betrekking hebben op de Maasvlakte, komen er in de maanden januari t/m maart de meeste voor. Het gaat hier om 637 geluidsklachten over 632 dagen (gemiddeld ongeveer 1 geluidsklacht per dag) en dit is nog ongeveer 23% van 2800 geluidsklachten waarmee de selectie is begonnen. Gezien de 1280 geluidsklachten over alle 12 maanden, is 637 geluidsklachten in januari, februari en maart de daar de helft van. Gemakshalve worden deze klachten in het vervolg de geluidsklachten genoemd.

## 3.2 Completeren van de geluidsklachten

De voor dit onderzoek belangrijkste gegevens die de DCMR Milieudienst Rijnmond in een geluidsklacht registreert, zijn: Datum en tijdstip van overlast, locatie van de klager, windrichting en –snelheid op het tijdstip van de overlast (WR en WS), voorvalnummer, voorvalveroorzaker en plaats van de veroorzaker. In bijlage 2 is een voorbeeld gegeven van hoe een geregistreeerde geluidsklacht eruit ziet en is een omschrijving gegeven van de verschillende geregistreeerde gegevens.

Voor dit onderzoek bevat het bestand met geluidsklachten per klacht te weinig gegevens om deze te onderzoeken voor de in hoofdstuk 2 beschreven meteorologische factoren. Er zijn dus ook een aantal andere gegevens aan de geluidsklachten toegevoegd. Deze toevoegingen worden hier besproken.

### 3.2.1 Toevoeging zonsop- en zonsondergangtijden

Voor het deelonderzoek betreft de relatie tussen het aantal geluidsklachten en het tijdstip ten opzichte van de zonnestand is het nodig om de zonsop- en zonsondergangtijden te weten van de dag waarop geklaagd is. Hiervoor zijn via Internet (voor de website, zie bronvermelding) de zonsop- en zonsondergangtijden voor Hoek van Holland van alle dagen over de jaren 2000 t/m 2006 opgezocht. Vervolgens zijn aan de geluidsklachten de juiste zonsop- en zonsondergangtijden gekoppeld. Hierbij is ook rekening gehouden met zomer- en wintertijd.

Het tijdstip waarop de zon zijn maximale hoogte heeft bereikt, wordt bepaald door het tijdstip te bepalen exact tussen zonsop- en zonsondergang. Het tijdstip waarop de nacht het "diepst" is, wordt bepaald door het tijdstip te bepalen exact tussen zonsondergang en de daarop volgende zonsopgang.

De op deze manier verkregen tijdstippen voor de stand van de zon bakenen vier categorieën af: de tijd voor en na zonsopgang en de tijd voor en na zonsondergang. Het tijdstip van overlast bepaalt in welke categorie de geluidsklacht valt.

De gebruikte methode in Microsoft Excel voor het koppelen van de geluidsklachten aan de genoemde tijden van de zonnestand is nader uitgelegd in bijlage 3.

### 3.2.2 Toevoeging verticaal temperatuursprofiel

Voor het deelonderzoek betreft de relatie tussen het aantal geluidsklachten en de verticale temperatuursopbouw in de atmosfeer is het nodig om de temperaturen bij verschillende hoogtes te weten. Hiervoor zijn op Internet (voor de website, zie bronvermelding) zoveel mogelijk verticale temperatuurgegevens over de jaren 2000 t/m 2006 opgezocht. De dichtstbijzijnde locatie vanwaar de verticale temperatuurgegevens bekend zijn is De Bilt (meetstation van het KNMI). De gegevens bevatten waarden voor de temperatuur per hoogte in de atmosfeer die elke 12 uur (om 0:00 en 12:00 uur) zijn geregistreerd door middel van het oplaten van een meetballon.

Deze gegevens zijn gebruikt om de temperatuursgradiënt ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) te berekenen, te bepalen of de atmosfeer in de hoogte afkoelt of opwarmt (de in de theorie van hoofdstuk 2 genoemde 'afkoeling' en 'inversie') en tot welke hoogte dit plaatsvindt. Er is voor gekozen om alleen de eerste paar honderd meter van de atmosfeer te onderzoeken. Dit heeft te maken met de hoogte waarop het gekromde geluid (dat deel dat uiteindelijk wordt gehoord) maximaal kan komen. Een uitleg over deze kromtestraal van geluid staat in paragraaf 2.1.

Het verkregen temperatuursprofiel (temperatuursgradiënt, afkoeling/inversie en de hoogte tot waar afkoeling/inversie plaatsvindt) wordt aan de hand van de zonsop- en zonsondergangtijden van de dag van overlast gekoppeld aan die klacht. Als op het tijdstip van overlast de zon onder is, wordt namelijk de klacht gekoppeld aan het (qua tijd) dichtstbijzijnde temperatuursprofiel van 0:00 uur. Ook de geluidsklachten waarbij de overlast tot 2:00 na zonsopgang plaatsvond zijn hieraan gekoppeld. Er is aangenomen dat de zon tot die tijd nog weinig heeft ingestraald, waardoor de nachtsituatie nog heerst. De overige tijdstippen van overlast waarbij de zon op is, worden aan het temperatuursprofiel van 12:00 uur van de dag van overlast gekoppeld.

De gebruikte methode in Microsoft Excel voor het koppelen van de genoemde temperatuursprofielen aan de geluidsklachten is nader uitgelegd in bijlage 4.

### 3.2.3 Toevoeging bewolgingsgraad, temperatuur en relatieve vochtigheid

Om de relatie te onderzoeken tussen het aantal geluidsklachten en de bewolgingsgraad is voor elke tijdstip opgezocht of berekend wat de bewolgingsgraad was. De gegevens hiervoor zijn verkregen via het KNMI en zijn geregistreerd in Rotterdam. Deze gegevens zijn zes keer per etmaal geregistreerd; om 6:00, 9:00, 12:00, 18:00 en 24:00 uur.

Om voor alle tijdstippen de bewolgingsgraad te bepalen is er tussen twee opeenvolgende metingen lineair geïnterpoleerd.

Ook is bepaald wat de bewolgingsgraad was één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast. Op deze manier kan er onderzocht worden of de bewolgingsgraad van enige tijd voor de overlast gevolgen heeft gehad voor de meteorologische omstandigheden enige tijd later en eventueel dus voor de geluidsoverdracht.

Voor het toevoegen van de waarden voor temperatuur en relatieve vochtigheid is exact dezelfde methode gebruikt als die voor de bewolgingsgraad, alleen is er hiervoor naar een andere locatie in het gegevensbestand gezocht.

### 3.2.4 Overige toevoegingen

Om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen de relatieve zonnenschijnduur over de dag en het aantal geluidsklachten is per dag, waarop overlast is gemeld, de relatieve zonnenschijnduur opgezocht. Deze gegevens zijn handmatig overgenomen uit het archief van het KNMI op Internet. De waarden gelden voor Rotterdam.

Om de relatie te onderzoeken tussen het aantal klachten en de dag van de week waarop geklaagd wordt (doordeweeks of weekend) is voor elke klacht bepaald op welke dag van de week deze is gemeld.

Om te onderzoeken welke klachten deel uitmaken van een voorval is voor elke klacht bepaald hoe vaak het bijbehorende voorvalnummer voorkomt in de lijst met geluidsklachten. In paragraaf 3.3 is meer over voorvallen uitgelegd.

Om het gedrag van de klagers uit Oostvoorne te onderzoeken op het aantal keren klagen per maand is per klager berekend voor hoeveel klachten deze verantwoordelijk is.

## 3.3 Clusteren van de geluidsklachten voor meteorologische factoren

Om de geluidsklachten te onderzoeken voor de in hoofdstuk 2 genoemde meteorologische deelonderwerpen, is er gefilterd op de klachtgegevens die daar betrekking op hebben. Om de geluidsklachten zo goed mogelijk te kunnen filteren en clusteren, is er een uitgebreide filter gemaakt in Microsoft Excel. In deze filter kan elke meteorologische factor worden onderzocht voor de andere meteorologische factoren. De waarden van deze andere factoren kunnen worden gewijzigd als zijnde variabele parameters.

Alvorens de geluidsklachten voor de meteorologische factoren te filteren, zouden de klachten gefilterd kunnen worden op het aantal klachten per klager, het aantal klachten op één dag en het aantal klachten per voorval. Een voorval is een groep van drie of meer klachten die door de DCMR Milieudienst Rijnmond aan één gebeurtenis zijn toegeschreven. Klachten die samen aan één gebeurtenis zijn toegeschreven krijgen hetzelfde voorvalnummer. Het voordeel van filteren op geluidsklachten per voorval is dat het aannemelijker is dat die klachten een representatief beeld geven van een bepaald hinderlijk geluid en de meteorologische omstandigheden die er op dat moment heersten. Het nadeel van filteren op geluidsklachten per voorval (maar ook van geluidsklachten per dag en per klager) is dat er ook een groot deel van de geluidsklachten afvalt.

Door dit gegeven is er voor gekozen om niet te filteren op het aantal geluidsklachten per dag, klager of voorval, om zoveel mogelijk geluidsklachten over te houden na het filteren op meteorologische factoren.

### 3.3.1 Methoden van clusteren

De geluidsklachten zijn voor een aantal meteorologische omstandigheden op twee verschillende manieren geclusterd. De eerste soort cluster bevat de geluidsklachten waarbij er is onderzocht wat op het moment van overlast de meteorologische omstandigheden waren. De tweede soort cluster bevat de geluidsklachten waarbij er is onderzocht wat één, twee of drie uur voor het moment van overlast de meteorologische omstandigheden waren. Dit is gedaan met het oog op het verkrijgen van een breder beeld van de meteorologische omstandigheden rond het moment van de geluidshinder, waardoor een voorspelling van geluidshinder mogelijk betrouwbaarder wordt. Zo kan er bijvoorbeeld geklaagd zijn over overlast om 8:00 uur. Er is dan onderzocht wat om 8:00 uur en om 5:00, 6:00 en 7:00 uur de meteorologische omstandigheden waren. Eventueel kan dan een bepaald verloop van meteorologische omstandigheden ontdekt worden die regelmatig voorkomt.

Omdat de tijdschaal voor de verandering van de wind relatief groot is en de relatieve zonnenschijnduur over de gehele dag wordt bepaald, is het niet nodig om hiervoor de meteorologische omstandigheden van enkele uren voor de overlast te weten.

### 3.3.2 Wind

Voor het deelonderzoek naar de invloed van wind op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor wind geclusterd.

De klachtgegevens voor wind bestaan uit windrichting (graden) en windsnelheid (m/s). Dit zijn altijd gemiddelden van tien minuten op 10 meter hoogte gemeten door een KNMI meetstation in Hoek van Holland. Dit is het dichtstbijzijnde meetstation voor Oostvoorne en het meest gunstige. Dit laatste komt doordat zowel Oostvoorne als Hoek van Holland dicht aan de kust liggen waardoor in beide gevallen de wind niet of nauwelijks wordt beïnvloed door land.

De windrichting en -snelheid die aan een geluidsklacht zijn gekoppeld door de DCMR Milieudienst Rijnmond zijn de gemiddelden van de laatst bekende periode van tien minuten ten opzichte van het tijdstip van overlast.

In dit deelonderzoek worden met de geluidsklachten twee clusters gemaakt: een cluster voor alleen windrichting en een cluster voor de combinatie van windrichting en -snelheid.

#### 3.3.2.1 Windrichting

De geluidsklachten zijn voor windrichting geclusterd in windhoeken van elk 15 graden (24 categorieën). De windhoek geeft de verzameling aan van de richtingen waar de wind vandaan komt. Per windhoek is onderzocht welk deel van de geluidsklachten hierin voorkomt en hoe groot de kans op geluidsklachten is bij een bepaalde windrichting. In figuur 8 is het diagram getoond zoals die wordt gebruikt bij het weergeven van de zojuist genoemde percentages per windhoek. Hierbij moet worden opgemerkt dat de berekende percentages op de "spaken" van het diagram liggen. Tussen naast elkaar liggende waarden is lineair geïnterpoleerd. Door deze interpolatie blijft de weergave van de waarden niet beperkt tot lijnen in een bepaalde windrichting, maar wordt er een veld zichtbaar. Het totale verkregen veld geeft 100% weer.

*Berekeningen aan de geluidsklachten*

Voor de volgende berekeningen is het handig om tabel 1 te gebruiken.

Het percentage van de geluidsklachten per windhoek is berekend door het aantal geluidsklachten per windhoek te delen door het totaal aantal geluidsklachten. Er is gekozen voor een weergave in percentages omdat dan beter verschillende figuren voor windrichtingen met elkaar vergeleken kunnen worden.

Voor het berekenen van de procentuele kans op geluidsklachten per windhoek is een weging toegepast. Als namelijk een meteorologische situatie zich vaak voordoet dan is het mogelijk dat er bij die meteorologische situatie ook veel geluidsklachten voorkomen. Dit hoeft niet te betekenen dat de kans op geluidsklachten dan ook het grootst is wanneer deze meteorologische situatie zich voordoet. Voor de weging wordt per windhoek het aantal geluidsklachten gedeeld door het totaal aantal geregistreerde windrichtingen bij diezelfde windhoek over de te onderzoeken periode.

Het aantal geregistreerde windrichtingen van de periode januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 bedraagt precies 90285. Dit aantal hoort 91008 te zijn als elke periode van tien minuten is meegerekend. Dit betekent dat er maar 0,8% van alle geregistreerde windrichtingen mist. De reden waarom deze gegevens missen is onbekend. Het voordeel van dit grote aantal gegevens is dat de weging er betrouwbaar door is. Het geeft dan een goed beeld van de werkelijkheid.

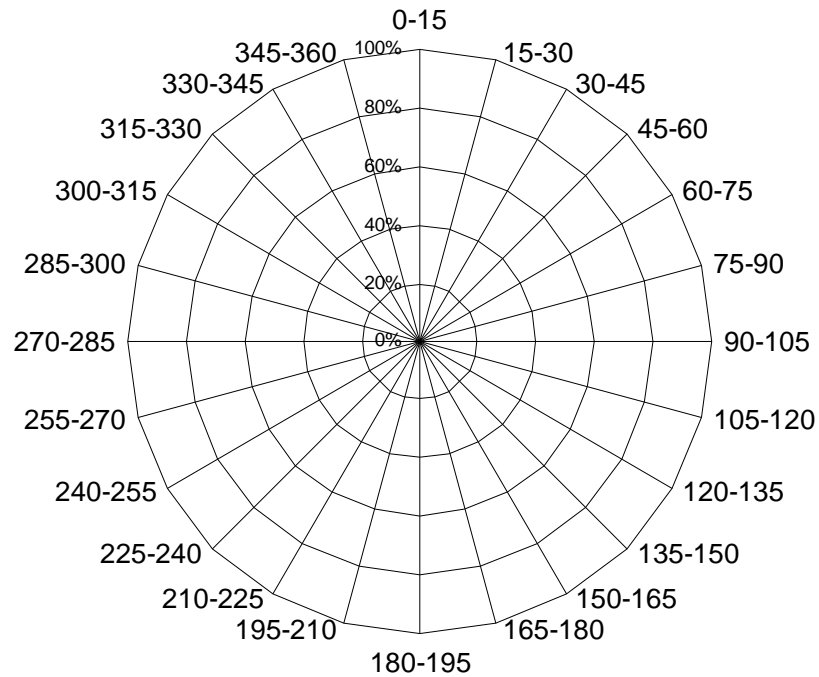
Om uiteindelijk tot een procentuele kans op geluidsklachten per windhoek te komen, wordt het per windhoek verkregen quotiënt (van het aantal geluidsklachten en het aantal windrichtingregistraties) gedeeld door de som van alle verkregen quotiënten per windhoek samen.

Tabel 1.

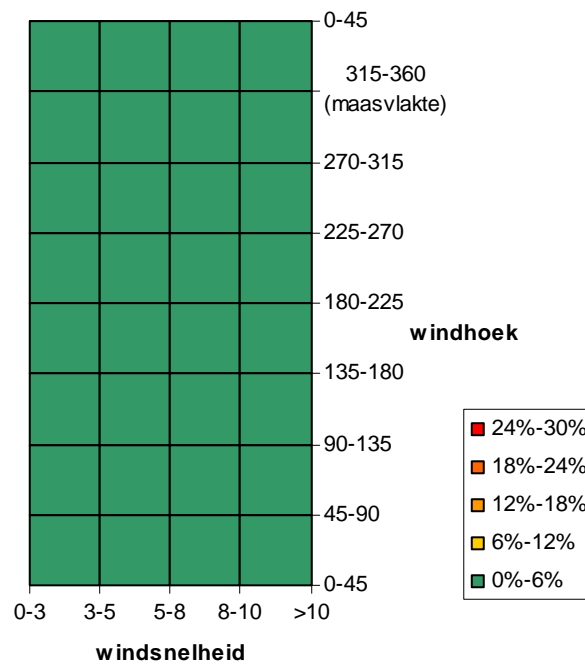
Berekening van de kans op geluidsklachten (voorbeeld voor windhoek). Voor algemeen gebruik van deze tabel moet de windhoek vervangen worden door de juiste grootheid. De sommatie die tot 24 loopt is het aantal categorieën en moet dan dus ook aangepast worden.

categorie v/d te onderzoeken grootheid (bijv. windhoek (°))	aantal geluidsklachten	deel van de geluidsklachten (%)	aantal registraties in de te onderzoeken periode (bijv. alle windrichtingen)	wegings-quotiënt (x/y)	kans op geluidsklachten (%)
0-15	$x_1$	$\frac{x_1}{\sum_{i=1}^{24} x_i} \times 100$	$y_1$	$\frac{x_1}{y_1}$	$\frac{\frac{x_1}{y_1}}{\sum_{i=1}^{24} \frac{x_i}{y_i}} \times 100$
15-30	$x_2$	$\frac{x_2}{\sum_{i=1}^{24} x_i} \times 100$	$y_2$	$\frac{x_2}{y_2}$	$\frac{\frac{x_2}{y_2}}{\sum_{i=1}^{24} \frac{x_i}{y_i}} \times 100$
...	...	...	...	...	...
345-360	$x_{24}$	$\frac{x_{24}}{\sum_{i=1}^{24} x_i} \times 100$	$y_{24}$	$\frac{x_{24}}{y_{24}}$	$\frac{\frac{x_{24}}{y_{24}}}{\sum_i \frac{x_i}{y_i}} \times 100$





Figuur 8: basis voor diagrammen voor de weergave van percentages per windhoek



Figuur 9: basis voor diagrammen voor de weergave van percentages per windhoek en –snelheid

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken per windhoek, zullen de geluidsklachten worden gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.1.1.

### 3.3.2.2 *Windrichting en –snelheid*

In het onderzoek naar de invloed van windrichting en –snelheid op geluidsklachten is de windrichting geclusterd in windhoeken van 45 graden en de windsnelheid in snelheden van 0 tot 3, 3 tot 5, 5 tot 8, 8 tot 10 en groter dan of gelijk aan 10 m/s. De grootte van de windhoeken voor deze cluster zijn groter gekozen dan de windhoeken voor de cluster van de vorige paragraaf. Hier is voor gekozen omdat er door het combineren van windhoek en windsnelheid meerdere categorieën ontstaan waartoe geluidsklachten kunnen behoren. Als er meer categorieën zijn, kunnen de geluidsklachten meer verspreid raken, waardoor er een steeds onduidelijker beeld kan ontstaan van waar zich een opvallend aantal klachten voordoet.

Door het aantal categorieën voor de windhoek terug te brengen van 24 naar 8 en te kiezen voor 5 categorieën voor windsnelheid, zijn er 40 categorieën ontstaan.

Waar op de y-as bij de waarde 315-360 graden "Maasvlakte" staat vermeld, geeft aan dat het grootste gedeelte van de richtingen vanwaar het vermeende geluid vandaan moet komen in die windhoek ligt.

Per categorie is onderzocht welk deel van de geluidsklachten er in voorkomt en hoe groot de kans op geluidsklachten is bij een bepaalde combinatie van windhoek en -snelheid. In figuur 9 is het diagram getoond zoals die wordt gebruikt bij het weergeven van de zojuist genoemde percentages per categorie.

De berekende percentages per categorie liggen op de roosterkruispunten van het diagram. Het percentage is weergegeven in de kleuren zoals in de legenda te zien is. Tussen een waarde en één van de omliggende waarden op de roosterkruispunten is lineair geïnterpoleerd. Hierdoor worden in plaats van losse punten, kleurenvlakken zichtbaar.

Voor het per windhoek en –snelheid berekenen van het deel van de geluidsklachten en de kans op geluidsklachten, is dezelfde methode toegepast als in paragraaf 3.3.2.1.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken per categorie van windhoek en -snelheid, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.1.2.

### 3.3.3 **Verticaal temperatuurprofiel van de atmosfeer**

Voor het deelonderzoek naar de invloed van de verticale temperatuursopbouw van de atmosfeer op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor het verticale temperatuurprofiel geclusterd.

De klachtgegevens voor het verticale temperatuurprofiel bestaan uit temperatuursgradiënt, het feit of dit afkoeling of inversie is en de hoogte tot waar de temperatuursinversie plaatsvindt.

In paragraaf 3.2.2 is al aangegeven hoe de voorkomende verticale temperatuurprofielen zijn verkregen en hoe deze zijn gekoppeld aan de geluidsklachten.

Er is gebleken dat de waarde voor de temperatuursgradiënt minder betrouwbaar wordt als de dikte van de luchtlaag (waarin deze temperatuursgradiënt of alleen positief of alleen negatief is) groter wordt.

De temperatuursgradiënt is namelijk bepaald door het verschil in temperatuur (van de bovenkant van de laag en die aan het aardoppervlak) te delen door de dikte van de luchtlaag. Als de dikte van de luchtlaag groot is, wordt er dus gesuggereerd dat de temperatuursgradiënt over deze grote hoogte hetzelfde is. Er kan dan dus niet meer worden achterhaald of bijvoorbeeld de temperatuursgradiënt nabij het aardoppervlak sterk verschilt met de rest van de luchtlaag.

Hierom is er voor gekozen om alleen te onderzoeken of de temperatuursgradiënt positief (inversie) of negatief (afkoeling) is. Voor zo goed als alle gevallen geldt dat het temperatuurprofiel (inversie of afkoeling) dat tot 400 meter geldt, ook geldt voor hoogtes dichterbij het aardoppervlak. Dit kan worden gezien in de gegevens van het KNMI (figuur IV.1 in bijlage 4 is hier een voorbeeld van).

Uiteindelijk zijn de klachtengegevens voor het verticale temperatuurprofiel geclusterd in twee categorieën: inversie en afkoeling.

Voor het bepalen van de kans op geluidsklachten, is dezelfde methode toegepast als in paragraaf 3.3.2.1.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken voor het verticale temperatuurprofiel, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.2.

### 3.3.4 Bewolkingsgraad

Voor het deelonderzoek naar de invloed van de bewolkingsgraad op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor de bewolkingsgraad geclusterd.

De geluidsklachten zijn geclusterd in bewolkingsgraden van 0 t/m 8, zogenaamde octa's (achtsten). Er bestaat ook nog bewolkingsgraad 9, maar dit komt zo weinig voor (slechts in 0,9% van alle registraties), dat het onbetrouwbaar wordt als hiervoor de kans op geluidsklachten wordt berekend. Daarom zijn dit kleine aantal bewolkingsgraden met waarde 9, vervangen door 8.

In paragraaf 3.2.3 is aangegeven wat de metingen voor de bewolkingsgraad inhouden.

De bewolkingsgraad op het tijdstip van overlast (en enkele uren ervoor) is voor bijna alle geluidsklachten een berekende waarde, vanwege de lineaire interpolatie tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de bewolkingsgraad gemeten is. Maar doordat de metingen zes maal in een etmaal gedaan zijn, zijn deze berekeningen een zeer goede benadering.

Er is voor gekozen om de kans op geluidsklachten per bewolkingsgraad te bepalen, in plaats van het onderzoek te beperken tot het aantal geluidsklachten. Er zijn namelijk een groot aantal bewolkingsgraden bekend, dus wordt de berekening van de kans daardoor betrouwbaarder. Voor het bepalen van de kans op geluidsklachten is dezelfde methode toegepast als in paragraaf 3.3.2.1.

De resultaten zijn weergegeven in staafgrafieken. Voor elke bewolkingsgraad is hierin bepaald wat de kans op geluidsklachten is.

Een opvallend gegeven is dat de bewolkingsgraad van 8 octa's veel vaker voorkomt dan de andere bewolkingsgraden (in 44% van alle registraties). De gegevens zijn overgenomen van het KNMI en mogen dus betrouwbaar worden geacht.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken voor de bewolingsgraad, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters. Zoals het verticale temperatuurprofiel, gemeten in De Bilt, en de relatieve zonneshijnduur. De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.4.

### **3.3.5 Tijdstip van overlast**

Voor het deelonderzoek naar de relatie tussen het tijdstip van overlast en geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor de tijdstippen van overlast ten opzichte van de zonnestand geclusterd zoals die in de in paragraaf 3.2.1 genoemde vier categorieën voorkomen. De geluidsklachten zijn ook geclusterd per uurblok volgens de klok.

#### *3.3.5.1 Tijdstip van overlast ten opzichte van de zonnestand*

De geluidsklachten worden geclusterd voor het tijdstip van overlast ten opzichte van de zonnestand in blokken van een uur. De blokken geven het uurblok voor of na zonsop- of zonsondergang aan. Per uurblok is onderzocht hoeveel geluidsklachten hierin voorkomen.

Niet alle uurblokken komen in de periode januari t/m maart even vaak voor. Bijvoorbeeld het 7<sup>e</sup> uurblok in de categorie na zonsopgang komt maar voor een korte tijd voor in deze periode van drie maanden. Door deze verdeling in uurblokken voor en na zonsop- en zonsondergang zijn er 30 subcategorieën ontstaan, waarbij dus de één vaker voorkomt dan de andere.

Rekenkundig heeft een uurblok hier de lengte van het aantal uren dat het uurblok voorkomt in de gehele onderzochte periode. Bijvoorbeeld: het uurblok 1:00 na zonsondergang heeft een lengte van 632 uur, want het uurblok komt in alle 632 dagen voor van de periode januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006. Het uurblok 8:00 na zonsondergang heeft een lengte van 337 uur, want het komt voor 53% van de 632 dagen voor in de genoemde periode.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken voor het tijdstip van overlast ten opzichte van de zonnestand, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

#### *3.3.5.2 Tijdstip van overlast volgens de klok*

De geluidsklachten worden geclusterd voor het tijdstip van overlast ten opzichte van de klok in blokken van een klokuur. Per uurblok is onderzocht hoeveel geluidsklachten hierin voorkomen.

Er is geclusterd voor het tijdstip volgens de klok om de uitkomsten hiervan te vergelijken met de uitkomsten van de geclusterde tijdstippen ten opzichte van de zonnestand. Met deze cluster kan bijvoorbeeld onderzocht worden of er door een bepaald dagritme van de klagers (zoals altijd op een bepaald tijdstip naar het werk gaan) tijdstippen zijn waarop doordeweeks meer geklaagd wordt dan in het weekend.

De resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.3.

### **3.3.6 Temperatuur**

Voor het deelonderzoek naar de invloed van de temperatuur op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor de temperatuur geclusterd.

Bij dit deelonderzoek is de temperatuur in zeven categorieën verdeeld. Van -15 tot en met 20 °C in stappen van 5 °C. Wanneer eventueel op een later tijdstip andere periodes van het jaar worden onderzocht, zal dit aangepast moeten worden.

In paragraaf 3.2.3 is aangegeven wat de metingen voor de temperatuur inhouden.

De temperatuur op het tijdstip van overlast (en enkele uren ervoor) is voor bijna alle geluidsklachten een berekening, vanwege de lineaire interpolatie tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de temperatuur gemeten is. Maar doordat de metingen zes maal in een etmaal gedaan zijn, zijn deze berekeningen een zeer goede benadering.

Er is voor gekozen om de kans op geluidsklachten per temperatuurcategorie te bepalen, in plaats van het onderzoek te beperken tot het aantal geluidsklachten. Er is namelijk een groot aantal temperatuurmetingen bekend, dus wordt de berekening van de kans daardoor betrouwbaarder. Voor het bepalen van de kans op geluidsklachten, is dezelfde methode toegepast als in paragraaf 3.3.2.1.

De resultaten zijn weergegeven in staafgrafieken. Voor elke temperatuurcategorie is hierin bepaald wat de kans op geluidsklachten is.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken voor de temperatuur, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.5.

### **3.3.7 Relatieve vochtigheid**

Voor het deelonderzoek naar de invloed van relatieve vochtigheid op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor relatieve vochtigheid geclusterd. De relatieve vochtigheid geeft de procentuele verhouding aan van de hoeveelheid waterdamp en de maximaal mogelijke hoeveelheid waterdamp die de lucht kan bevatten. Een relatieve vochtigheid van 100% geeft mist. Bij dit deelonderzoek is de relatieve vochtigheid in zeven categorieën verdeeld. Van 70% tot en met 100% in stappen van 5%. Ook is de categorie 'lager dan 70%' toegevoegd, omdat waarden voor relatieve vochtigheid lager dan 70% relatief weinig voorkomen in de onderzochte periode.

Wanneer eventueel op een later tijdstip andere periodes van het jaar worden onderzocht, zal dit aangepast moeten worden. Bijvoorbeeld in de zomer liggen de waarden voor relatieve vochtigheid gemiddeld een stuk lager, omdat warme lucht meer waterdamp kan bevatten dan koude lucht.

In paragraaf 3.2.3 is aangegeven wat de metingen voor de relatieve vochtigheid inhouden.

De relatieve vochtigheid op het tijdstip van overlast (en enkele uren ervoor) is voor bijna alle geluidsklachten een berekening, vanwege de lineaire interpolatie tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de relatieve vochtigheid gemeten is. Maar doordat de metingen zes maal in een etmaal gedaan zijn, zijn deze berekeningen een zeer goede benadering.

Er is voor gekozen om de kans op geluidsklachten per categorie te bepalen, in plaats van het onderzoek te beperken tot het aantal geluidsklachten. Er is namelijk een groot aantal metingen voor relatieve vochtigheid bekend, dus wordt de berekening van de kans daardoor betrouwbaarder. Voor het bepalen van de kans op geluidsklachten, is dezelfde methode toegepast als in paragraaf 3.3.2.1.

De resultaten zijn weergegeven in staafgrafieken. Voor elke categorie is hierin bepaald wat de kans op geluidsklachten is.

Om combinaties van verschillende meteorologische factoren te onderzoeken voor de relatieve vochtigheid, zijn de geluidsklachten gefilterd voor verschillende meteorologische parameters.

De resultaten van dit deelonderzoek zijn te vinden in paragraaf 4.6.

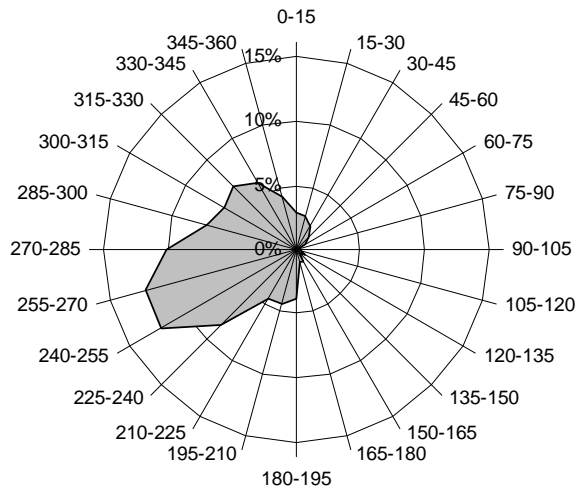
### **3.3.8 Relatieve zonschijnduur**

Voor het deelonderzoek naar de invloed van de relatieve zonschijnduur op geluidsklachten zijn de geluidsklachten voor de relatieve zonschijnduur geclusterd. De relatieve zonschijnduur is het percentage van het aantal voorgekomen uren zonschijn ten opzichte van de langst mogelijke duur waarin de zon op die dag theoretisch zou kunnen schijnen. Van belang is om te weten dat dit onderzoek alleen zinvol is voor de periode na zonsondergang. De meetwaarden voor de relatieve zonschijnduur zijn namelijk gebaseerd op de gehele periode waarin theoretisch de zon kan schijnen. Overdag worden de metingen gedaan en voor zonsopgang is er nog niet begonnen met meten, dus kunnen deze periodes hiervoor niet worden onderzocht.

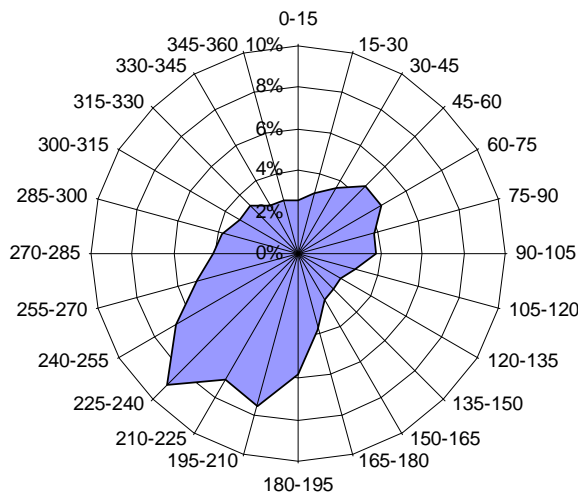
Omdat er niet veel geregistreerde waarden zijn voor de relatieve zonschijnduur (1 waarde per dag) zal er geen betrouwbare kans op geluidsklachten berekend kunnen worden, maar zal het onderzoek beperkt blijven tot het onderzoeken van het aantal geluidsklachten. De relatieve zonschijnduur is verdeeld in 10 categorieën, van 0% tot en met 100% in stappen van 10%. De resultaten zijn weergegeven in staafdiagrammen.

De relatieve zonschijnduur wordt gebruikt als variabele parameter voor als de periode na zonsondergang wordt onderzocht voor de bewolgingsgraad.

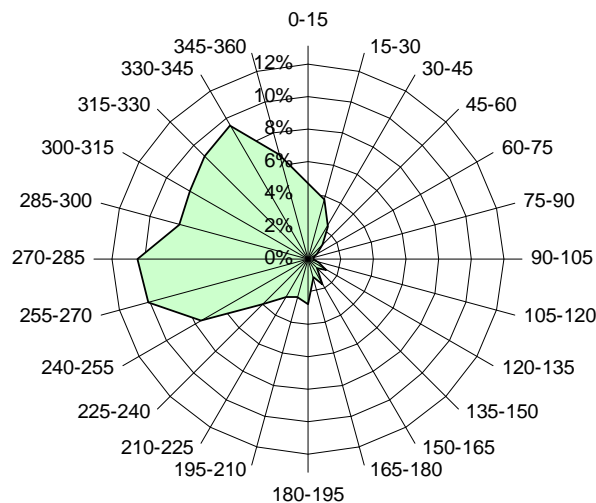
De resultaten hiervoor zijn te vinden in paragraaf 4.4.3.



Figuur 10.1: percentages per windhoek van alle geluidsklachten van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte. Het totaal aantal klachten bedraagt hier 637.



Figuur 10.2: percentages per windhoek van alle per periode van tien minuten geregistreerde windrichtingen van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006. Het totaal aantal registraties bedraagt hier 90285.



Figuur 10.3: kans op geluidsklachten per windhoek gebaseerd op de geluidsklachten van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte.

## 4. Resultaten

Voor het onderzoek naar de relatie tussen de geluidsklachten uit Oostvoorne en weersomstandigheden zijn in dit hoofdstuk de resultaten besproken.

De resultaten zijn verkregen aan de hand van de werkwijze zoals die in hoofdstuk 3 is beschreven. De volgorde van de deelonderzoeken zoals die in paragraaf 3.3 aan de orde is gekomen, zal in dit hoofdstuk niet geheel hetzelfde zijn. Er is wel geprobeerd om de volgorde zo logisch mogelijk te houden.

### 4.1 Wind

Voor het deelonderzoek naar de relatie tussen de geluidsklachten en windrichting en –snelheid zijn hier de resultaten besproken.

#### 4.1.1 Windrichting

Allereerst zijn alle geluidsklachten geclusterd per windhoek. Er is dus nog niet gefilterd op andere meteorologische factoren. Al deze geluidsklachten zijn uitgezet tegen de windhoek. In figuur 10.1 is per windhoek het percentage van alle geluidsklachten weergegeven.

Te zien is dat er voornamelijk wordt geklaagd wanneer de wind afkomstig is uit windrichtingen binnen de windhoek van 225 tot 285 graden (resp. zuidwest tot west). Binnen deze windhoek komt 43% van de geluidsklachten voor.

Met de bedoeling de kans op geluidsklachten per windhoek te berekenen, zijn de geluidsklachten gewogen met de frequentie waarin de windrichtingen voorkomen in de periode januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006.

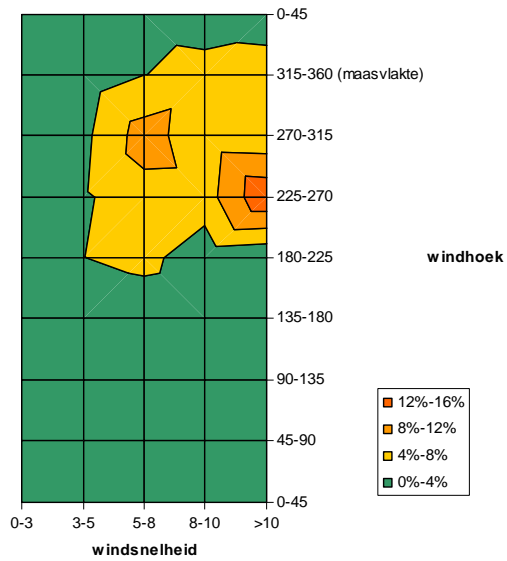
In figuur 10.2 zijn deze in paragraaf 3.3.2.1 genoemde windregistraties (gemiddelden per periode van tien minuten) weergegeven. Hier worden per windhoek de percentages gegeven van het totale aantal windregistraties. De windrichtingen die binnen de windhoek van 180 tot 255 graden (resp. zuid tot zuidwest) horen, komen het meest voor, namelijk 40% van de alle windregistraties. Dat wil zeggen dat de aantallen geluidsklachten die binnen deze windhoeken vallen minder zwaar wegen, dan de aantallen geluidsklachten die binnen windhoeken vallen waarin minder windrichtingen zijn geregistreerd.

Wanneer de figuren 11.1 en 11.2 worden gecombineerd door de weging toe te passen zoals die in paragraaf 3.3.2.1 is uitgelegd, wordt figuur 10.3 verkregen.

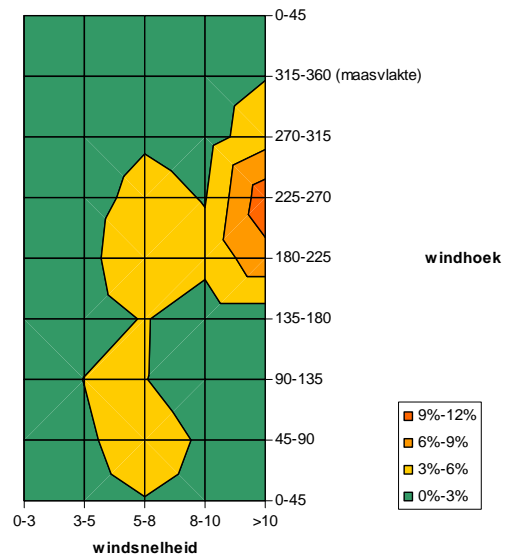
In deze laatste figuur is te zien dat de kans op geluidsklachten over een vrij groot gebied verspreid ligt. De grootste kans op geluidsklachten kan worden verwacht bij wind uit een hoek ter grootte van 105 graden, van 240 tot 345 graden (resp. westzuidwest tot noordnoordwest). De totale kans dat er geluidsklachten komen wanneer de wind vanuit deze windhoek waait, is 61%. Deze kans is dan gebaseerd op de geluidsklachten van de periode januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte.

De verwachting om de grootste kans op geluidsklachten te krijgen, is dat de wind uit dezelfde richting moet komen als waar, zoals vermeend, het geluid vandaan komt; de Maasvlakte.

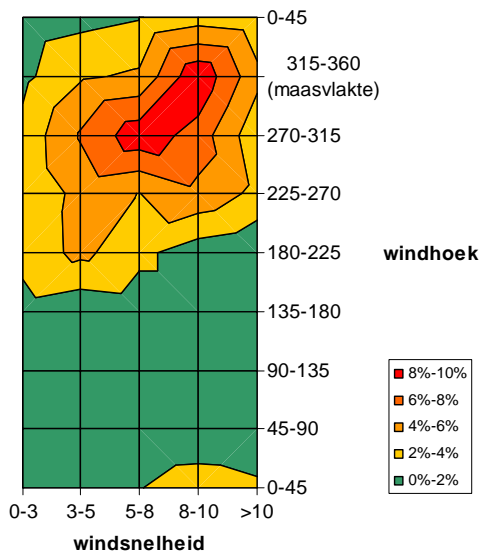




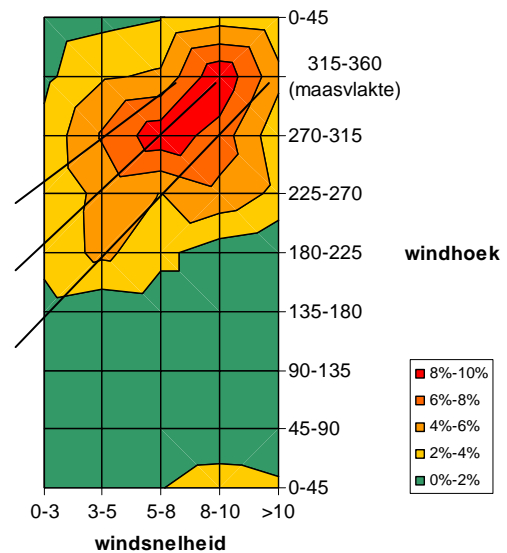
Figuur 11.1: percentage per combinatie van windrichting en -snelheid van alle geluidsklachten van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte.



Figuur 11.2: percentage per combinatie van windrichting en -snelheid van alle periode van tien minuten geregistreerde windrichtingen en -snelheden van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006.



Figuur 11.3a: kans op geluidsklachten per combinatie van windrichting en -snelheid gebaseerd op de geluidsklachten van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 die betrekking hebben op de Maasvlakte.



Figuur 11.3b: de diagonale lijnen geven grofweg aan dat wanneer de hoek tussen de windrichting en de lijn Oostvoorne-Maasvlakte groter wordt, de windsnelheid minder groot moet zijn voor een verhoogde kans op geluidsklachten.

Volgens de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai mag er maximaal een uitwijking van 60 graden zijn in de windhoek met de lijn geluidsbron-ontvanger om het geluid vanaf de bron nog goed te kunnen waarnemen. De Maasvlakte en Oostvoorne liggen ongeveer op de windrichting van 315 graden (richting van het noordwesten). Dat betekent dus dat bij een windhoek van 255 tot 375 graden de kans op geluidsklachten het grootst verwacht mag worden. Binnen deze windhoek van 120 graden is er in totaal 66% kans op geluidsklachten.

De windhoeken die in de resultaten naar voren komen (zoals in figuur 10.3) hebben hier niet overal overlap mee. Dit betekent dat deze windhoeken (voornamelijk westzuidwestenwind) onverwachte uitkomsten zijn. Dit zou kunnen betekenen dat er wellicht andere meteorologische factoren zijn die geluidsklachten veroorzaken, los van de windrichting.

Om dit te onderzoeken, is er gefilterd op meerdere meteorologische factoren.

Er is onderzocht welke meteorologische factoren mogelijk een overheersende rol spelen wanneer er een wind waait waarbij in principe geen geluidsklachten verwacht worden.

In de volgende paragrafen zal aan dit deelonderzoek aandacht worden besteed.

#### 4.1.2 Combinatie van windrichting en –snelheid

Voor het deelonderzoek naar de invloed van de combinatie van windrichting en -snelheid, zijn alle geluidsklachten geclusterd voor deze combinatie. In figuur 11.1 is te zien hoe vaak er geklaagd wordt bij de verschillende combinaties van windrichting en –snelheid. De kleuren geven het percentage aan van het totale aantal geluidsklachten.

Kijkend naar de windsnelheid wordt er het meest geklaagd bij een windsnelheid groter dan of gelijk 10 m/s. Dit gebeurt het meest bij een zuidwesten- tot westenwind (225 tot 270 graden). In deze ene categorie (van de 40 categorieën) valt 15% van de geluidsklachten.

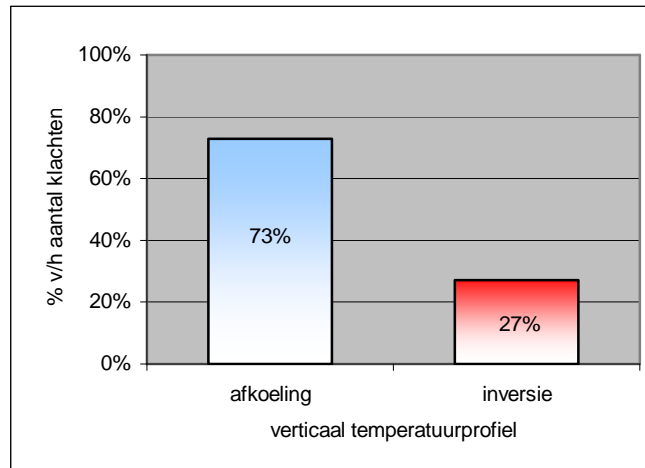
Voor het berekenen van de kans op geluidsklachten per combinatie van windrichting en –snelheid, zijn de geluidsklachten gewogen met de frequentie waarin de combinaties voorkomen van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006.

In figuur 11.2 zijn deze registraties (gemiddelden per periode van tien minuten) weergegeven. Hier worden per combinatie van windrichting en -snelheid de percentages gegeven van het totale aantal registraties. De combinatie van windrichting en -snelheid van een windsnelheid groter dan of gelijk aan 10 m/s bij een windhoek van 225 tot 270 graden komt het meest voor. Namelijk 11% van alle registraties valt in deze categorie.

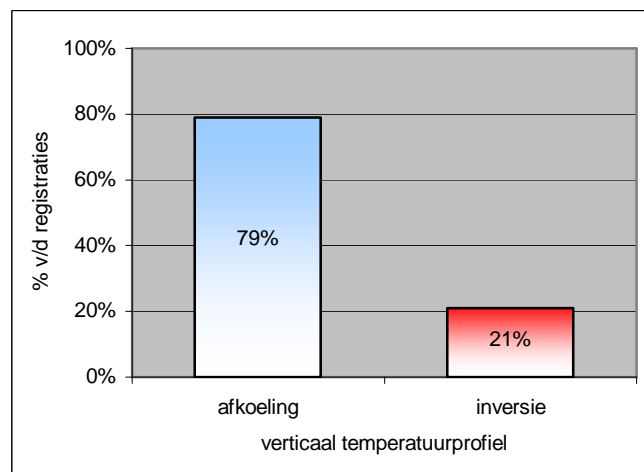
Dat wil zeggen dat het aantal geluidsklachten, dat binnen deze categorie valt, minder zwaar weegt dan de aantallen geluidsklachten die binnen de overige categorieën vallen.

In figuur 11.3a is te zien dat, bij het berekenen van de kans op geluidsklachten per combinatie van windrichting en –snelheid (zoals in paragraaf 3.3.2.1), er twee combinaties zijn waarbij er een verhoogde kans op geluidsklachten bestaat. De ene combinatie is die van een windhoek van 270 tot 315 graden en een windsnelheid van 8 tot 10 m/s. De andere combinatie is die van een windhoek van 315 tot 360 graden en een windsnelheid van groter dan of gelijk aan 10 m/s.

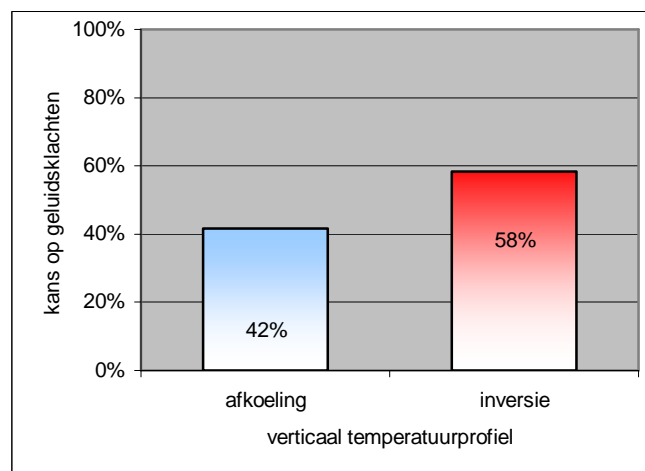
In grote lijnen kan worden geconcludeerd dat er bij een windrichting die steeds meer afwijkt van de lijn Maasvlakte-Oostvoorne, er de grootste kans bestaat op geluidsklachten bij die windrichting wanneer er een minder harde wind staat (in figuur 11.3b is dit met lijnen aangegeven).



Figuur 12.1: het percentage van de geluidsklachten per verticaal temperatuurprofiel. De meeste geluidsklachten (73%) komen voor wanneer de atmosfeer in de hoogte afkoelt.



Figuur 12.2: het percentage van de per periode van 12 uur in De Bilt geregistreerde verticale temperatuurprofielen. Afkoeling komt verreweg het meest voor en de geluidsklachten die hieraan gekoppeld worden, zullen daardoor ook minder zwaar wegen.



Figuur 12.3: de procentuele kans op geluidsklachten per verticaal temperatuurprofiel, waarin alle geluidsklachten zijn meegenomen. Doordat er in verhouding meer geluidsklachten voorkomen bij temperatuursinversie dan bij afkoeling, is de kans op geluidsklachten bij temperatuursinversie ook verhoogd.

Dit resultaat past in het beeld dat is verkregen in het deelonderzoek naar windrichting. De onverwachte uitkomsten bij windhoeken anders dan 255 tot 375 graden, kan het gevolg zijn van andere meteorologische factoren. Wanneer de windsnelheid afneemt, kunnen namelijk één of meerdere andere meteorologische factoren een overheersende rol gaan spelen.

## 4.2 Verticaal temperatuurprofiel van de atmosfeer

Om voor deze meteorologische factor een algemeen beeld te krijgen van de geluidsklachten zijn eerst alle geluidsklachten onderzocht op het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer. Later zijn er een aantal selecties van de geluidsklachten onderzocht.

In figuur 12.1 zijn de percentages van alle geluidsklachten weergegeven in een staafdiagram voor het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer. De meeste geluidsklachten (73%) komen voor wanneer de atmosfeer in de hoogte afkoelt, uitgaande van de waarden gemeten in De Bilt door het KNMI.

In figuur 12.2 zijn de per periode van 12 uur in De Bilt geregistreerde temperatuurprofielen weergegeven. Af te lezen zijn de percentages per profiel van alle registraties. Het afkoelen van de atmosfeer in de hoogte komt het meeste voor, namelijk in 79% van de registraties. Inversie komt in 21% van alle registraties voor. De geluidsklachten gekoppeld aan afkoeling van de atmosfeer zullen hierdoor dus minder zwaar wegen dan de geluidsklachten gekoppeld aan inversie.

Om de kans op geluidsklachten te berekenen per profiel (afkoeling of inversie) is de methode toegepast zoals die voor wind omschreven staat in paragraaf 3.3.2.1. Het resultaat van deze kansberekening is te zien in figuur 12.3. In het algemeen is de kans op geluidsklachten dus groter wanneer er temperatuursinversie optreedt, deze kans is namelijk 58%. De kans op geluidsklachten is dus 1,4 keer zo groot bij temperatuursinversie dan bij een in de hoogte afkoelend profiel.

Zoals in de theorie in hoofdstuk 2 staat omschreven, bestaat er de grootste kans op temperatuursinversie wanneer de atmosfeer stabiel is. Dit betekent dat er dan niet te veel wind mag staan (door wind wordt de lucht weer gemengd). Om dit te onderzoeken, worden de clusters voor windrichtingen en –snelheden gefilterd op temperatuurprofiel.

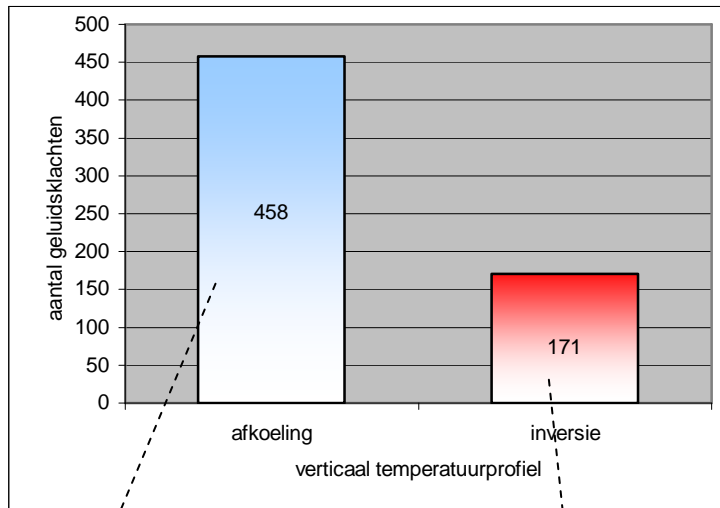
In figuren 13.2 is het filterresultaat gegeven. Figuur 13.1 geeft aan hoeveel geluidsklachten beide verkregen clusters bevatten.

In figuur 13.2 is te zien dat als er wordt gefilterd op afkoeling (a en b) de windsnelheid in die gevallen vrij hoog was (vanaf 5 m/s). De windrichtingen zijn ongeveer gelijk aan de situatie waarbij er nog niet is gefilterd voor temperatuurprofiel (zoals in figuur 10.3)

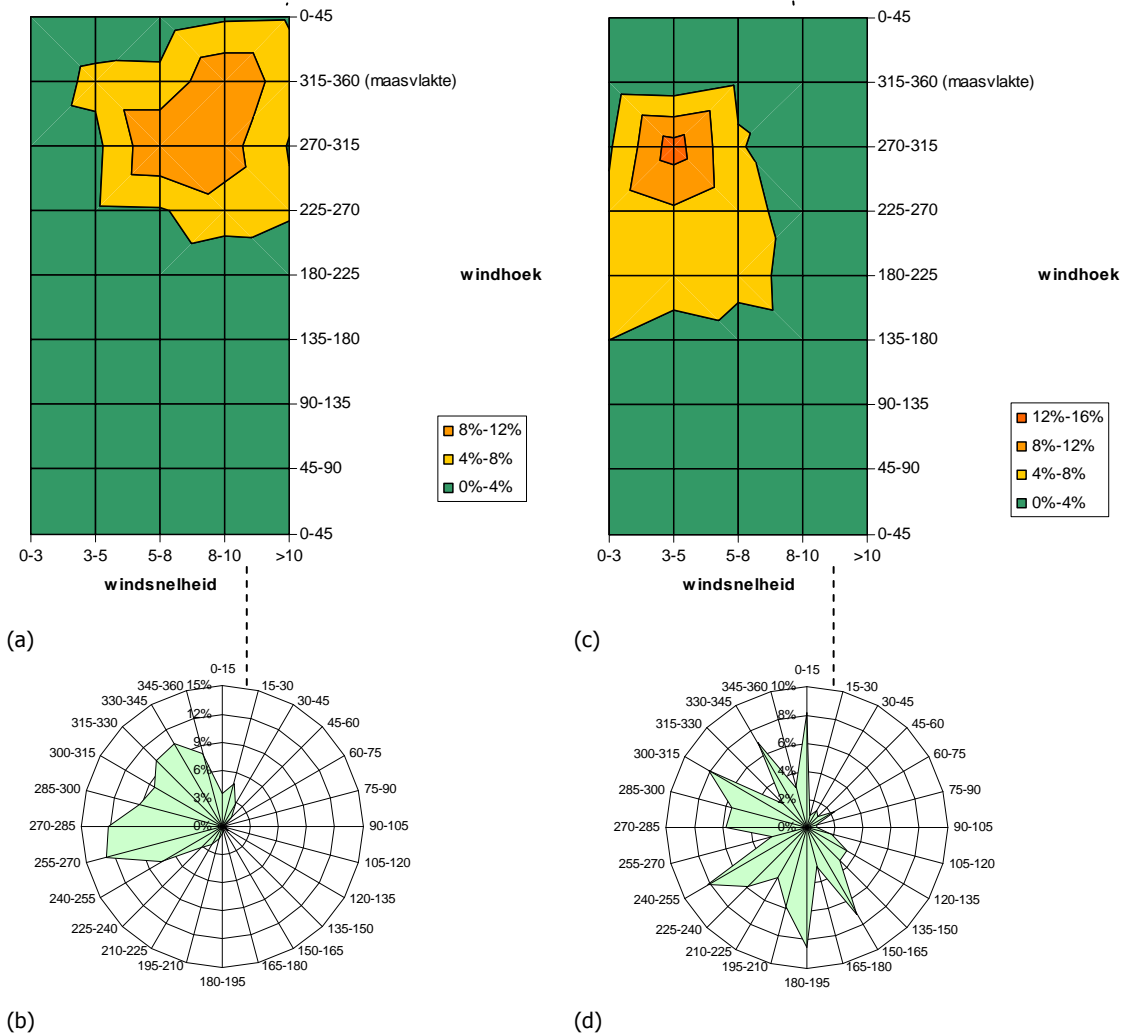
In figuur 13.2 valt vooral op dat als er wordt gefilterd op temperatuursinversie (c en d), de windsnelheid in die gevallen vrij laag was (tot 5 m/s) en dat de windrichtingen behoorlijk uiteenlopen. Dit zou kunnen betekenen dat de kans op geluidsklachten onafhankelijk is van de windrichting als de windsnelheid lager ligt dan 5 m/s en daarbij temperatuursinversie optreedt.

Dit gegeven is een interessant aanknopingspunt voor de volgende deelonderzoeken. Het is namelijk interessant om te onderzoeken of de meteorologische factoren die van invloed zijn op het ontstaan van temperatuursinversie ook van invloed zijn op een verhoogde kans op geluidsklachten.

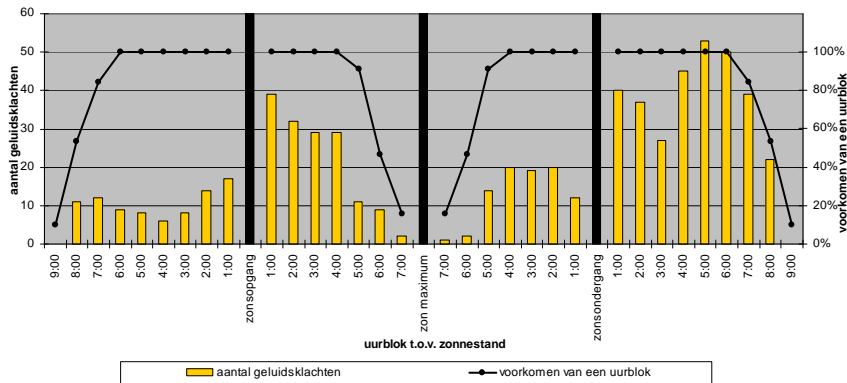
Deze pagina is met opzet leeg gelaten



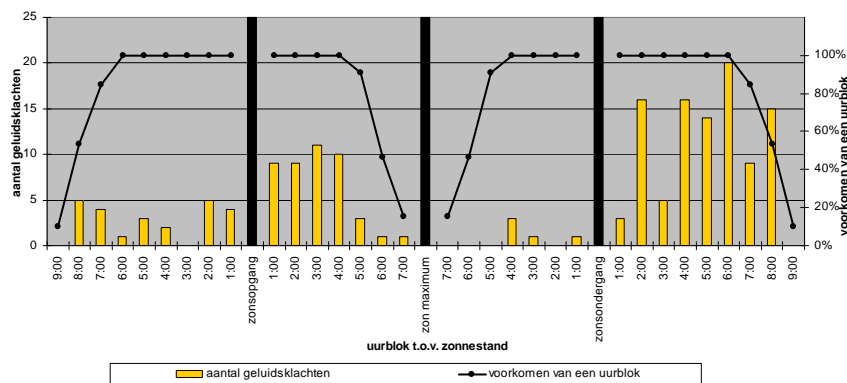
Figuur 13.1: het aantal geluidsklachten per verticaal temperatuurprofiel. Vanwege 8 onbekende profielen, is het totale aantal geluidsklachten hier niet gelijk aan 637.



Figuur 13.2: het percentage van de geluidsklachten  
 a) per combinatie van windhoek en –snelheid voor alleen de geluidsklachten waarbij er een afkoelingsprofiel optrad.  
 b) per windhoek voor alleen de geluidsklachten waarbij er een afkoelingsprofiel optrad.  
 c) per combinatie van windhoek en –snelheid voor alleen de geluidsklachten waarbij er temperatuursinversie optrad.  
 d) per windhoek voor alleen de geluidsklachten waarbij er temperatuursinversie optrad.

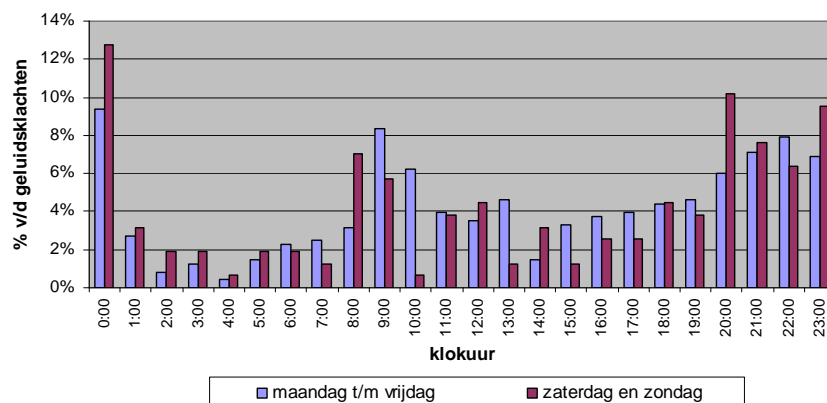


Figuur 14.1: geluidsklachten per uurblok ten opzichte van de zonnestand.



Figuur 14.2: geluidsklachten per uurblok ten opzichte van de zonnestand waarbij er temperatuursinversie plaatsvond.

Figuren 14.1 en 14.2: de uren links en rechts van zonsopgang (tot "zon maximum") zijn respectievelijk de uren voor en na zonsopgang. Hetzelfde principe geldt voor de uren rond zonsopgang. De eerste "1:00" die op de x-as voorkomt vanaf links betekent dus "in het laatste uur voor zonsopgang". Rekenkundig heeft een uurblok de lengte van het aantal uren dat het uurblok voorkomt in de hele onderzochte periode. Een uurblok dat 100% in de periode voorkomt, heeft dan een lengte van in totaal 632 uur.



Figuur 15: het percentage van de geluidsklachten van alleen de werkdagen (maandag t/m vrijdag, totaal 100%) en het percentage van de geluidsklachten van alleen de weekenddagen (zaterdag en zondag, totaal 100%). Op deze manier zijn het aantal geluidsklachten van 5 dagen goed te vergelijken met die van 2 dagen. De meeste geluidsklachten vallen duidelijk in de ochtend en in de (latere) avond. Het enige grote verschil zit bij 10:00 uur. Dit ene grote verschil is te weinig om de conclusie te trekken dat er in het weekend anders geklaagd wordt dan in de werkweek. "10:00" betekent: het uur na 10:00 uur.

### 4.3 Tijdstip van overlast

Om te bepalen op welk moment van de dag er geluidsoverlast plaatsvindt, zijn eerst alle geluidsklachten geclusterd voor het tijdstip van overlast ten opzichte van de stand van de zon. Vervolgens zijn de geluidsklachten geclusterd voor het kloktijdstip van overlast om eventueel te ontdekken of er bijvoorbeeld vaak op één bepaalde tijd wordt geklaagd.

Vanwege de resultaten vanuit de vorige paragraaf wordt er voor de cluster voor het tijdstip van overlast ten opzichte van de zonnestand gefilterd op verticaal temperatuurprofiel.

Om te onderzoeken wat de relatie is tussen de zonnestand en de geluidsklachten, zijn de geluidsklachten geclusterd voor het tijdstip ten opzichte van de zonnestand. Zoals in paragraaf 3.3.5.1 is uitgelegd, komt niet elk uurblok ten opzichte de zonnestand even vaak voor. In figuur 14.1 is met de lijngrafiek in percentages aangegeven hoe vaak het uurblok van januari t/m maart over de jaren 2000 t/m 2006 voorkomt. De figuur geeft met de staafgrafiek het aantal geluidsklachten aan per uurblok ten opzichte van de zonnestand.

In figuur 14.1 komen er in twee dagdelen relatief veel geluidsklachten voor. In de eerste vier uur na zonsopgang komen er 129 geluidsklachten voor (dit is 20% van alle geluidsklachten in 4 van de 30 uurblokken) en in de acht uur na zonsondergang komen er 313 geluidsklachten voor (dit is 49% van alle geluidsklachten in 8 van de 30 uurblokken). Omdat in deze dagdelen verreweg de meeste geluidsklachten voorkomen, zijn alleen deze dagdelen verder onderzocht.

De reden waarom er in de eerste vier uur na zonsopgang en de periode van acht uur na zonsondergang relatief veel geluidsklachten voorkomen, kan te maken hebben met het feit dat de betreffende klagers een bepaald dagritme hebben waarbij ze vaak rond een bepaald tijdstip van de dag klagen, terwijl de tijdstippen en de tijdsduur van de overlast misschien wel meer verspreid liggen over de dag.

Één van de mogelijkheden om uit te zoeken of het dagritme (zoals op een vast tijdstip naar het werk gaan) iets te maken heeft met het tijdstip van de geluidsklachten, is door de geluidsklachten van doordeweeks te vergelijken met die van het weekend.

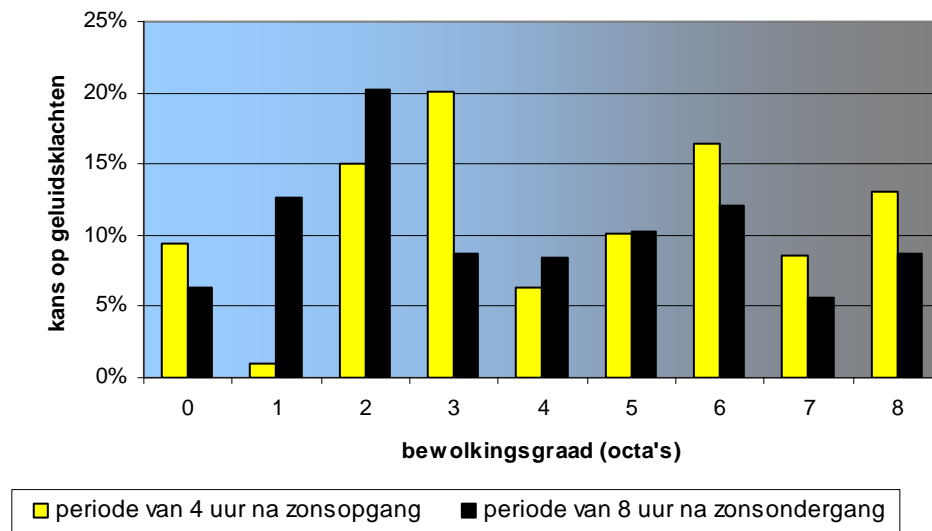
Hiervoor zijn de geluidsklachten geclusterd voor het kloktijdstip. In figuur 15 zijn de resultaten weergegeven van het filteren op doordeweekse dagen (maandag t/m vrijdag) en weekenddagen (zaterdag en zondag).

Het verschil in het percentage van de geluidsklachten per uurblok schommelt niet al te heftig tussen de doordeweekse -en weekenddagen. Te zien is dat het enige grote verschil bij 10:00 uur zit, maar dit ene grote verschil is niet voldoende om te concluderen dat er daadwerkelijk verschil bestaat tussen de geluidsklachten op doordeweekse dagen en op weekenddagen.

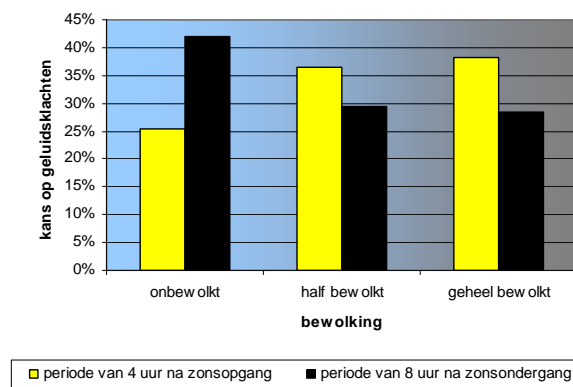
Vanwege de resultaten van het deelonderzoek in paragraaf 4.2 voor het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer, is er voor de genoemde twee dagdelen (de eerste vier uur na zonsopgang en de periode van acht uur na zonsondergang) onderzocht wanneer er wordt geklaagd bij temperatuursinversie.

In figuur 14.2 is te zien dat de verhoudingen in aantallen geluidsklachten na het filteren ongeveer hetzelfde is als die vóór het filteren op temperatuursinversie. Dit geldt alleen niet voor de situatie voor zonsondergang, waarin nu zo goed als geen geluidsklachten meer voorkomen. Maar wordt er gekeken naar hoe vaak er overdag temperatuursinversie voorkomt, dan is dit lage aantal

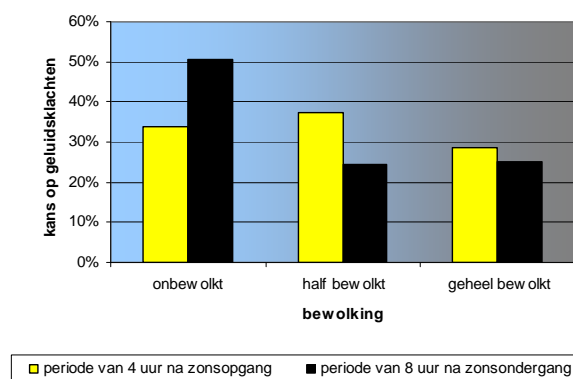




Figuur 16.1: kans op geluidsklachten per bewolgingsgraad op basis van alle geluidsklachten. Het verloop is vrij grillig.



Figuur 16.2a: kans op geluidsklachten per categorie voor bewolking. Het verloop is duidelijker dan figuur 16.1. Hier zijn de bewolgingsgraden (van figuur 16.1) 0 t/m 2 onbewolkt, 3 t/m 5 half bewolkt en 6 t/m 8 geheel bewolkt.



Figuur 16.2b: kans op geluidsklachten per categorie voor bewolking wanneer er in De Bilt temperatuursinversie wordt gemeten.

geluidsklachten wel mogelijk te verklaren. Er komt overdag namelijk bijna 4 keer zo weinig temperatuursinversie voor dan in de nacht.

De theorie in hoofdstuk 2.2 over het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer toont aan dat (bij een zo goed als wolkenloze hemel) temperatuursinversie zich uitbreid vanaf het aardoppervlak vanaf het moment van zonsondergang tot en met zijn maximale hoogte kort na zonsopgang. Wat in figuur 14.2 dan opvalt is het lage aantal geluidsklachten in de nacht. Hier worden eigenlijk, als het om de gunstige omstandigheden voor de geluidsoverdracht gaat, meer geluidsklachten verwacht. De reden dat hier toch erg weinig geluidsklachten vallen, kan te maken hebben met dat mensen slapen en niet wakker worden van het (verhoogde) geluidsniveau.

De aantallen geluidsklachten bij temperatuursinversie in de vier uur na zonsopgang en de periode van acht uur na zonsondergang zijn volgens de verwachting van de theorie. Maar deze verhouding doet zich ook voor wanneer er wordt gefilterd op het temperatuurprofiel voor afkoeling. De reden dat er op die momenten ook veel geluidsklachten vallen, is mogelijk alsnog het feit dat mensen op die tijdstippen (nog) thuis zijn en niet slapen.

De mogelijkheid voor het ontstaan van temperatuursinversie wordt vooral bepaald door de mate van bewolking, relatieve zonschijnduur en de temperatuur. De volgende hoofdstukken gaan hierover.

#### **4.4 Bewolkingsgraad**

Voor het onderzoek naar de relatie tussen geluidsklachten en de bewolkingsgraad, zijn de geluidsklachten voor deze meteorologische factor geclusterd. Omdat dat de meeste geluidsklachten voorkomen in de eerste vier uur na zonsopgang en in de periode van acht uur na zonsondergang, is met name de bewolkingsgraad voor deze perioden onderzocht.

Hierbij is in eerste instantie niet gefilterd op verticaal temperatuurprofiel, omdat de bewolkingsgraad zelf al een indicatie zou kunnen geven voor welk verticaal temperatuurprofiel er optreedt. Later in deze paragraaf is het verticale temperatuurprofiel, gemeten in De Bilt, wel vergeleken met de bewolkingsgraad, gemeten in Rotterdam.

Allereerst is de bewolkingsgraad onderzocht op het moment van overlast. Zoals eerder aangegeven, is er ook onderzocht wat er gebeurt met de kans op geluidsklachten als er wordt geclusterd voor de bewolkingsgraad van enkele uren (één, twee en drie uur) voor de overlast.

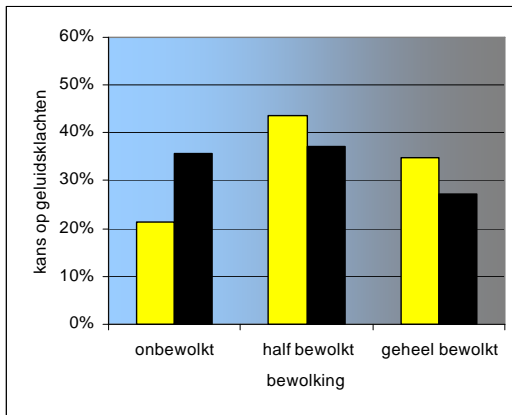
##### **4.4.1 Bewolkingsgraad gemeten in Rotterdam**

In figuur 16.1 is direct het resultaat weergegeven voor de kans op geluidsklachten per bewolkingsgraad in octa's. De methode van kansberekening is dezelfde als die in paragraaf 3.3.2.1 voor wind is gebruikt. In figuur 16.1 is een vrij grillig verloop te zien. Dit verloop is te onduidelijk om er conclusies uit te kunnen trekken. Hiervoor is figuur 16.2a gemaakt. In deze figuur zijn de bewolkingsgraden 0 t/m 2, 3 t/m 5 en 6 t/m 8 samengenomen. De 3 ontstane categorieën zijn respectievelijk onbewolkt, half bewolkt en geheel bewolkt. Dat bewolkingsgraad 2 als onbewolkt kan worden beschouwd, heeft te maken met het feit dat de zon nog behoorlijk op het aardoppervlak kan instralen als er lichte bewolking is. Daarom is deze onderverdeling vooral zinvol

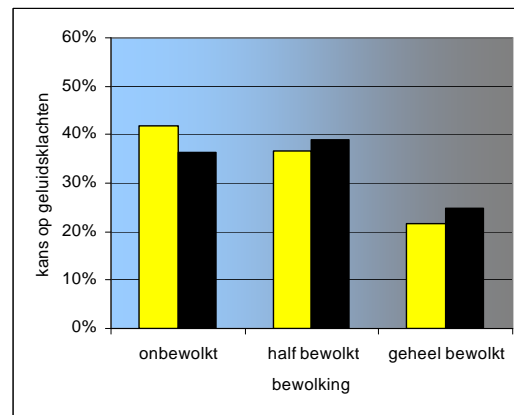
Legenda bij de figuren 16.3 a t/m f

■ periode van 4 uur na zonsopgang

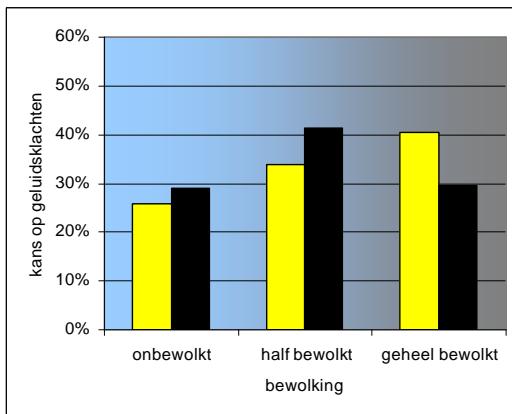
■ periode van 8 uur na zonsondergang



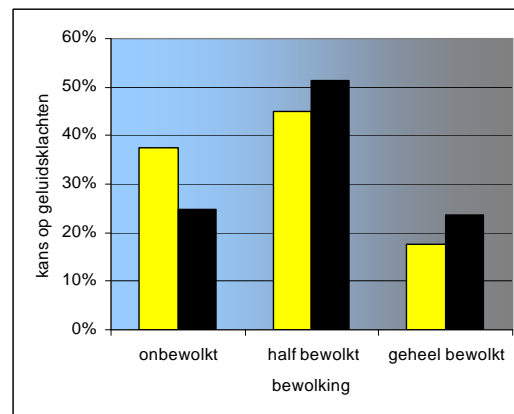
a) bewolking 1 uur voor het tijdstip van overlast



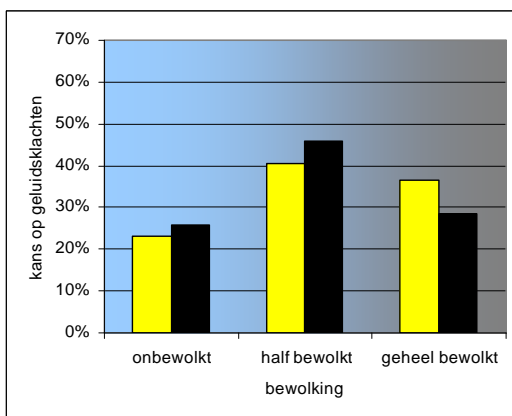
d) bewolking 1 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



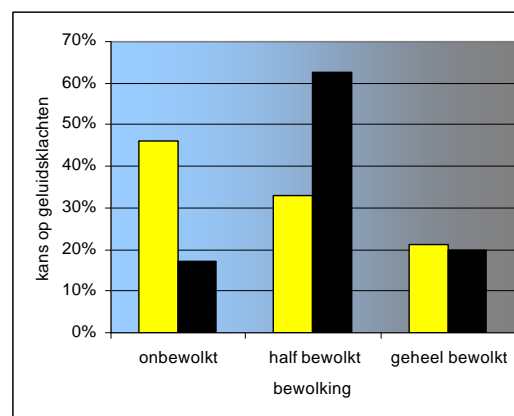
b) bewolking 2 uur voor het tijdstip van overlast



e) bewolking 2 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



c) bewolking 3 uur voor het tijdstip van overlast



f) bewolking 3 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.

Figuur 16.3 a t/m f: kans op geluidsklachten per bewolgingscategorie één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast. Voor de figuren d t/m f is er apart gefilterd op temperatuursinversie in De Bilt.

voor het onderzoeken van temperatuursinversie. Hiervoor moet er namelijk eerst op het aardoppervlak ingestraald worden.

In figuur 16.2a is duidelijk te zien dat in de periode van acht uur na zonsondergang er bij een onbewolkte hemel de grootste kans op geluidsklachten bestaat. Voor de eerste vier uur na zonsopgang blijkt dat de kans op geluidsklachten het grootst is wanneer het geheel bewolkt is. Deze resultaten zijn gebaseerd op alle geluidsklachten en op het tijdstip van de overlast. Hierdoor is er nog geen verband te leggen met eventuele temperatuursinversie.

Zoals in de theorie van hoofdstuk 2 is uitgelegd, kan er temperatuursinversie optreden als het aardoppervlak de kans krijgt af te koelen en niet meer wordt verwarmd door zonnestraling of door teruggekaatste warmtestraling van bewolking. Daarom is er onderzocht wat het effect is op de kans op geluidsklachten wanneer er wordt geclusterd voor de bewolgingsgraad van één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast.

De figuren 16.3 a t/m c laten de kans op geluidsklachten zien per bewolgingscategorie bij de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. In de reeks figuren komen niet echt overduidelijke verschillen naar voren. Wat wel blijkt is dat de kans op geluidsklachten hoger is als het (in ieder geval enkele uren voor de overlast) half tot geheel bewolkt is.

#### **4.4.2 Temperatuursinversie De Bilt en bewolgingsgraad in Rotterdam**

Om toch enige grip te krijgen op de kans op geluidsklachten bij het optreden van temperatuursinversie, zal de bewolgingsgraad, gemeten in Rotterdam, vergeleken worden met de temperatuursinversie, gemeten in De Bilt.

In figuur 16.2b is de kans op geluidsklachten weergegeven per categorie voor bewolking, na filtering op temperatuursinversie in De Bilt.

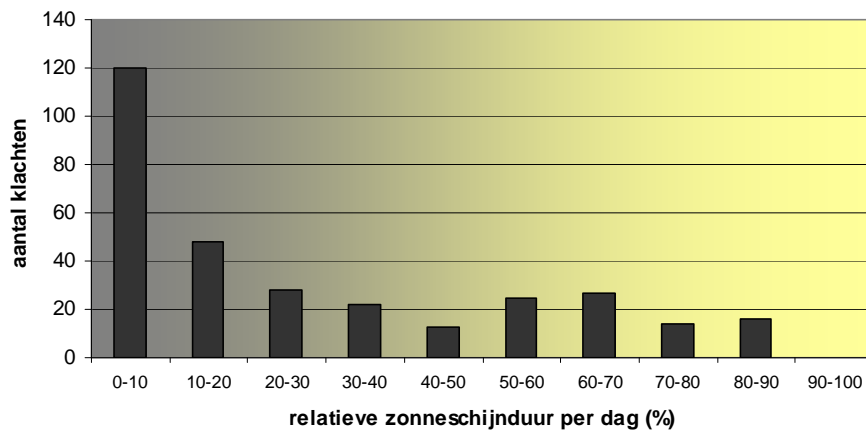
Wat nu duidelijk te zien is, is dat er de grootste kans op geluidsklachten bestaat als het onbewolkt tot half bewolkt is en wanneer er in De Bilt temperatuursinversie wordt gemeten. Voor de periode van acht uur na zonsondergang is het verschil tussen onbewolkt en geheel bewolkt nog duidelijker geworden. Voor de eerste vier uur na zonsopgang is de situatie bijna omgekeerd met die van figuur 16.2a, want geheel bewolkt weer geeft hier de kleinste kans op geluidsklachten.

Net zoals in de vorige paragraaf, zal er opnieuw gekeken worden naar wat de bewolgingsgraad één, twee en drie uur voor de overlast was.

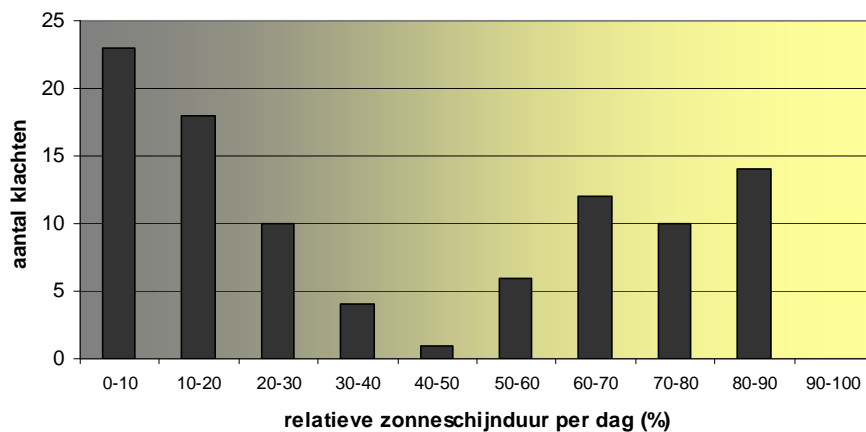
De figuren 16.3 d t/m f laten de kans op geluidsklachten zien per bewolgingscategorie op de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. Hierin zijn alleen de geluidsklachten geclusterd waarbij er temperatuursinversie optrad De Bilt. In de figuren is duidelijk te zien dat voor de periode van vier uur na zonsopgang er een grote kans op geluidsklachten is wanneer het in de uren voor de overlast onbewolkt tot half bewolkt weer was. Voor de periode van acht uur na zonsondergang is er niet veel veranderd ten opzichte van de situatie in de figuren 16.2 a t/m c. Vooral de kans op geluidsklachten is toegenomen bij half bewolkt weer.

#### **4.4.3 Bewolgingsgraad en relatieve zonneshijnduur**

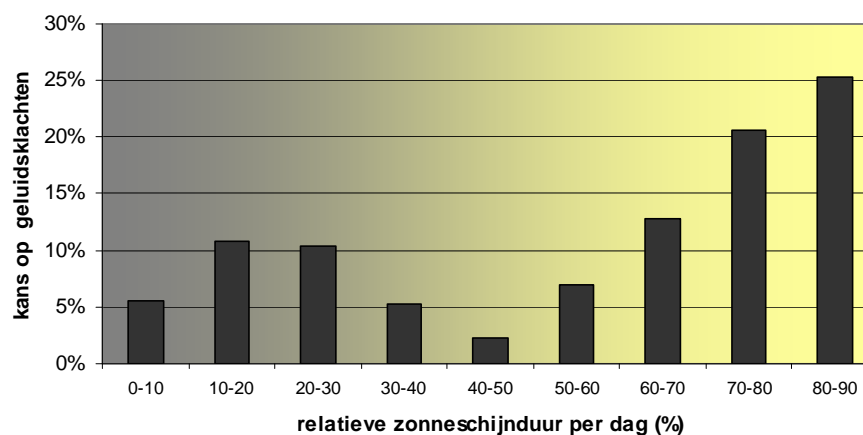
De periode van acht uur na zonsondergang kan nog apart onderzocht worden voor de relatieve zonneshijnduur van de afgelopen dag. Omdat de relatieve zonneshijnduur in vrij grote mate samenhangt met de bewolgingsgraad en dus in zekere mate ook met temperatuursinversie, is het interessant om de relatieve zonneshijnduur in beschouwing te nemen.



Figuur 16.4a: het aantal geluidsklachten per categorie voor relatieve zonschijnduur. Er wordt met name geklaagd op 'donkere' dagen.



Figuur 16.4b: het aantal geluidsklachten per categorie voor relatieve zonschijnduur, waarbij er in De Bilt temperatuursinversie optrad. Het aantal geluidsklachten op zonnigere dagen neemt dan relatief toe.



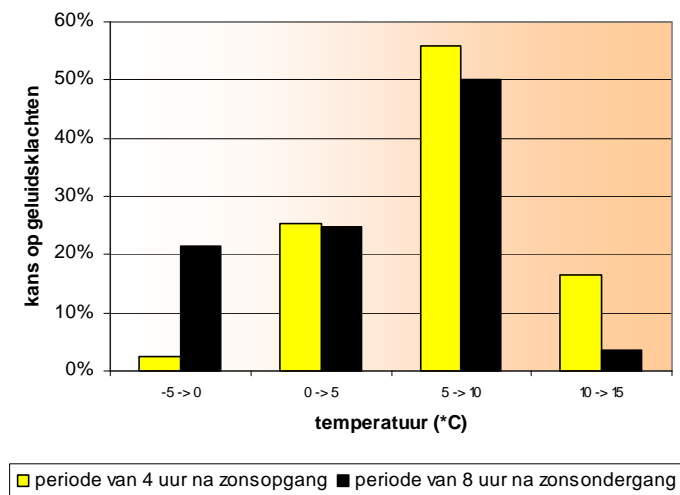
Figuur 16.4c: de kans op geluidsklachten per categorie van relatieve zonschijnduur waarbij er in De Bilt temperatuursinversie optrad. De berekende kans is niet heel betrouwbaar vanwege het kleine aantal registraties voor waarden van de relatieve zonschijnduur.

Figuur 16.4a geeft het aantal geluidsklachten weer per categorie voor relatieve zonneshijnduur. In verreweg de meeste gevallen wordt er geklaagd bij een relatieve zonneshijnduur van 0 tot 10%.

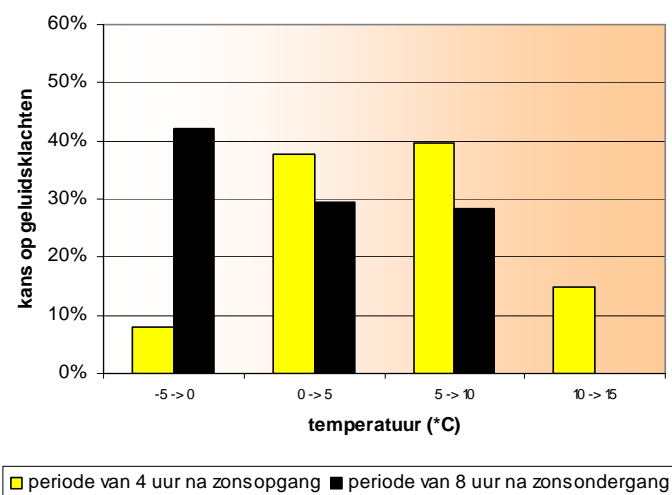
Figuur 16.4b geeft het aantal geluidsklachten per categorie voor relatieve zonneshijnduur weer als alleen de geluidsklachten onderzocht worden waarbij er in De Bilt temperatuursinversie optrad. Het aantal geluidsklachten bij zonniger weer neemt dan relatief toe.

Het is jammer dat er te weinig gegevens zijn om een betrouwbare kans op geluidsklachten te berekenen. De mogelijkheid bestaat namelijk dat het patroon in figuur 16.4a ook ongeveer het patroon is waarin de waarden voor de relatieve zonneshijnduur gemiddeld voorkomen. Er mag alleen niet vanuit worden gegaan.

Om toch een (niet al te betrouwbare) kans te berekenen, zal er toch even van deze waarden worden uitgegaan. In figuur 16.4c is dan de kans op geluidsklachten weergegeven waarbij er in De Bilt temperatuursinversie optrad.



Figuur 17.1a: de kans op geluidsklachten per categorie van temperatuur. Opmerkelijk is dat de temperatuur in de eerste vier uur na zonsopgang hoger ligt dan in de periode van acht uur na zonsondergang om een grotere kans op geluidsklachten te hebben.



Figuur 17.1b: de kans op geluidsklachten per categorie van temperatuur wanneer er in De Bilt temperatuursinversie wordt gemeten.

## 4.5 Temperatuur

Voor het onderzoek naar de relatie tussen geluidsklachten en de temperatuur, zijn de geluidsklachten voor deze meteorologische factor geclusterd. Net als voor het onderzoek met betrekking tot de bewolgingsgraad, zijn alleen de eerste vier uur na zonsopgang en de periode van acht uur na zonsondergang onderzocht. Hier komen namelijk de meeste geluidsklachten voor. Er is in eerste instantie niet gefilterd op verticaal temperatuurprofiel, omdat de temperatuur mogelijk zelf al mede een indicatie zou kunnen geven voor welk verticaal temperatuurprofiel er op kan treden of heeft opgetreden. Later in deze paragraaf is het verticale temperatuurprofiel, gemeten in De Bilt, wel vergeleken met de temperatuur, gemeten in Rotterdam.

Allereerst is de temperatuur onderzocht op het moment van overlast. Zoals eerder aangegeven, is er ook onderzocht wat er gebeurt met de kans op geluidsklachten als er wordt geclusterd voor de temperatuur van enkele uren (één, twee en drie uur) voor de overlast.

### 4.5.1 Temperatuur gemeten in Rotterdam

In figuur 17.1a is direct het resultaat weergegeven voor de kans op geluidsklachten per categorie voor temperatuur (in °C). De methode van kansberekening is dezelfde als die in paragraaf 3.3.2.1 voor wind is gebruikt. De categorieën voor temperaturen lager dan -5 °C en hoger dan 15 °C zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de temperaturen in deze categorieën te weinig voorkwamen voor de onderzochte periode.

In figuur 17.1a is te zien dat er in de periode van vier uur na zonsopgang bij vorst zo goed als geen kans op geluidsklachten is. Voor de periode van acht uur na zonsondergang is de kans op geluidsklachten bij vorst aanzienlijk groter. Deze resultaten zijn gebaseerd op alle geluidsklachten en op het tijdstip van de overlast. Hierdoor is er nog geen verband te leggen met eventuele temperatuursinversie.

Zoals in de theorie van hoofdstuk 2 is uitgelegd, kan er temperatuursinversie optreden als het aardoppervlak afkoelt en niet meer wordt verwarmd door zonnestraling of door teruggekaatste warmtestraling door bewolking. Daarom is er onderzocht wat het verloop van de temperatuur is over enkele uren (één, twee en drie uur) voor het tijdstip van overlast.

De figuren 17.2 a t/m c laten de kans op geluidsklachten zien per categorie voor temperatuur bij de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. Duidelijk is dat voor beide perioden de kans op geluidsklachten ongeveer hetzelfde is voor dezelfde temperaturen.

### 4.5.2 Temperatuursinversie De Bilt en temperatuur in Rotterdam

Om net als voor het onderzoek met betrekking tot de bewolgingsgraad wat meer grip te krijgen op de kans op geluidsklachten bij het optreden van temperatuursinversie, zal de temperatuur, gemeten in Rotterdam, vergeleken worden met de temperatuursinversie, gemeten in De Bilt.

In figuur 17.1b is de kans op geluidsklachten weergegeven per categorie voor temperatuur, na filtering op temperatuursinversie in De Bilt.

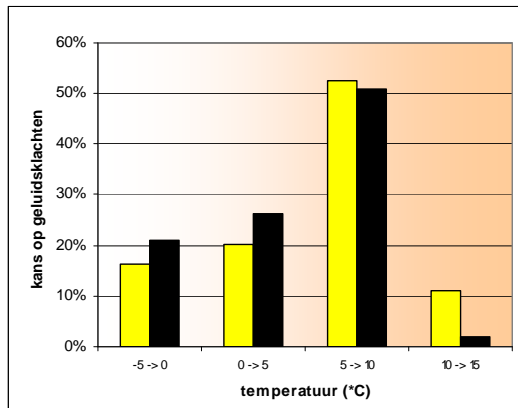
Wat opvalt is het, met name voor de periode van acht uur na zonsondergang, omgekeerde patroon ten opzichte van figuur 17.1a. Voor die periode bestaat er nu de grootste kans op geluidsklachten als er (in ieder geval tot -5 °C) vorst optreedt. Voor de periode van vier uur na zonsopgang is de kans op geluidsklachten het grootst voor temperaturen boven nul. Dit laatste is



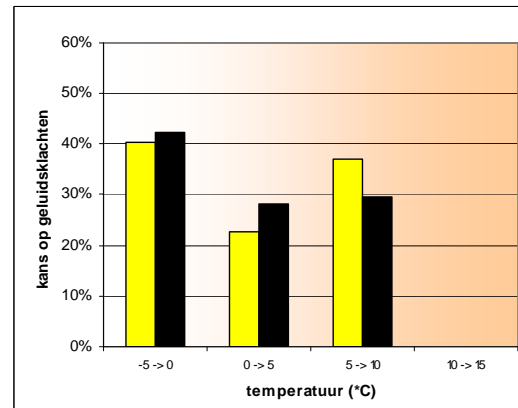
Legenda bij figuren 17.2 a t/m f

■ periode van 4 uur na zonsopgang

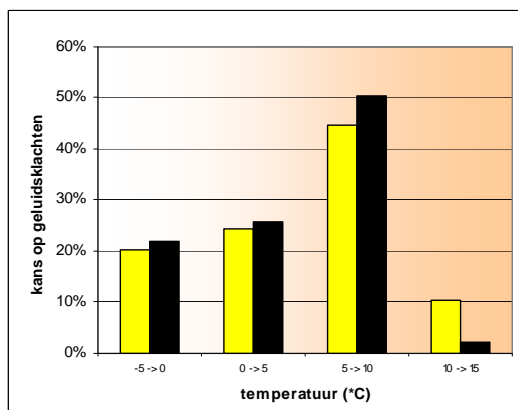
■ periode van 8 uur na zonsondergang



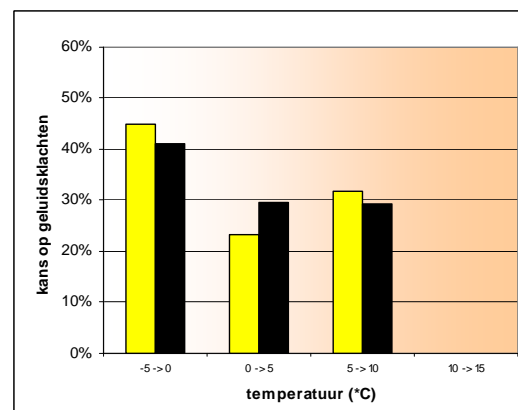
a) temperatuur 1 uur voor het tijdstip van overlast



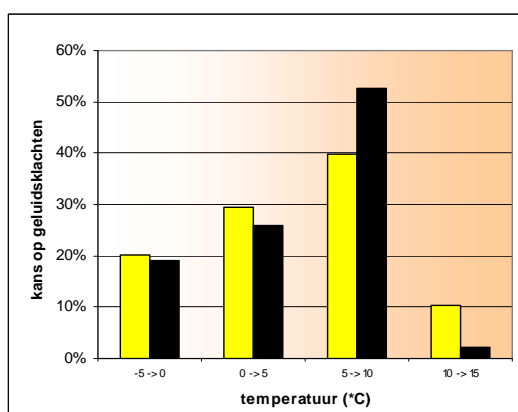
d) temperatuur 1 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



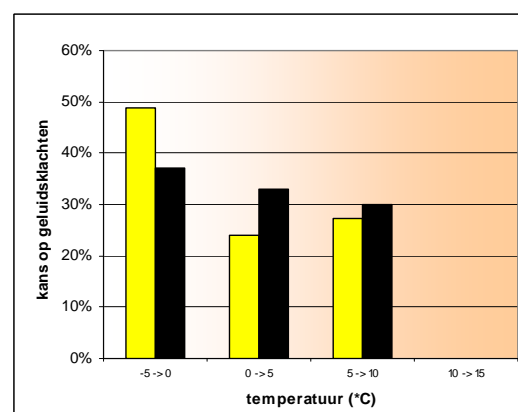
b) temperatuur 2 uur voor het tijdstip van overlast



e) temperatuur 2 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



c) temperatuur 3 uur voor het tijdstip van overlast



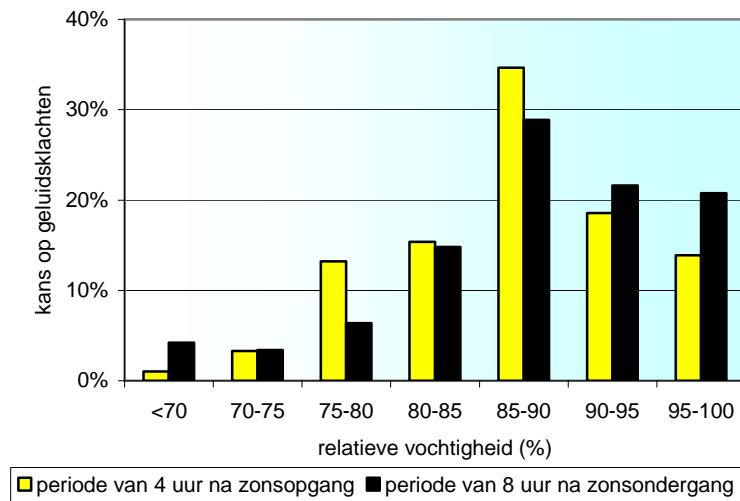
f) temperatuur 3 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.

Figuur 17.2 a t/m f: kans op geluidsklachten per categorie voor temperatuur één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast. Voor de figuren d t/m f is er apart gefilterd op temperatuursinversie in De Bilt.

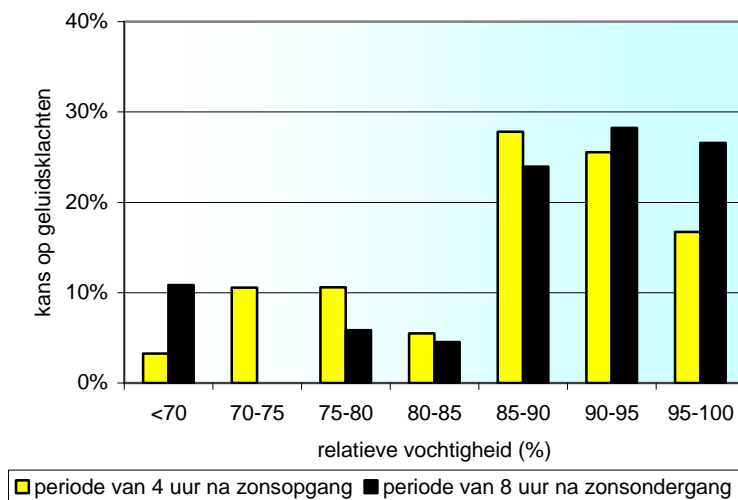
opmerkelijk, want na een nacht (zonder de instraling van de zon) worden normaalgesproken de laagste temperaturen gehaald. De temperaturen enkele uren na zonsondergang zijn in het algemeen hoger dan de temperaturen net na zonsopgang.

Net als in de vorige paragraaf zal gekeken worden naar wat de bewolgingsgraad één, twee en drie uur voor de overlast was.

De figuren 17.2 d t/m f laten de kans op geluidsklachten zien per bewolgingscategorie op de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. Hierin zijn alleen de geluidsklachten geclusterd waarbij er temperatuursinversie optrad De Bilt. Net als op het moment van overlast zelf, is ook voor periodes van één, twee en drie uur voor de overlast het patroon omgekeerd ten opzichte van de figuren 17.2 a t/m c. Voor zowel de periode van vier uur na zonsopgang als de periode van acht uur na zonsondergang is de kans op geluidsklachten het grootst wanneer er temperaturen tussen -5 en 0 °C worden gemeten. Een verschil (zoals verwacht) is dat de temperaturen van de periode van vier uur na zonsopgang lager liggen wanneer er terug in de tijd wordt onderzocht. Voor de periode van acht uur na zonsondergang is liggen de temperaturen juist wat hoger wanneer er verder terug in de tijd wordt onderzocht.



Figuur 18.1a: de kans op geluidsklachten per categorie van relatieve vochtigheid. Wanneer een relatieve luchtvochtigheid tussen 85 en 90% wordt gemeten, is er de grootste kans op geluidsklachten, voor beide onderzochte perioden.



Figuur 18.1b: de kans op geluidsklachten per categorie van relatieve vochtigheid wanneer er in De Bilt temperatuursinversie wordt gemeten.

## 4.6 Relatieve vochtigheid

Voor het onderzoek naar de relatie tussen geluidsklachten en de relatieve vochtigheid, zijn de geluidsklachten voor deze meteorologische factor geclusterd. Omdat de relatieve vochtigheid vooral afhankelijk is van de temperatuur, is het interessant om ook deze meteorologische factor onder de loep te leggen en te kijken welke resultaten dit oplevert. Net als voor het onderzoek met betrekking tot de bewolgingsgraad en de temperatuur, zijn alleen de eerste vier uur na zonsopgang en de periode van acht uur na zonsondergang onderzocht.

Later in deze paragraaf is het verticale temperatuurprofiel, gemeten in De Bilt, vergeleken met de in Rotterdam gemeten relatieve vochtigheid.

Allereerst is de relatieve vochtigheid onderzocht op het moment van overlast. Daarna is er ook onderzocht wat de kans op geluidsklachten is als er wordt geclusterd voor de relatieve vochtigheid van enkele uren (één, twee en drie uur) voor de overlast.

### 4.6.1 Relatieve vochtigheid gemeten in Rotterdam

In figuur 18.1a is direct het resultaat weergegeven voor de kans op geluidsklachten per categorie voor relatieve vochtigheid (in %). De methode van kansberekening is dezelfde als die in paragraaf 3.3.2.1 voor wind is gebruikt.

In figuur 18.1a is te zien dat er in beide periodes de grootste kans op geluidsklachten bestaat wanneer er een relatieve vochtigheid wordt gemeten tussen 85 en 90%. Of er eventueel een verband gelegd kan worden met temperatuursinversie wordt hierna besproken.

Zoals in paragraaf 4.5.2 naar voren is gekomen, is bij een meting van temperatuursinversie in De Bilt de kans op geluidsklachten het grootst bij vorst (in Rotterdam). Omdat de relatieve vochtigheid nauw samenhangt met de temperatuur, is onderzocht of de verhoogde kans op geluidsklachten bij lage temperaturen ook geldt voor een hoge relatieve vochtigheid (bij kou bereikt lucht namelijk eerder zijn maximale hoeveelheid waterdamp). Hiervoor is onderzocht wat de relatieve vochtigheid was één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast.

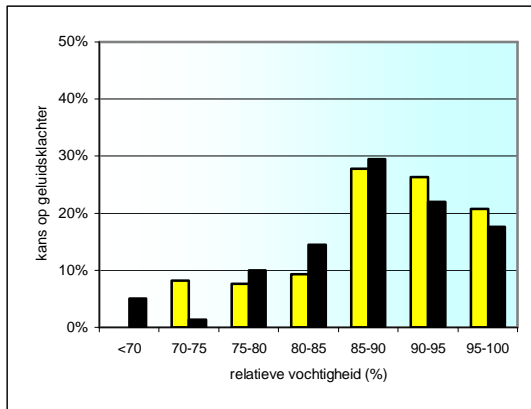
De figuren 18.2 a t/m c laten de kans op geluidsklachten zien per categorie voor relatieve vochtigheid bij de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. Voor de periode van vier uur na zonsopgang is te zien dat de kans op geluidsklachten bij een hoge relatieve vochtigheid toeneemt naarmate de relatieve vochtigheid van enkele uren terug wordt onderzocht. Deze stijging is wat hoger dan dat was te verwachten wanneer er naar de temperaturen van de figuren 17.2 a t/m c gekeken wordt. Hier neemt de kans op geluidsklachten bij lage temperaturen amper toe.

### 4.6.2 Temperatuursinversie De Bilt en relatieve vochtigheid in Rotterdam

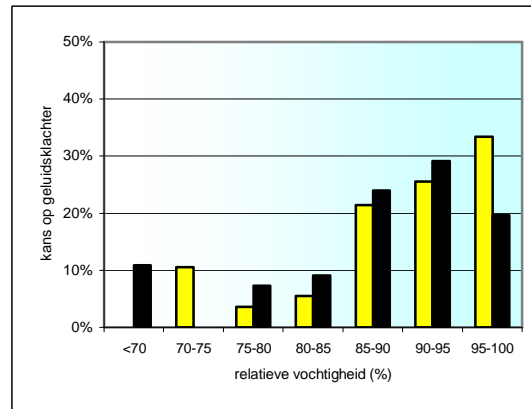
Net als in de paragrafen 4.4 en 4.5 wordt ook de in Rotterdam gemeten relatieve vochtigheid onderzocht voor het effect op temperatuursinversie. De geluidsklachten worden hiervoor gefilterd op de in De Bilt gemeten temperatuursinversie.

In figuur 18.1b is de kans op geluidsklachten weergegeven per categorie voor relatieve vochtigheid, na filtering op temperatuursinversie in De Bilt.

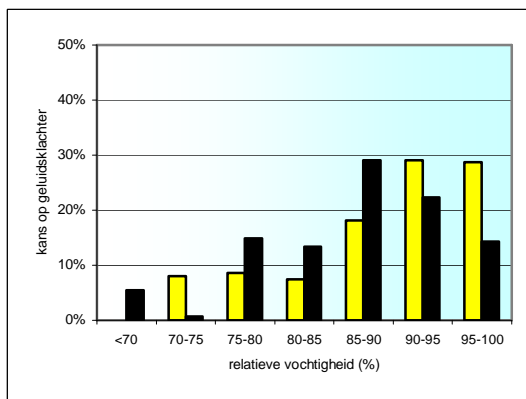
Legenda bij figuren 18.2 a t/m f



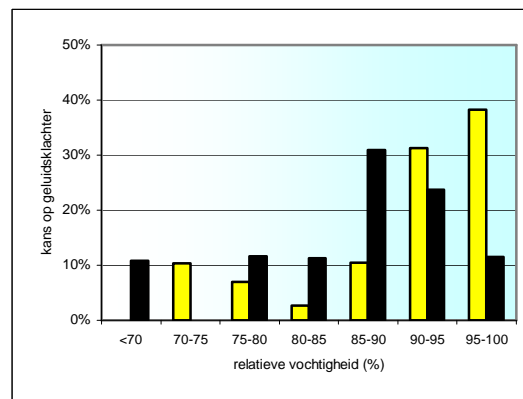
a) relatieve vochtigheid 1 uur voor het tijdstip van overlast



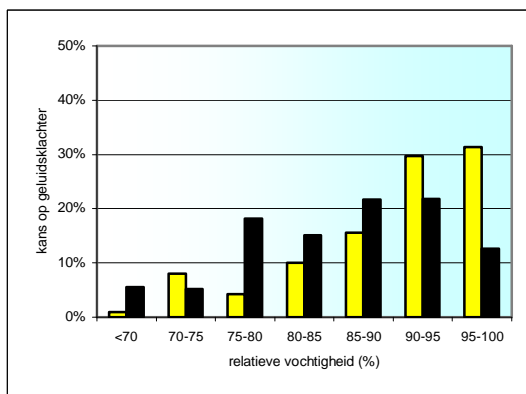
d) relatieve vochtigheid 1 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



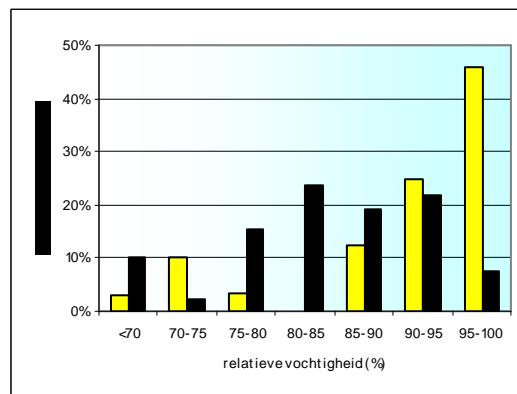
b) relatieve vochtigheid 2 uur voor het tijdstip van overlast



e) relatieve vochtigheid 2 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.



c) relatieve vochtigheid 3 uur voor het tijdstip van overlast



f) relatieve vochtigheid 3 uur voor het tijdstip van overlast, bij temperatuursinversie in De Bilt.

Figuur 18.2 a t/m f: kans op geluidsklachten per categorie voor relatieve vochtigheid één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast. Voor de figuren d t/m f is er apart gefilterd op temperatuursinversie in De Bilt.

Te zien is dat de kans op geluidsklachten onder de 90% relatieve vochtigheid afneemt, maar boven de 90% relatieve vochtigheid toeneemt. Dit geldt zowel voor de periode van vier uur na zonsopgang als voor de periode van acht uur na zonsondergang. Ook dit deelonderzoek suggereert dus dat het relatief koud moet zijn.

De kans op geluidsklachten bij een relatieve vochtigheid één, twee en drie uur voor het tijdstip van overlast is ook onderzocht.

De figuren 18.2 d t/m f laten de kans op geluidsklachten zien per categorie voor relatieve vochtigheid bij de genoemde uren vóór het tijdstip van overlast. Hierin zijn alleen de geluidsklachten geclusterd waarbij er temperatuursinversie optrad De Bilt. Nu zijn er grote verschillen te zien. Vooral voor de periode van vier uur na zonsopgang stijgt de kans op geluidsklachten behoorlijk wanneer er drie uur voor het tijdstip van de overlast een relatieve vochtigheid gemeten wordt van 95% of hoger.

Voor de periode van acht uur na zonsondergang gebeurt zo goed als het omgekeerde, zoals te verwachten is. Hoe dicht er in de buurt onderzocht wordt van zonsondergang of eerder hoe hoger de temperatuur is en hoe lager de relatieve vochtigheid dan vaak is.

Deze pagina is met opzet leeg gelaten

## 5. Conclusies en aanbevelingen

Tijdens en na het verwerken van de resultaten zijn er verschillende conclusies getrokken, waarbij er soms direct weer nieuwe vragen gesteld konden worden. Na de bespreking van de conclusies zijn er een aantal aanbevelingen gedaan.

### 5.1 Conclusies

Met het gegeven dat de wind en het verticale temperatuurprofiel van de atmosfeer de oorzaak zijn van afbuiging van geluid, kan vanuit de verschillende deelresultaten het volgende worden geconcludeerd.

In de resultaten voor de invloed van de windrichting komt naar voren dat er 61% kans op geluidsklachten is wanneer de wind vanuit de windhoek van 240 tot 345 graden afkomstig is. Deze windhoek ligt niet in zijn geheel binnen het meteoraam van 60 graden uitwijking naar beide kanten van de noordwest richting (315 graden), zoals vermeld in de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai.

Dit houdt in dat er mogelijk andere meteorologische factoren dan wind veroorzaker zijn van de geluidsklachten.

Hoe verder de windrichting afwijkt van de noordwest richting, hoe minder hard de wind mag waaien voor de grootste kans op geluidsklachten bij die windrichting. In de windhoek van 180 tot 225 is dit een windsnelheid van 3 tot 5 m/s. In de windhoek van 45 tot 180 is dit 0 tot 3 m/s. In de overige windhoeken ligt de windsnelheid boven 5 m/s voor de grootste kans op geluidsklachten.

In de gevallen dat er geklaagd werd bij temperatuursinversie in De Bilt, is het vrij onbelangrijk gebleken wat de windrichting was. Voor temperatuursinversie is in ieder geval een stabiele atmosfeer nodig, dus hard waaien kan het dan niet.

De meeste geluidsklachten vallen in de periode van acht uur na zonsondergang en in mindere mate ook in de periode van vier uur na zonsopgang (al is de klachtdichtheid wel ongeveer gelijk). Dit zijn, naast de nacht periode waarin mensen blijkbaar niet klagen, interessante perioden, omdat er dan temperatuursinversie kan ontstaan.

Een verhoogde kans op geluidsklachten is te verwachten wanneer het, met name in de periode van acht uur na zonsondergang, onbewolkt is. Wanneer er toch bewolking is, bestaat de mogelijkheid dat er twee à drie uur later bij onbewolkt weer alsnog temperatuursinversie optreedt en er dus een verhoogde kans op geluidsklachten bestaat.

De kans op geluidsklachten in de periode van acht uur na zonsondergang lijkt groter naarmate de zon overdag meer uren heeft geschinen.

In de gevallen dat er geklaagd werd bij temperatuursinversie in De Bilt, lagen de temperaturen in Rotterdam voor de periode van acht uur na zonsondergang in meer dan 42% van de gevallen



onder nul. Voor de periode van vier uur na zonsopgang liggen deze waarden, tegen de verwachting in, tot 5 °C boven nul.

Voor de periode van vier uur na zonsopgang is gebleken dat de kans op geluidsklachten, wanneer er 's nachts in De Bilt temperatuursinversie is gemeten, groot is als rond zonsopgang de relatieve vochtigheid hoger is dan 95%. Dit geeft aan dat het toch relatief koud moet zijn.

De verschillende clusters samen laten zien dat er telkens minder klachten overblijven na het filteren op temperatuursinversie dan na filteren op afkoeling. Voor zover het in de theorie besproken is, zal het grootste deel van de geluidsklachten dus veroorzaakt worden door een (voor de geluidsoverdracht) gunstige wind.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat temperatuursinversie niet vaak voorkomt, vier keer minder dan een afkoelend profiel. Uit het onderzoek blijkt dat de kans op geluidsklachten bij temperatuursinversie groter is dan bij een afkoelend profiel.

Mogelijke meetcondities bij gunstige omstandigheden voor geluidsoverdracht:

*Wind als oorzaak van de geluidskromming:*

- In de periode januari t/m maart
- Enkele uren na zonsondergang
- Windrichting tussen 300 en 345 graden (noordwestenwind)
- Windsnelheid tussen 8 en 10 m/s (op 10 meter hoogte)

*Temperatuursinversie als oorzaak van de geluidskromming:*

- In de periode januari t/m maart
- Enkele uren na zonsondergang, na een relatief zonnige dag
- Meten na tenminste twee uur onbewolkte lucht
- Wind tot maximaal 3 m/s (op 10 meter hoogte)

## 5.2 Aanbevelingen

Naar aanleiding van de conclusies van de vorige paragraaf, kunnen er een aantal aanbevelingen worden gedaan.

1. De verticale temperatuurprofielen van de atmosfeer die in dit onderzoek zijn gebruikt, zijn gemeten in De Bilt. Gezien het feit dat vooral temperatuursinversie zeer plaatselijk kan optreden, is het zeer wenselijk om het temperatuurprofiel van de atmosfeer boven westelijk Voorne te kunnen meten. Omdat de invloed van het Oostvoornse Meer nog onduidelijk is betreffende de warmte die het afgeeft aan de atmosfeer, kunnen profielmetingen boven de Maasvlakte, het Oostvoornse Meer en Oostvoorne hier duidelijkheid over geven.
2. In dit onderzoek is in de theorie het windprofiel besproken. De wind die gemeten wordt op 10 meter hoogte, lijkt niet voldoende hoog gemeten wanneer er uit berekeningen volgt dat het geluid tot  $\pm 50$  meter hoogte kan komen. Om beter de invloed van de wind(snelheid, maar eventueel ook -richting) op die hoogte te onderzoeken, is het aanbevolen om het windprofiel op grotere hoogtes te meten.

3. Door de combinatie van de golflengte van het geluid, de afstand tussen bron en ontvanger (Maasvlakte en Oostvoorne) en de soort ondergrond tussen bron en ontvanger (Oostvoornse Meer) kan het geluid in de richting van Oostvoorne door reflectie worden versterkt. Er wordt aanbevolen deze versterkingsfactor verder te onderzoeken.
4. In de zomer en in het najaar (vooral in september en oktober) komen er veel minder geluidsklachten voor. Zie hiervoor figuur 6 op pagina 16. Dit zou een aantal redenen kunnen hebben, hier wordt één mogelijke genoemd. Deze wordt aanbevolen om te onderzoeken.

Normaalgesproken heeft het aardoppervlak na een relatief warme dag nog redelijk wat warmte in zich om uit te kunnen stralen, om vervolgens temperatuursinversie mogelijk te maken. Het aardoppervlak nabij Oostvoorne (om precies te zijn, tussen de Maasvlakte en Oostvoorne) is een groot water, het Oostvoornse Meer. Omdat water veel meer en langer warmte vast kan houden dan land, zal na zonsondergang de warme lucht van het water opstijgen terwijl de zon het oppervlak niet meer kan verwarmen. Bij de meteorologische omstandigheden die zich in dit onderzoek voordoen, zou de lucht vlak boven het oppervlak afkoelen en zou de aarde niet verder opwarmen, met als gevolg temperatuursinversie. Maar omdat het water nog veel warmte in zich heeft, zal de onderste luchtlag niet afkoelen waardoor er weinig kans is op temperatuursinversie. Als dit klopt, dan zou dat ook kunnen betekenen dat temperatuursinversie een voorname oorzaak is van de geluidshinder.

Deze pagina is met opzet leeg gelaten

## 6. Bronvermelding

### Rapporten:

Semi-permanente geluidsmetingen Oostvoorne, DCMR Milieudienst Rijnmond, maart 2004.

Technical Report, Processing meteorological data and determination of lonf time average noise indicators  $L_{den}$  and  $L_{night}$ , Imagine, 2006

Notitie: De focus op Oostvoorne. Wateroppervlak als akoestische lens. Piet Sloven, mei 2006.

### Websites:

Bepalen van zonsop- en zonsondergangstijden:

[http://www.meteonet.nl/diversen/zon\\_maand.htm](http://www.meteonet.nl/diversen/zon_maand.htm)

Bepalen van ingaan van zomer- en wintertijden:

<http://www.astro.uu.nl/~sluys/Hemel/earth/zomertijd.html>

Bepalen van het verticaal temperatuurprofiel in De Bilt:

<http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>

KNMI gegevens voor bewolgingsgraad, temperatuur en relatieve vochtigheid:

<http://www.knmi.nl>

### Literatuur:

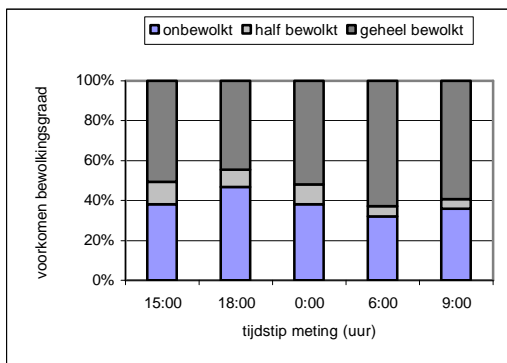
Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, 1999.

Inleiding Atmosfeer, Wageningen Universiteit, 2001.

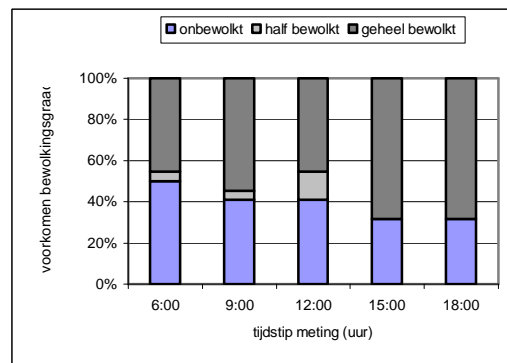


Toetsing verticale temperatuurprofielen gemeten in De Bilt

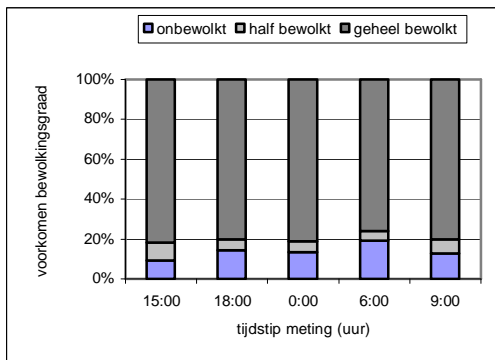
De figuren I.1 t/m I.4 geven het voorkomen van een bewolkingsgraad (onbewolkt, half bewolkt of geheel bewolkt) aan in percentages bij zowel temperatuursinversie (in de figuren 'inversie' genoemd) als bij een in de hoogte afkoelend profiel (in de figuren 'afkoeling' genoemd) om 0:00 uur en om 12:00 uur. De waarden betreffen metingen van januari t/m maart over de jaren 2004 t/m 2006. Het verschil tussen inversie en afkoeling is hier duidelijk te zien. Bij inversie is het relatief vaak onbewolkt ten opzichte van een afkoelend profiel waarbij het vaak geheel bewolkt is. Voor de metingen van inversie om 12:00 uur kan gemeld worden dat wanneer dit optreedt, er voor 95% van de keren ook inversie optrad in de voorafgaande nacht. Een meting van inversie om 12:00 uur komt weinig voor (22 keer in 271 dagen). Voor betrouwbare conclusies zijn meer metingen nodig. Aan de metingen voor inversie om 12:00 uur zal dus niet veel waarde worden gehecht.



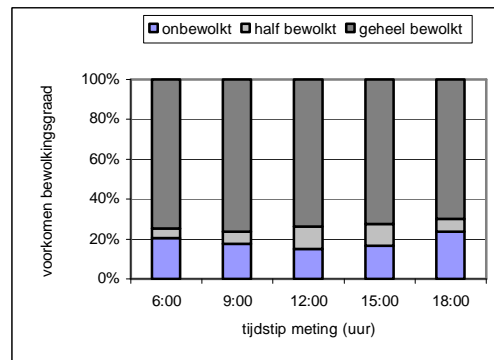
Figuur I.1: bewolkingsgraden bij inversie om 0:00 uur



Figuur I.2: bewolkingsgraden bij inversie om 12:00 uur



Figuur I.3: bewolkingsgraden bij afkoeling om 0:00 uur

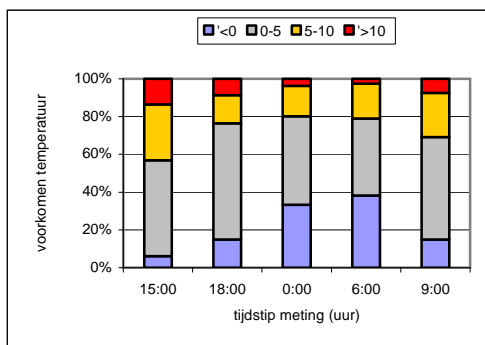


Figuur I.4: bewolkingsgraden bij afkoeling om 12:00 uur

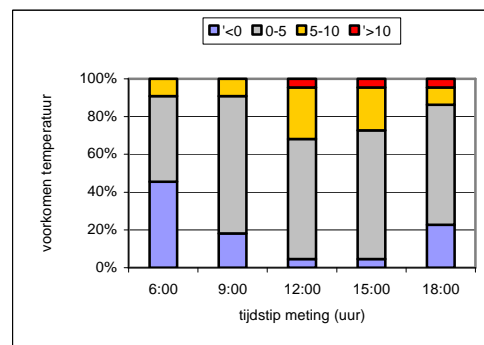
Figuren I.1 t/m I.4: metingen van de bewolkingsgraad bij verschillende verticale temperatuurprofielen op twee verschillende tijdstippen in De Bilt, gemeten door het KNMI. Meetperiode van januari t/m maart over de jaren 2004 t/m 2006.

De figuren I.5 t/m I.8 geven het voorkomen van temperatuurcategorieën (kleiner dan 0, van 0 tot 5, van 5 tot 10 en groter dan of gelijk 10 °C) bij inversie en afkoeling om 0:00 en 12:00 uur. Het enige dat echt opvalt, is de dagelijkse gang van de temperatuur. Aan het begin van de ochtend, vlak voor zonsopgang, liggen de temperaturen het laagst. Overdag, hier bij de meting om 15:00 uur, liggen de temperaturen het hoogst. Er kan wel geconcludeerd worden dat bij temperatuursinversie de temperaturen aan de grond in het algemeen wat lager liggen dan bij een in de hoogte afkoelend profiel.

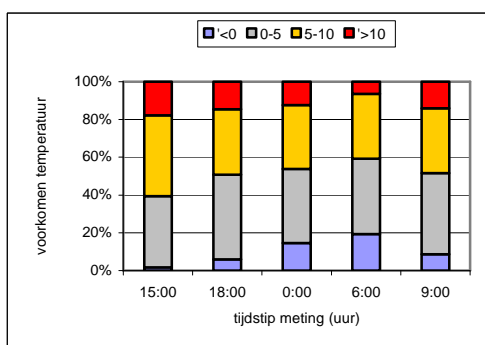
De bewolgingsgraden en de temperaturen bij de verticale temperatuurprofielen in respectievelijk de figuren I.1 t/m I.8 geven niet een heel duidelijk beeld van wanneer er afkoeling en temperatuursinversie optreedt. Daarom zal in het onderzoek in eerste instantie worden uitgegaan van het verticale temperatuurprofiel dat gemeten is in De Bilt. Later in het onderzoek zullen de in Rotterdam gemeten bewolgingsgraden en temperaturen ook nog onderzocht worden voor de geluidsklachten.



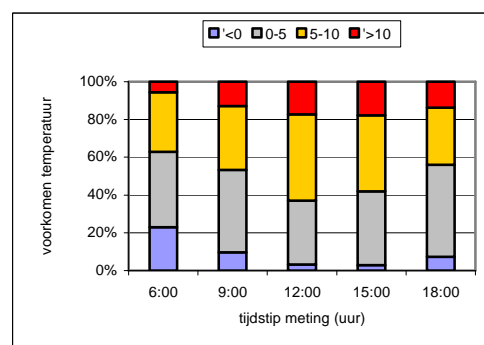
Figuur I.5: temperatuur (°C) bij inversie om 0:00 uur



Figuur I.6: temperatuur (°C) bij inversie om 12:00 uur



Figuur I.7: temperatuur (°C) bij afkoeling om 0:00 uur



Figuur I.8: temperatuur (°C) bij afkoeling om 12:00 uur

Figuren I.5 t/m I.8: metingen van de temperatuur aan de grond bij verschillende verticale temperatuurprofielen op twee verschillende tijdstippen in De Bilt, gemeten door het KNMI. Meetperiode van januari t/m maart over de jaren 2004 t/m 2006.





Voorbeeld van een aantal geluidsklachten met omschrijving van gegevens



## Onderzoek relatie geluidsklachten en weersinvloeden

Datum/tijdstip	Overlast	Klachtnr	Klager: Straatnaam	Huisnummer	Huisletter	Klager: Postcode	Klager: X-coördinaat	Klager: Y-coördinaat	Subbaard overlast	Subsubaard overlast	WR	WS	Meetstation	Voorvalnr	Voorval: Veroorzaker	Voorval: Subveroorzaker	Locatie: Plaats	Locatie: Locatiennr	Locatie: X-zw	Locatie: Y-zw	Oorzaak voorval
2-1-2001 0:00	10016414	Bijlagestraat		1	-	1234AB	65000	430000	Algemeen	Algemeen	177	7	Hoek van Holland	10011645	Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) B.V.	-	MAASVLAKTE ROTTERDAM	283300	62854	439957	Laden / Lossen
3-1-2001 9:46	10016438	Bijlageweg		13	-	1235AC	65001	430012	Algemeen	Algemeen	240	7	Hoek van Holland	10011669	Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) B.V.	-	MAASVLAKTE ROTTERDAM	283300	62854	439957	Normale bedrijfsvoering
9-1-2001 9:45	10016575	Bijlageweg		13	A	1235AC	65010	430034	Algemeen	Algemeen	220	5	Hoek van Holland	10011816	Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) B.V.	-	MAASVLAKTE ROTTERDAM	283300	62854	439957	Onbekend
18-1-2001 3:48	10016846	Bijlageweg		90	-	1235AB	65011	430014	Laag- / Hoogfrequent	Laag frequent / Lage toon	87	1	Hoek van Holland	10012095	Netherlands Refining Company B.V.	-	EUROPOORT ROTTERDAM	223200	65376	440162	Onbekend
7-2-2001 10:07	10017403	Bijlagelaan		6	-	1234AA	65005	430023	Apparatuur	Motor / Pomp	192	6	Hoek van Holland	10012622	Europe Container Terminus	-	MAASVLAKTE ROTTERDAM	350075	61032	441645	Meteo-omstandigheden

Figuur II: voorbeeld van een aantal geluidsklachten

Figuur II is een voorbeeld van een aantal geluidsklachten zoals die door de DCMR Milieudienst Rijnmond worden geregistreerd. De straatnamen, huisnummers, postcodes en X- en Y-coördinaten van de klagers zijn om privacyredenen veranderd in verzonnen namen, nummers en codes.

De klachtgegevens die uiteindelijk zijn gebruikt in het onderzoek, zijn:

*'Datum/tijdstip Overlast'*

Deze gegevens zijn gebruikt om te bepalen op welke dag en welk tijdstip de overlast heeft plaatsgevonden.

*'Klager: X-coördinaat en 'Klager Y-coördinaat'*

Met deze gegevens is het onderzoek gedaan naar hoe vaak een klager heeft geklaagd. Met beide coördinaten is namelijk eenvoudig een unieke locatie aan te wijzen.

*'WR', 'WS' en 'Meetstation'*

Deze gegevens staan voor respectievelijk windrichting, windsnelheid en het meetstation waar deze grootheden zijn gemeten. De waarden zijn een gemiddelde van de laatst bekende meetperiode van tien minuten.

*'Voorvalnr'*

Elke geluidsklacht krijgt een voorvalnummer. Wanneer er meerdere geluidsklachten binnenkomen over een zelfde gebeurtenis, zullen deze verschillende geluidsklachten hetzelfde voorvalnummer krijgen.

Uiteindelijk is gebleken dat er voor het onderzoeken van voorvallen, met 3 of meer geluidsklachten, te weinig geluidsklachten overblijven voor betrouwbaar onderzoek.

*'Voorval: veroorzaker'*

Aan de hand van de aard van de geluidsklacht en eventueel de meteorologische omstandigheden (vaak de windrichting) wordt door de meldkamer van de DCMR Milieudienst Rijnmond een geluidsklacht met, naar verluid, vrij grote zekerheid gekoppeld aan een veroorzaker.

*'Locatie: Plaats'*

Dit is de plaats waar de vermeende veroorzaker is gesitueerd. De twee plaatsen die verreweg het meeste voorkomen, zijn Maasvlakte Rotterdam en Europort Rotterdam.



Koppelen van zonsop- en zonsondergangstijden aan de geluidsklachten in Microsoft Excel

Om de juiste zonsop- en zonsondergangstijden te koppelen aan de juiste geluidsklachten, zijn in de eerste plaats de geluidsklachten opgesplitst in de verschillende jaren, zodat er zeven bestanden zijn van de geluidsklachten van 2000 t/m 2006. Vervolgens zijn de zonsop- zonsondergangstijden van de betreffende jaren per jaar (per bestand) in een nieuw werkblad geplaatst (gekopieerd van de website: [http://www.meteonet.nl/diversen/zon\\_maand.htm](http://www.meteonet.nl/diversen/zon_maand.htm)).

Dit zijn de tijden in UTC (Universal Time Coordinated) en moeten dus nog gecorrigeerd worden voor Nederlandse tijd en daarbij voor zomer- en wintertijd.

In figuur III.1 is een deel van het werkblad te zien waarin de zonsop- en zonsondergangstijden geplaatst zijn.

Wereldtijd	opgang												ondergang	
	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	augustus	september	oktober	november	december	januari	februari
1	7:48	7:22	6:24	5:14	4:09	3:25	3:23	3:59	4:49	5:38	6:31	7:24	15:36	16:22
2	7:48	7:21	6:22	5:12	4:07	3:24	3:23	4:01	4:50	5:40	6:33	7:25	15:37	16:24
3	7:48	7:19	6:20	5:10	4:05	3:23	3:24	4:02	4:52	5:42	6:35	7:26	15:38	16:26
4	7:47	7:18	6:18	5:07	4:03	3:22	3:25	4:04	4:53	5:44	6:37	7:28	15:39	16:28
5	7:47	7:16	6:15	5:05	4:01	3:22	3:26	4:06	4:55	5:45	6:39	7:29	15:40	16:30
6	7:47	7:14	6:13	5:03	3:59	3:21	3:27	4:07	4:57	5:47	6:41	7:30	15:42	16:31
7	7:46	7:13	6:11	5:01	3:57	3:20	3:28	4:09	4:58	5:49	6:42	7:32	15:43	16:33
8	7:46	7:11	6:09	4:58	3:56	3:20	3:29	4:10	5:00	5:50	6:44	7:33	15:44	16:35
9	7:46	7:09	6:06	4:56	3:54	3:19	3:30	4:12	5:02	5:52	6:46	7:34	15:45	16:37
10	7:45	7:08	6:04	4:54	3:52	3:19	3:31	4:14	5:03	5:54	6:48	7:35	15:47	16:39
11	7:45	7:06	6:02	4:51	3:51	3:19	3:32	4:15	5:05	5:55	6:50	7:36	15:48	16:41
12	7:44	7:04	5:59	4:49	3:49	3:18	3:33	4:17	5:06	5:57	6:51	7:37	15:50	16:43
13	7:43	7:02	5:57	4:47	3:47	3:18	3:34	4:18	5:08	5:59	6:53	7:38	15:51	16:45
14	7:43	7:00	5:55	4:45	3:46	3:18	3:35	4:20	5:10	6:01	6:55	7:39	15:53	16:46
15	7:42	6:58	5:52	4:43	3:44	3:18	3:36	4:22	5:11	6:02	6:57	7:40	15:54	16:48
16	7:41	6:56	5:50	4:40	3:43	3:18	3:38	4:23	5:13	6:04	6:58	7:41	15:56	16:50
17	7:40	6:54	5:48	4:38	3:41	3:18	3:39	4:25	5:15	6:06	7:00	7:42	15:57	16:52
18	7:39	6:52	5:46	4:36	3:40	3:18	3:40	4:27	5:16	6:08	7:02	7:43	15:59	16:54
19	7:38	6:50	5:43	4:34	3:38	3:18	3:41	4:28	5:18	6:09	7:04	7:43	16:00	16:56
20	7:37	6:48	5:41	4:32	3:37	3:18	3:43	4:30	5:20	6:11	7:05	7:44	16:02	16:58
21	7:36	6:46	5:39	4:30	3:36	3:18	3:44	4:31	5:21	6:13	7:07	7:45	16:04	16:59
22	7:35	6:44	5:36	4:28	3:35	3:18	3:46	4:33	5:23	6:15	7:09	7:45	16:05	17:01
23	7:34	6:42	5:34	4:25	3:33	3:18	3:47	4:35	5:25	6:16	7:10	7:46	16:07	17:03
24	7:33	6:40	5:32	4:23	3:32	3:19	3:48	4:36	5:26	6:18	7:12	7:46	16:09	17:05
25	7:31	6:38	5:29	4:21	3:31	3:19	3:50	4:38	5:28	6:20	7:14	7:47	16:11	17:07
26	7:30	6:36	5:27	4:19	3:30	3:20	3:51	4:40	5:29	6:22	7:15	7:47	16:12	17:09
27	7:29	6:34	5:25	4:17	3:29	3:20	3:53	4:41	5:31	6:24	7:17	7:47	16:14	17:11
28	7:27	6:32	5:22	4:15	3:28	3:21	3:54	4:43	5:33	6:25	7:18	7:47	16:16	17:12
29	7:26	6:29	5:20	4:13	3:27	3:21	3:56	4:45	5:34	6:27	7:20	7:48	16:18	17:14
30	7:25		5:18	4:11	3:26	3:22	3:57	4:46	5:36	6:29	7:21	7:48	16:20	
31	7:23		5:15		3:25		3:59	4:48		6:31		7:48	16:21	

Figuur III.1: een deel van het werkblad waarin de zonsop- en zonsondergangstijden geplaatst zijn

Om de Nederlandse tijden en de zomer- en wintertijden te berekenen, is een tabel van dezelfde grootte gemaakt als die voor UTC tijd. Hierin is in elke cel van deze nieuwe tabel bij de waarde van de UTC tijd één uur (voor Nederlandse wintertijd) en twee uur (voor Nederlandse zomertijd) opgeteld. De data waarop de zomertijden ingaan, zijn opgezocht via de website: <http://www.astro.uu.nl/~sluys/Hemel/earth/zomertijd.html>.

In figuur III.2 is een deel van de, voor zonsop- en zonsondergangstijden, bewerkte geluidsklachten te zien. In de kolommen 'd' en 'm' van figuur III.2 zijn de dag en de maand losgekoppeld van 'Datum/tijdstip Overlast'. Dit is nodig om de tijden voor 'zon op' en 'zon onder' te koppelen aan die van de tabel van figuur III.1 (de Nederlandse tijden). Om vanuit de tabel met Nederlandse tijden de juiste tijden bij de juiste geluidsklachten te plaatsen, is er gebruik gemaakt van de Excel-functie 'VERT.ZOEKEN'. Met deze functie kan in de database van figuur III.1 de

juiste tijd gevonden worden door de dag en maand (in figuur III.2) te koppelen aan respectievelijk een rij en kolom (in figuur III.1).

Datum/tijdstip Overlast	d	m	j	datum	tijd klacht	zon op	zon onder	zon max	zon min	verschil	periode
4-1-1992 9:45	4	1	1992	4-1-1992	9:45	8:47	16:39	12:43	0:43	0:58	na zonsopgang
4-1-1992 9:50	4	1	1992	4-1-1992	9:50	8:47	16:39	12:43	0:43	1:03	na zonsopgang
5-1-1992 22:09	5	1	1992	5-1-1992	22:09	8:47	16:40	12:43	0:43	5:29	na zonsondergang
6-1-1992 20:56	6	1	1992	6-1-1992	20:56	8:47	16:42	12:44	0:44	4:14	na zonsondergang
12-1-1992 9:39	12	1	1992	12-1-1992	9:39	8:44	16:50	12:47	0:47	0:55	na zonsopgang
12-1-1992 13:43	12	1	1992	12-1-1992	13:43	8:44	16:50	12:47	0:47	3:07	voor zonsondergang
14-1-1992 9:22	14	1	1992	14-1-1992	9:22	8:43	16:53	12:48	0:48	0:39	na zonsopgang
14-1-1992 23:38	14	1	1992	14-1-1992	23:38	8:43	16:53	12:48	0:48	6:45	na zonsondergang
18-1-1992 8:58	18	1	1992	18-1-1992	8:58	8:39	16:59	12:49	0:49	0:19	na zonsopgang
18-1-1992 9:07	18	1	1992	18-1-1992	9:07	8:39	16:59	12:49	0:49	0:28	na zonsopgang
22-1-1992 9:45	22	1	1992	22-1-1992	9:45	8:35	17:05	12:50	0:50	1:10	na zonsopgang
23-1-1992 21:50	23	1	1992	23-1-1992	21:50	8:34	17:07	12:50	0:50	4:43	na zonsondergang
25-1-1992 20:46	25	1	1992	25-1-1992	20:46	8:31	17:11	12:51	0:51	3:35	na zonsondergang
25-1-1992 21:44	25	1	1992	25-1-1992	21:44	8:31	17:11	12:51	0:51	4:33	na zonsondergang
25-1-1992 23:28	25	1	1992	25-1-1992	23:28	8:31	17:11	12:51	0:51	6:17	na zonsondergang
27-1-1992 15:49	27	1	1992	27-1-1992	15:49	8:29	17:14	12:51	0:51	1:25	voor zonsondergang
28-1-1992 12:25	28	1	1992	28-1-1992	12:25	8:27	17:16	12:51	0:51	3:58	na zonsopgang
3-2-1992 21:51	3	2	1992	3-2-1992	21:51	8:19	17:26	12:52	0:52	4:25	na zonsondergang
3-2-1992 21:58	3	2	1992	3-2-1992	21:58	8:19	17:26	12:52	0:52	4:32	na zonsondergang
4-2-1992 17:15	4	2	1992	4-2-1992	17:15	8:18	17:28	12:53	0:53	0:13	voor zonsondergang
5-2-1992 7:19	5	2	1992	5-2-1992	7:19	8:16	17:30	12:53	0:53	0:57	voor zonsopgang

Figuur III.2: deel van de bewerkte geluidsklachten voor toevoegen van zonsop- en zonsondergangstijden

Vervolgens is het tijdstip van overlast vergeleken met de zonsop- en zonsondergangstijd van de dag waarop de overlast plaatsvond. Dit tijdstip bepaald in welke categorie (genoemd in paragraaf 3.2.1: voor of na zonsop- of zonsondergang) de geluidsklacht valt. De categorie is als klachtgegeven erbij geplaatst, met daarbij het verschil in tijd met zonsop- of zonsondergang.

De bepaling van 'zon max' en 'zon min' is bepaald door het tijdstip te berekenen exact tussen respectievelijk 'zon op' en 'zon onder' en tussen 'zon onder' en 'zon op' (van de daaropvolgende dag).





Koppelen van verticale temperatuurprofielen aan de geluidsklachten in Microsoft Excel

Om aan de geluidsklachten het, in De Bilt gemeten, verticale temperatuurprofiel te koppelen, zijn eerst de meetgegevens van de betreffende website naar een werkblad gekopieerd (website: <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>). Dit is een enorm tijdrovend werk, omdat elke maand apart moet worden geëxporteerd naar Excel en vervolgens moet worden bewerkt.

Dit bewerken gaat als volgt:

De meetgegevens zoals die in Excel terechtkomen worden weergegeven als in figuur IV.1.

06260 EHDB De Bilt Observations at 00Z 01 Feb 2002										
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTV	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1013.0	4	8.8	4.2	73	5.13	200	14	280.9	295.3	281.8
1000.0	109	8.2	3.5	72	4.94	207	20	281.4	295.2	282.2
962.0	427	6.0	3.0	81	4.96	226	37	282.3	296.2	283.1
955.0	487	5.9	3.2	83	5.05	230	41	282.7	297.0	283.6
936.0	651	5.6	3.6	87	5.32	239	47	284.1	299.1	285.0
925.0	748	5.8	4.1	89	5.58	245	51	285.2	301.1	286.2
922.0	775	5.8	4.1	89	5.60	245	51	285.5	301.4	286.5
895.0	1018	4.6	4.2	97	5.81	250	51	286.7	303.3	287.7
865.0	1296	3.2	1.7	90	5.03	247	47	288.0	302.6	288.9
850.0	1438	2.2	1.5	95	5.04	245	45	288.4	303.0	289.3
746.0	2479	-5.3	-5.7	97	3.37	242	50	291.2	301.3	291.8
707.0	2900	-6.5	-7.3	94	3.14	240	52	294.4	304.0	295.0
700.0	2978	-6.9	-8.8	86	2.82	240	52	294.8	303.5	295.3
687.0	3124	-7.5	-10.7	78	2.47	239	54	295.7	303.4	296.2
667.0	3353	-9.3	-15.3	62	1.75	238	55	296.2	301.8	296.5
652.0	3529	-10.5	-13.1	81	2.15	237	57	296.8	303.5	297.2
637.0	3708	-11.5	-14.6	78	1.95	237	58	297.6	303.8	298.0
632.0	3768	-11.7	-20.7	47	1.17	236	58	298.1	301.9	298.3
627.0	3829	-12.1	-22.1	43	1.04	236	59	298.3	301.7	298.5
611.0	4025	-14.0	-23.0	46	0.99	235	60	298.4	301.6	298.5
595.0	4226	-15.9	-23.9	50	0.94	236	58	298.4	301.5	298.6
584.0	4367	-16.1	-18.6	81	1.52	236	57	299.8	304.7	300.0
575.0	4484	-16.9	-19.0	84	1.49	237	56	300.1	305.0	300.4
559.0	4695	-17.7	-20.3	80	1.37	238	54	301.6	306.1	301.9
512.0	5345	-22.4	-25.0	79	0.99	240	49	303.6	306.9	303.8
500.0	5520	-23.7	-26.3	79	0.90	240	49	304.1	307.1	304.2
413.0	6887	-34.1	-37.2	73	0.38	236	50	307.8	309.1	307.8
400.0	7110	-36.1	-39.2	73	0.32	235	51	308.0	309.2	308.1

Figuur IV.1: een deel van de geïmporteerde gegevens voor het verticale profiel van de atmosfeer, gemeten in De Bilt. De lijst met meetgegevens is ongeveer 60 keer langer dan hier te zien is, omdat er twee metingen per dag plaatsvinden.

De gegevens die uit deze lijst gefilterd moeten worden, zijn de datum en het tijdstip van de meting ('00Z 01 Feb 2002'), de hoogte (HGHT m) en de temperatuur (TEMP C).

Dit is op het eerste gezicht geen lastige klus, omdat Excel geavanceerde zoekfuncties heeft, waarmee gemakkelijk bepaalde waarden te herkennen zijn. De moeilijkheid zit in de onregelmatigheid waarmee de gegevens worden geïmporteerd. Excel importeert de gegevens vaak als gescheiden kolommen, maar soms als één kolom (ondanks dat dit vooraf is in te stellen). Op die manier sluipen er vooral fouten in het herkennen van het tijdstip en de datum.

Om dit te voorkomen, zijn eerst de datum en het tijdstip van de metingen vastgesteld door alle meetgegevens te importeren zonder gescheiden kolommen. Van daaruit is met de Excel-functies 'LINKS' en 'RECHTS' de datum en het tijdstip herkend. Aan elke combinatie van datum en tijdstip (0:00 of 12:00 uur) is een (volg)nummer gekoppeld. Een maand van 31 dagen (met twee metingen per dag) heeft dus 62 volgnummers.

Na opnieuw de meetgegevens te hebben geïmporteerd met scheiding van kolommen, zijn de verkregen volgnummers in het nieuw geïmporteerde bestand geplaatst. Nu zijn de meetwaarden voor hoogte en temperatuur te koppelen aan het volgnummer.

Vervolgens is met de Excel-functie 'ZOEKEN' de temperatuur gevonden tot hoogtes van maximaal 400 meter.

Het resultaat hiervan is weergegeven in figuur IV.2.

06260 EHDB De Bilt Observations at 00Z 01 Feb 2002											volgnr.	hoogte tot	temp	profiel
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		400		
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV				
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K				
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1	109	8.2	afkoeling
1013.0		4 8.8	4.2	73	5.13	200	14	280.9	295.3	281.8				
1000.0		109 8.2	3.5	72	4.94	207	20	281.4	295.2	282.2				
962.0		427 6.0	3.0	81	4.96	226	37	282.3	296.2	283.1				
955.0		487 5.9	3.2	83	5.05	230	41	282.7	297.0	283.6				
936.0		651 5.6	3.6	87	5.32	239	47	284.1	299.1	285.0				
925.0		748 5.8	4.1	89	5.58	245	51	285.2	301.1	286.2				
922.0		775 5.8	4.1	89	5.60	245	51	285.5	301.4	286.5				
895.0		1018 4.6	4.2	97	5.81	250	51	286.7	303.3	287.7				

Figuur IV.2: het resultaat na het koppelen van een volgnummer aan een combinatie van datum en tijdstip en het zoeken naar de temperatuur tot een hoogte van 400 meter.

Door de temperatuur aan de grond te vergelijken met de temperatuur tot 400 meter kan worden bepaald of er sprake is van verticale 'inversie' of 'afkoeling'. Is er een temperatuurstijging, dan wordt er 'inversie' herkend, anders 'afkoeling'. Dit is ook in figuur IV.2 weergegeven.

In paragraaf 3.2.2 is uitgelegd welke tijdstippen van overlast aan welke metingen gekoppeld moeten worden. Daarom is per tijdstip van overlast berekend welk volgnummer de geluidsklacht moet krijgen om aan het juiste temperatuurprofiel gekoppeld te kunnen worden.

Uiteindelijk kan in het bestand met de geluidsklachten de Excel-functie 'VERT.ZOEKEN' gebruikt worden om in het bestand met de meetwaarden op zoek te gaan naar de overeenkomende volgnummers. Zoals in figuur IV.2 te zien is, wordt er dan gezocht op de vierde kolom vanaf het volgnummer. Het resultaat na deze koppeling is weergegeven in figuur IV.3.

Datum/tijdstip Overlast	d	m	j	datum	temperatuurprofiel
6-1-2000 8:19	6	1	2000	6-1-2000	inversie
11-1-2000 11:22	11	1	2000	11-1-2000	inversie
12-1-2000 1:25	12	1	2000	12-1-2000	inversie
12-1-2000 8:00	12	1	2000	12-1-2000	inversie
12-1-2000 14:00	12	1	2000	12-1-2000	inversie
14-1-2000 7:44	14	1	2000	14-1-2000	afkoeling

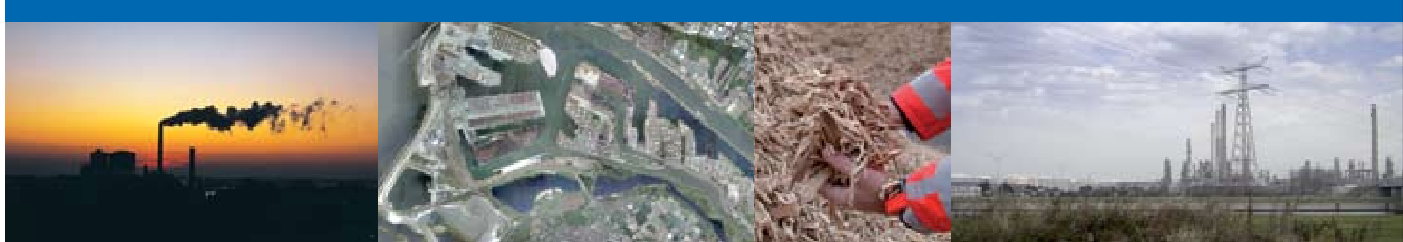
Figuur IV.3: resultaat na het koppelen van de verticale temperatuurprofielen aan de geluidsklachten (in de figuur zijn verschillende andere gegevens verborgen)

## Bijlage 3: Monitoring Hinderbeleving

Monitoring Hinderbeleving in Oostvoorne, Kuiper & Burger  
Advies- en Ingenieursbureau, rapportnummer PK06016/D01

## Monitoring Hinderbeleving in Oostvoorne

Opdrachtgever: Geluid in Beeld



# Monitoring Hinderbeleving in Oostvoorne

Opdrachtgever: Geluid in Beeld

Rapportnummer:: PK06016/D01

Status: : Definitief

Datum : 19 maart 2009

Projectleider : ir. M.H. van de Pavoordt

Auteur : drs. ing. E.P.A. van Herel

Tweede lezer : drs. M. Rensing  
Projectgroep

## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	3
1.1	Aanleiding .....	3
1.2	Doel en Aanpak .....	3
1.3	Samenhang met de andere deelprojecten .....	3
1.4	Leeswijzer.....	4
2	Selectie bewoners Oostvoorne en vragenlijst.....	5
2.1	Selectie van bewoners.....	5
2.2	De vragenlijst.....	7
3	Resultaten van de Meldingen.....	9
3.1	Algemene resultaten.....	9
3.2	De locatie.....	10
3.3	Moment en duur industriegeluid.....	13
3.4	Soort geluid .....	18
3.5	Het geluid in relatie tot het verleden.....	21
3.6	De mate van hinder .....	24
4	Selectie van nader te analyseren momenten: de “triggers” .....	29
5	Conclusie en aanbevelingen.....	31



# 1 Inleiding

In dit rapport zijn de resultaten gegeven van het deelonderzoek ‘Monitoring Hinderbeleving in Oostvoorne’. Dit onderzoek maakt deel uit van het project Geluid in Beeld. Voor dit onderzoek zijn bewoners van Oostvoorne benaderd. Aan hen is gevraagd om een vragenlijst in te vullen over momenten dat zij geluid *horen* dat afkomstig is van de industrie op de Maasvlakte/Europoort. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van begin februari tot begin juni 2008.

## 1.1 Aanleiding

De monitoring van de hinderbeleving bij mensen in Oostvoorne heeft plaatsgevonden in het kader van het project Geluid in Beeld. Eén van de doelstellingen van het project Geluid in Beeld is het achterhalen van de factoren die leiden tot de beleving van hinder als gevolg van industriegeluid in Oostvoorne. Om deze factoren te kunnen bepalen, dienen in eerste instantie de momenten achterhaald te worden waarop men industriegeluid hoort. De meest geschikte methode hiervoor is om de bewoners van Oostvoorne zelf deze momenten aan te laten geven. Om dit te realiseren, is het deelonderzoek ‘Monitoring van de Hinderbeleving’ opgezet.

## 1.2 Doel en Aanpak

Het doel van het projectonderdeel kan als volgt geformuleerd worden:

Het achterhalen van de momenten waarop industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort door de bewoners van Oostvoorne gehoord wordt. Van deze momenten dient het karakter inzichtelijk gemaakt te worden. Dit betekent dat ondermeer de duur en ernst van de hinder op deze momenten moet worden geschetst, evenals de locatie en het type geluid wat deze hinder veroorzaakt.

Om het doel te realiseren is gezocht naar een groep bewoners die zogenoemd ‘de oren van het project’ vormen. Aan de geselecteerde bewoners is een speciaal voor dit doel opgestelde vragenlijst uitgereikt. Tevens is deze vragenlijst algemeen beschikbaar gesteld voor eventuele spontane reacties van niet geselecteerde bewoners. De momenten die op de ingevulde vragenlijsten worden aangegeven worden in dit rapport gezien als “meldingen”. Deze meldingen zijn geanalyseerd en de resultaten zijn in dit rapport opgenomen.

## 1.3 Samenhang met de andere deelprojecten

Het project Geluid in Beeld bestaat uit de volgende deelprojecten:

1. Historisch klachtenonderzoek;
2. Ontwikkelen Meteo-akoestisch model, inclusief validatie door kunstbronmetingen;
3. Monitoring hinderbeleving in Oostvoorne;
4. Monitoring geluid;
5. Monitoring bedrijfssituatie, scheepsvaart, treinen, meteo en andere parameters;
6. Analyse resultaten;
7. Presentatie oplossingsrichtingen ter reductie van de hinderbeleving);
8. Rapportage.

De monitoring van de hinderbeleving is een belangrijk onderdeel van het project 'Geluid in Beeld'. De bewoners geven namelijk in dit projectonderdeel de geluidsmomenten aan. Deze zogenoemde 'trigger-momenten' dienen om te kunnen bepalen welke gemeten geluidsniveaus en verzamelde meteogegevens, bedrijfssituaties en informatie over trein- en scheepvaartverkeer nader onderzocht moeten. Het analyseren van deze informatie kan dan weer leiden tot het gewenste inzicht in de oorzaken van de hinderbeleving In Oostvoorne. Op deze manier krijgen de bewoners van Oostvoorne een cruciale rol in het onderzoek.

## 1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk is de selectie van deelnemers voor het deelproject 'Monitoring Hinderbeleving' uitgewerkt. Tevens is het aantal deelnemers genoemd wat heeft meegewerkt aan het onderzoek evenals de verdeling van de respondenten over Oostvoorne. In hoofdstuk 2 is ook de vragenlijst besproken die door de respondenten is ingevuld bij het melden van industriegeluid. In hoofdstuk 3 zijn de antwoorden op de verschillende vragen geanalyseerd. De resultaten geven een indicatie van de wijze waarop het industriegeluid ervaren wordt. In het hoofdstuk is tevens aangegeven in welke mate de hinder wordt ervaren. Hoofdstuk 4 beschrijft de wijze waarop de zogenoemde 'trigger-momenten' en referentiemomenten zijn geselecteerd. Op deze momenten is in de analysefase van 'Geluid in Beeld' nader ingezoomd. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies gegeven. Naar aanleiding van de conclusies zijn enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek opgesomd.

## 2 Selectie bewoners Oostvoorne en vragenlijst

### 2.1 Selectie van bewoners

Er zijn drie typen respondenten binnen het deelonderzoek 'Monitoring van de Hinderbeleving':

1. Bewoners van Oostvoorne die zich als vrijwilliger voor het onderzoek hebben aangemeld;
2. Bewoners van Oostvoorne die 'at random' benaderd zijn door de Gemeente en die hebben aangegeven dat zij mee wilden werken aan het onderzoek;
3. Bewoners van Oostvoorne die naar aanleiding van een persbericht tijdens het onderzoek hebben besloten om de digitale of papieren vragenlijst in te vullen — zogenoemde 'spontane deelnemers'.

Ad 1.

Tijdens een publieksbijeenkomst op 13 december 2007 die specifiek voor het project Geluid in Beeld is gehouden, is uitleg gegeven over het project. Tijdens deze bijeenkomst is aan de aanwezige bewoners gevraagd of zij mee wilden doen aan de Monitoring van de hinderbeleving. 14 bewoners hebben zich tijdens de bijeenkomst aangemeld om te participeren in het onderzoek.

Ad 2.

Om te komen tot de at random geselecteerde deelnemers heeft de Gemeente 200 willekeurig geselecteerde bewoners van Oostvoorne aangeschreven. De eerste mailing van 100 brieven resulteerde in een te lage respons, waarna gekozen is om een tweede mailing uit te sturen. Om de kans op een goede respons zo groot mogelijk te laten zijn, is een antwoordkaart als bijlage in de mailings meegestuurd. In totaal hebben 49 bewoners de antwoordkaart geretourneerd. Van deze groep hebben 26 bewoners aangegeven dat zij mee wilden werken aan het onderzoek. De meeste bewoners die niet mee wilden werken gaven hiervoor geen reden op. Andere gaven aan te weinig thuis te zijn in verband met bijvoorbeeld een tijdelijk verblijf in het buitenland of vermeldde op de antwoordkaart dat zij geen geluidshinder ervaren vanaf de industrie.

Opgemerkt moet worden dat het doel van het onderzoek voorgelegd is aan de GGD Zuidhollandse Eilanden. Zij hebben aangegeven hoeveel bewoners van de in totaal 7100 volwassen inwoners van Oostvoorne deel moeten nemen aan het onderzoek om te komen tot een betrouwbaarheidsinterval van 95%. Het aantal is berekend op 384 deelnemers. Om tot deze groep te komen zouden tenminste 1200 bewoners aangeschreven moeten worden. Door de projectgroep is vervolgens besloten niet te streven naar dit aantal deelnemers. Naast het feit dat de deelname van een dergelijk grote groep bewoners mogelijk niet gehaald zou worden, hoeft een moment van industriegeluid niet door een statistisch relevante grote groep bewoners te worden ervaren om aangemerkt te worden als 'trigger' voor nader onderzoek binnen het project Geluid in Beeld. Verondersteld wordt dat de bewoners industriegeluid weten te onderscheiden van ander geluid en wanneer in een bepaalde periode drie of meer verschillende mensen een melding doen dan kan worden aangenomen dat er industriegeluid in Oostvoorne wordt waargenomen. De hinder van het industriegeluid die kleine of grote groepen bewoners op welke plek dan ook in Oostvoorne ervaren, wenst de projectgroep te reduceren. Door concessies te doen aan het betrouwbaarheidsinterval kan over de verzamelde geluidsmomenten bijvoorbeeld niet per definitie gesteld worden dat:

- deze in heel Oostvoorne worden ervaren of slechts in een bepaald gebied;
- deze meer of minder hinderlijk zijn in vergelijking met andere geluidsmomenten;
- deze acht, vier of een uur voor het meldingsmoment zijn begonnen.

De resultaten omtrent deze en andere punten zijn enkel indicatief en geven enkel richting voor de verdere analyses in het onderzoek.

Ad 3. Het project Geluid in Beeld is op verschillende manieren onder de aandacht gebracht van de bewoners van Oostvoorne. Voor die bewoners die zich niet vrijwillig hebben aangemeld en ook niet zijn aangeschreven door de Gemeente is de mogelijkheid gecreëerd om toch deel te nemen aan dit deelproject. Papieren versies van de vragenlijst zijn op publiek toegankelijke plaatsen neergelegd zoals het gemeentehuis en de bibliotheek. Ook konden zij via de website van Geluid in Beeld de vragenlijst invullen.

De verschillende groepen deelnemers bestonden uit een verschillend *aantal* respondenten bij aanvang van het project. In de volgende tabel zijn deze aantallen weergegeven en is tevens vermeld hoeveel mensen binnen de groep daadwerkelijk vragenlijsten hebben ingevuld. Het totaal aantal respondenten dat had aangegeven mee te willen werken aan het onderzoek (40) kwam overeen met het door de projectgroep gestelde doel. De verdeling over de groep 'vrijwilligers' en de groep 'at random geselecteerde deelnemers' verschilde wel. Naar aanleiding van de bewonersbijeenkomst in december 2007 en de persberichten die in die periode verstuurd zijn, werd verwacht dat er meer vrijwilligers zich zouden aanmelden voor deelname aan het onderzoek. Het aantal at random geselecteerde deelnemers was daarentegen groter dan verwacht.

Tabel 2.1: Het aantal mensen dat voornemens was om mee te werken en dat heeft meegewerkt

Groep	Grootte groep bij aanvang	Daadwerkelijk meegewerkt
Vrijwilligers	14	8
At random geselecteerde deelnemers	26	10
'Spontane' deelnemers	0	14
<b>Totaal</b>	<b>40</b>	<b>32</b>

Uit bovenstaande tabel blijkt dat bijna 60% van de vrijwilligers een vragenlijst één of meerdere keren heeft ingevuld. Van de groep 'at random geselecteerde deelnemers' is dit slechts 40%. De reden waarom respondenten geen vragenlijst hebben ingevuld, terwijl zij wel hebben aangegeven mee te willen werken aan het onderzoek, is onbekend. Door het versturen van verschillende nieuwsbrieven is getracht het onderzoek onder de aandacht te houden. Het kan zijn dat de drempel tot het invullen van de vragenlijst te groot was. Anderzijds is het mogelijk dat de respondenten geen industriegeluid gehoord hebben dat hen aanzette tot het invullen van de vragenlijst.

De respondenten waren woonachtig in de volgende gebieden van Oostvoorne. Het plaatje geeft aan dat de respondenten over heel Oostvoorne verspreid zijn.



Figuur 2.1: de verdeling van respondenten over Oostvoorne

## 2.2 De vragenlijst

Met de GGD (zie ook onder paragraaf 2.1) is overlegd over de te stellen vragen in de vragenlijst. Het is niet ongebruikelijk om een uitgebreide vragenlijst te maken met controlevragen om de resultaten van een onderzoek statistisch te kunnen onderbouwen. Omdat door de projectgroep is besloten de meldingen van de bewoners als “triggers” te gebruiken (en dus niet statistisch te verantwoorden), was het niet nodig om een uitgebreide vragenlijst op te stellen. Er is derhalve voor gekozen om een eenvoudige vragenlijst, die gemiddeld binnen 5 minuten ingevuld kon worden. Op deze manier is de belasting voor de bewoners zo klein mogelijk gehouden en daarmee de drempel om deel te nemen laag te houden.

De vragenlijst is als een papierenversie en als een digitale versie gepubliceerd. De papieren versie is verstuurd naar bewoners die hadden aangegeven de vragenlijst in ‘hard-copy’ te willen ontvangen. Tevens zijn er op het Gemeentehuis in Rockanje en in de bibliotheek in Oostvoorne exemplaren neergelegd die

konden worden meegenomen. De digitale vragenlijst kon worden ingevuld via de website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl). Deelnemers die voor aanvang van het onderzoek al hadden aangegeven via digitale weg deel te willen nemen, hebben een inlogcode ontvangen om toegang te krijgen tot de vragenlijst. Deelnemers die tijdens het onderzoek hindermomenten via internet wilden melden, hebben via de website een inlogcode aangevraagd. Potentiële deelnemers zijn op de vragenlijst geattendeerd via de media.

De vragenlijst is als bijlage A toegevoegd aan dit rapport. De lijst bestaat uit verschillende onderdelen. In het eerste deel van de enquête zijn de respondenten gevraagd naar de locatie waar het geluid gehoord werd. Zowel de locatie in Oostvoorne als de locatie in of buiten het huis kon worden bepaald. Voor wat betreft de locatie in het huis zijn verschillende kenmerken achterhaald – bijvoorbeeld: op welke verdieping bent u; waren de ramen open?

Het tweede deel van de enquête dient inzicht te geven in het moment en de duur van het industriegeluid. De datum, tijd en duur van het geluid worden hier ingevuld. In dit deel is tevens gevraagd wat de respondenten aan het doen waren op de momenten dat het geluid gehoord werd. Ook kan worden aangegeven of er meerdere geluidbronnen gehoord werden.

Het derde gedeelte van de enquête gaat in op het soort geluid en wat de vermoedelijke oorzaak van het industriegeluid is. Ondermeer kan aangekruist worden dat het geluid:

- klinkt als een aanhoudende brom;
- vermoedelijk wordt veroorzaakt door kranen;
- afkomstig is van de Europoort.

In deel vier van de vragenlijst wordt het gehoorde geluid gerelateerd aan eventueel eerder gehoord geluid. Er wordt gevraagd naar de frequentie dat het geluid per jaar optreedt en of de tijd tussen de industriegeluidmomenten vast of variabel is.

Deel vijf omvat slechts één vraag: Hoe groot is de hinder die wordt ervaren tijdens het industriegeluidmoment. Op een schaal van 1 tot 5 kunnen de respondenten aangeven in welke mate zij gehinderd worden op het gemelde moment.

De vragen in het laatste deel van de enquête zijn geformuleerd ten behoeve van de projectadministratie. Op welke tijd is de enquête ingevuld, door wie, etc. Met behulp van de antwoorden op deze vragen kunnen de respondenten op een later tijdstip eventueel achterhaald worden voor de gevallen waar dat gewenst is. Deze gegevens zijn voor de analyse van de resultaten niet verspreid om verspreiding van vertrouwelijke informatie te voorkomen.

Bij het opstellen van de vragenlijst golden verschillende randvoorwaarden:

- De vragenlijst mocht geen alternatieve vormen voor het melden van geluidshinder bij de meldkamer van de DCMR;
- De vragenlijst is alleen van toepassing bij het horen van *industriegeluid*. Het geluid van vliegtuigen en van treinverkeer over de Suurhofbrug vallen hier niet onder;
- De vragenlijst diende zoveel mogelijk multiple choice vragen te bevatten om digitale verwerking van de antwoorden makkelijker te maken.

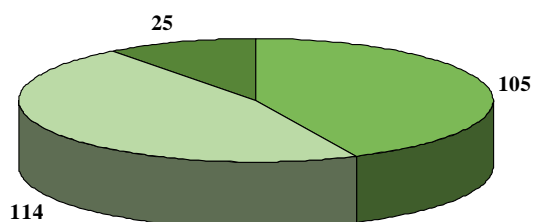
Voorafgaand is ook bepaald dat de antwoorden niet gekoppeld mogen worden aan namen van respondenten door andere partijen dan Kuiper & Burger Advies- en Ingenieursbureau. De gegevens van bewoners die hebben deelgenomen aan dit onderzoek zijn derhalve ook niet terug te vinden in dit rapport.

## 3 Resultaten van de Meldingen

### 3.1 Algemene resultaten

In totaal zijn er 262 momenten gemeld waarop geluid gehoord is. In 18 gevallen betrof het een melding over vliegverkeer. Deze meldingen zijn niet meegenomen in de verwerking van de resultaten, omdat het in dit onderzoek specifiek gaat om industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort. In de toelichting op de vragenlijst is deze afbakening duidelijk gecommuniceerd. De hierna gerapporteerde gegevens zijn dan ook gebaseerd op 244 meldingen.

Tweeëndertig personen hebben samen deze 244 meldingen gedaan. Het aantal meldingen is als volgt over de drie groepen te verdelen.



■ Vrijwilligers ■ At random geselecteerde deelnemers ■ Spontane deelnemers

Grafiek 3.1: het aantal meldingen per groep deelnemers

Uit bovenstaande grafiek kan worden afgeleid dat 10% van de meldingen is gedaan door de groep 'spontane deelnemers'. De overige meldingen zijn nagenoeg gelijk verdeeld over de 'vrijwilligers' en de 'at random geselecteerde deelnemers', waarbij moet worden opgemerkt dat de groep met vrijwillige deelnemers kleiner is — 14 respondenten om 26 respondenten.

Van het totaal aantal meldingen is 75% gedaan door 8 van de 32 deelnemers. Zij hebben ieder 10 tot 41 meldingen doorgegeven. 15 Deelnemers hebben 1 of 2 meldingen gedaan. Van de 8 deelnemers die 75% van de meldingen hebben verzorgd, behoren er 3 tot de 'at random geselecteerde groep' en 5 tot de 'vrijwilligersgroep'. De 3 deelnemers uit de 'at random-groep' nemen 89 meldingen van de 244 voor hun rekening, terwijl de 5 vrijwilligers 93 meldingen hebben geregistreerd.

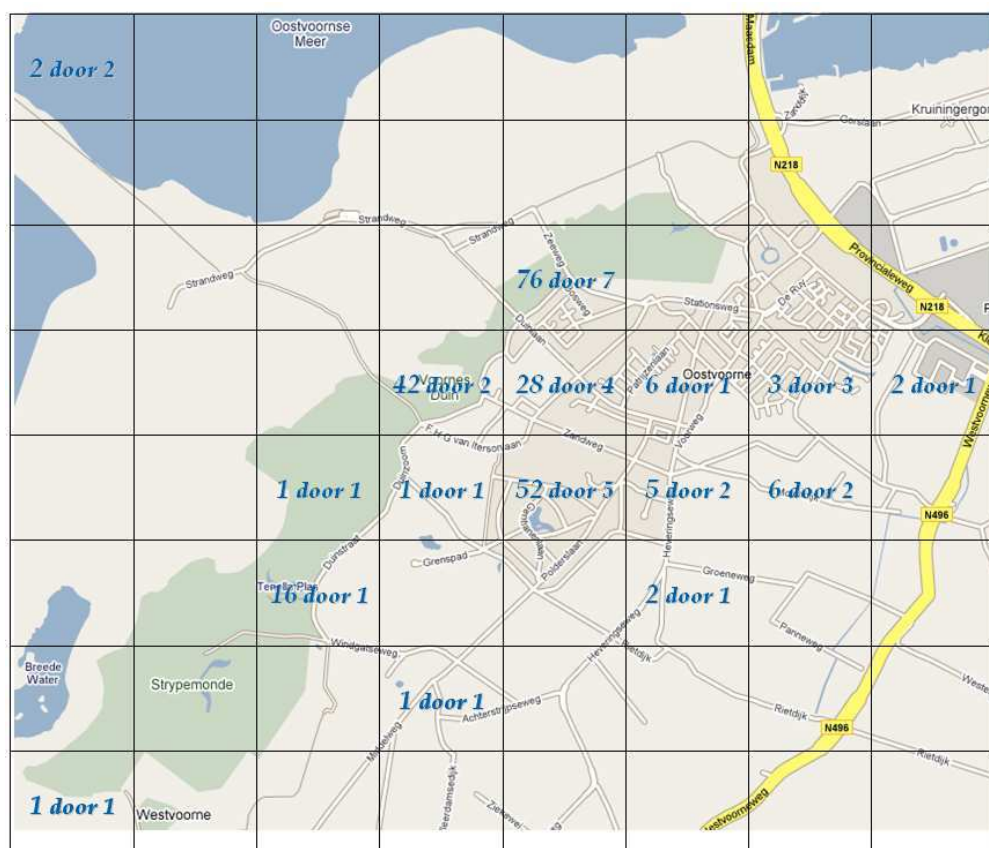
Van het totaal aantal meldingen via de vragenlijsten zijn er 24 per post ingediend en 220 via de site [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl).

Uit bovenstaande gegevens kan het volgende geconcludeerd worden:

- De bereidheid tot deelname aan het onderzoek is kleiner dan werd verwacht. Dit blijkt uit zowel het aantal aanmeldingen voor het onderzoek als uit het aantal deelnemers dat daadwerkelijk de vragenlijst heeft ingevuld.
- Verondersteld werd dat de informatie over de geluidsmomenten door een grotere groep respondenten aangeleverd zou worden. Het grootste deel van de informatie (75%) is afkomstig van slechts 8 van de 32 personen.
- De respondenten die hebben meegewerkt aan het onderzoek hebben meer meldingen per persoon gegeven dan werd verwacht. De bijdrage per deelnemer aan het onderzoek is daarmee waardevoller dan werd verondersteld. Door deze intensieve deelname geeft de verkregen informatie een goed beeld van de geluidssituatie die gold in de periode van het onderzoek.

## 3.2 De locatie

In dit hoofdstuk is aangegeven waar het industriegeluid gehoord werd. In onderstaande figuur is het kaartje weergegeven dat is opgenomen in de vragenlijst. De vakken op de kaart waren genummerd. De respondenten vulden op de vragenlijst in waar zij het geluid met name hoorden. Hieronder zijn het aantal meldingen per vak gegeven. Naast het aantal meldingen is het aantal respondenten gegeven dat één of meerdere meldingen heeft gedaan voor het betreffende vak.



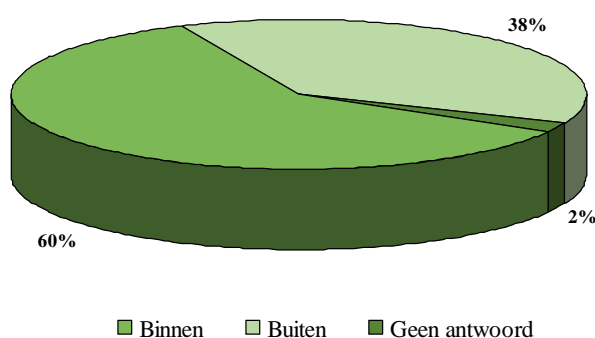
Figuur 3.1: Aantal meldingen in een gebied



Uit bovenstaande figuur blijkt dat het industriegeluid met name gehoord wordt aan de (noord)west kant van Oostvoorne. Van de 32 respondenten hebben 18 respondenten de meldingen verzorgd in de 4 meest meldingsdichte gebieden (76; 42; 28; 52). Deze clusters liggen tegen elkaar aan en in drie van de vier clusters worden de meldingen door meer dan 3 verschillende respondenten gedaan. In geen enkel ander gebied is dit het geval.

In het gebied met 52 meldingen is aangegeven dat 5 respondenten verantwoordelijk zijn voor de meldingen die gedaan zijn, terwijl er 3 respondenten in dit gebied wonen. Het verschil is te verklaren, doordat de meldingen niet altijd betrekking hebben op de plek waar de respondent woont. In de vragenlijst geeft de respondent aan waar hij was toen hij industriegeluid hoorde.

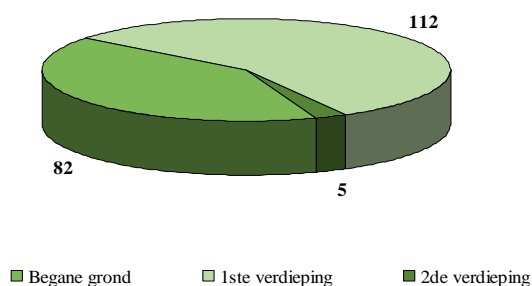
Het geluid werd in 60% van de gevallen binnen gehoord. 38% van de meldingen betrof industriegeluid dat buiten gehoord werd. 2% van de meldingen betrof geen antwoord.



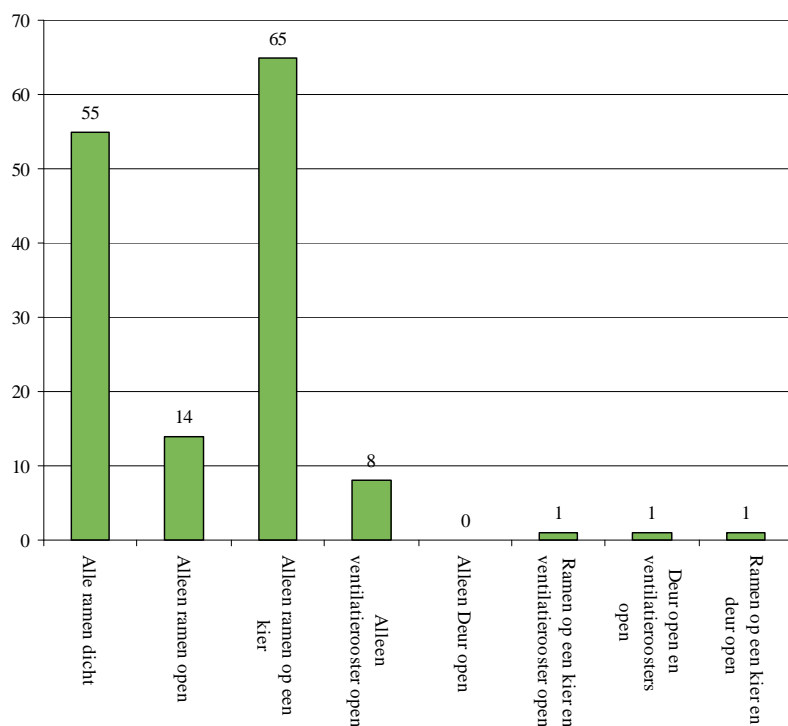
Grafiek 3.2: Werd het geluid binnen of buiten gehoord

In de gevallen dat het industriegeluid binnen gehoord werd, waren de volgende omstandigheden van toepassing:

1. Het geluid werd 112 keer gehoord op de 1<sup>ste</sup> verdieping; 82 keer op de begane grond en 5 keer op de 2<sup>de</sup> verdieping.
2. Bij 55 meldingen werd aangegeven dat alle ramen dicht waren en dat het geluid wel gehoord werd. Ook wanneer de ramen slechts op een kier stonden werd het geluid in 65 gevallen gehoord.



Grafiek 3.3: Waar werd thuis het geluid gehoord



Grafiek 3.4: In hoeverre kon het industriegeluid makkelijk naar binnen

Uit bovenstaande gegevens kunnen de volgende zaken worden afgeleid:

- industriegeluid wordt met name gehoord in het westen van Oostvoorne. Ook uit de andere delen van Oostvoorne zijn echter meldingen.
- Het zijn niet alleen de gebieden die dicht bij de Maasvlakte/Europoort liggen waar industriegeluid gehoord wordt. Ook in de meer zuidelijk gelegen vakken zijn meldingen van industriegeluid gedaan.
- Van alle ‘dichtbevolkte’ gebieden op de kaart is alleen het vak nabij de Provinciale weg zonder meldingen gebleven. De geluidproductie van de weg is een mogelijke verklaring voor deze constatering. Het geluid maskeert het geluid van de industrie.
- Het geluid van de industrie wordt niet alleen buiten gehoord. Ruim meer dan de helft van de meldingen betreft industriegeluid dat binnen werd gehoord. Het maakt daarbij niet uit of de ramen open staan, op een kier gezet worden of dicht zijn.
- De plek in het huis is niet bepalend voor het wel of niet horen van geluid. Zowel op de begane grond als op hogere verdiepingen wordt het geluid gehoord. Het feit dat vaker de eerste verdieping genoemd is, heeft mogelijk te maken met het gegeven dat het geluid vaak in de avond, nacht en vroege ochtend gehoord wordt — zie hoofdstuk 4. In deze perioden zijn de respondenten veelal op de slaapkamer die over het algemeen op de eerste of tweede verdieping is gelegen.

### 3.3 Moment en duur industriegeluid

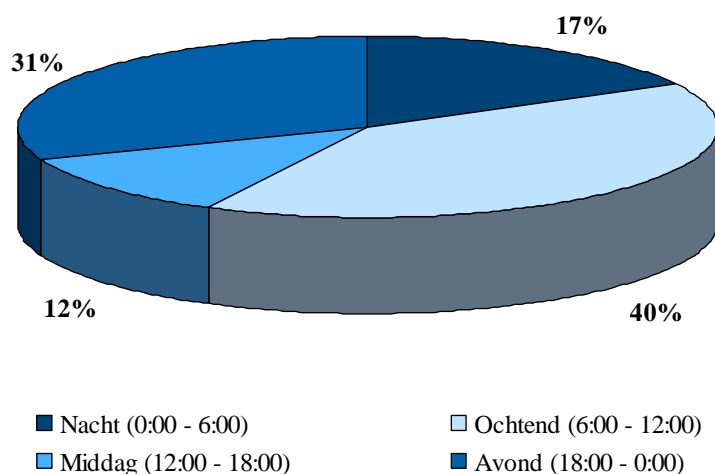
Aan de respondenten is gevraagd wanneer zij het industriegeluid hoorden. De antwoorden die in dit kader zijn gegeven, hebben bepaald welke momenten nader worden onderzocht bij de analyse van de verzamelde meteogegevens, bedrijfsinformatie en geluidata in andere projectonderdelen.

Hieronder is de top 10 van hindermomenten gegeven. In deze rapportage is ervoor gekozen om de momenten te presenteren per datum. Voor iedere dag is aangegeven hoeveel klachten er in de ochtend, in de middag en in de avond hebben plaatsgevonden.

Datum	Totaal aantal klachten	Nacht 0:00–6:00	Ochtend 6:00–12:00	Middag 12:00–18:00	Avond 18:00–0:00
22 februari 2008	14	0	6	1	7
17 februari 2008	13	2	6	0	5
6 maart 2008	12	3	6	2	1
20 februari 2008	11	3	6	1	1
2 maart 2008	11	1	4	4	2
2 april 2008	11	1	5	1	4
1 april 2008	9	1	2	1	5
5 maart 2008	8	0	6	0	2
21 februari 2008	7	0	4	0	3
18 maart 2008	7	2	3	1	1
19 maart 2008	7	0	4	2	1
<b>Totaal</b>	<b>110</b>	<b>13</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>32</b>

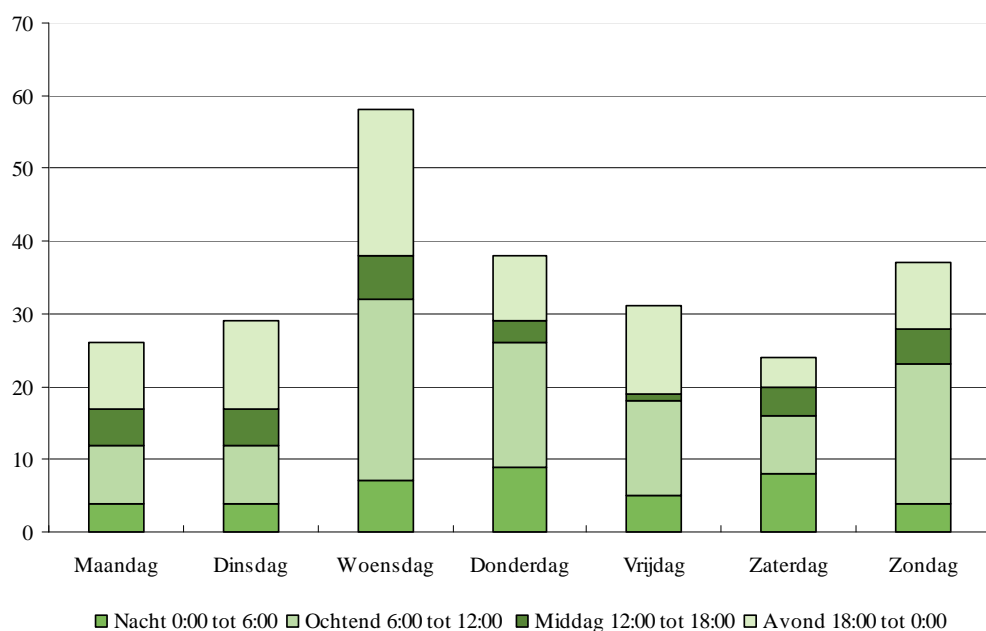
Tabel 3.1: Top 10 van de data met de meeste meldingen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat 45% van de meldingen is gedaan tijdens 10 dagen van de totale monitorperiode van 4 maanden. Uit bovenstaande tabel blijkt ook dat met name tijdens de ochtend- en de avondperiode industriegeluid gehoord wordt. Hieronder is een grafiek opgenomen met de verdeling van klachten over de verschillende perioden.



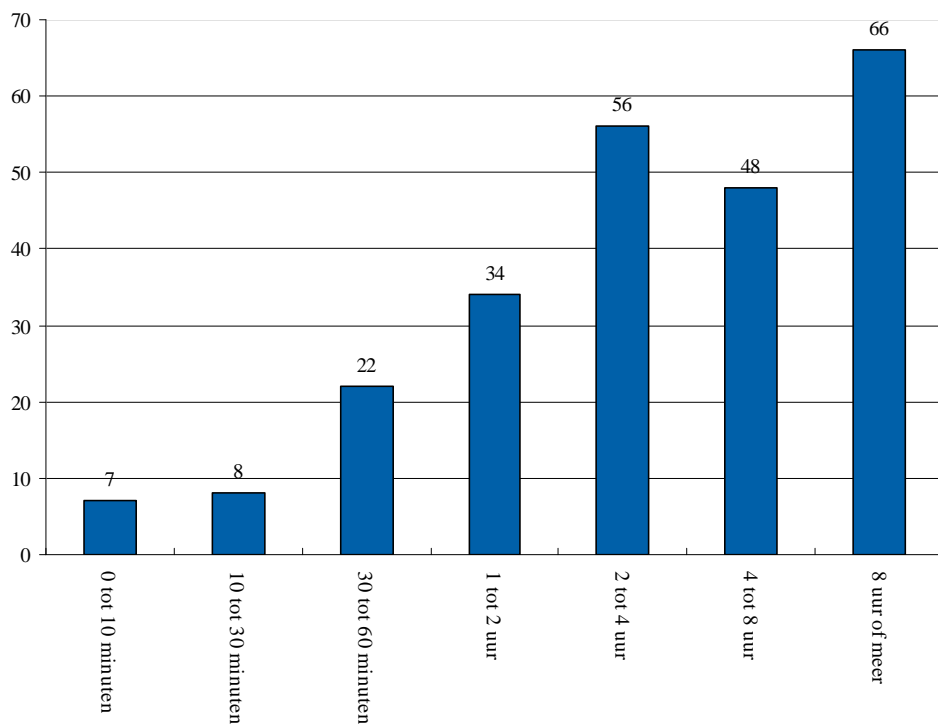
Grafiek 3.5: Tijdens welk dagdeel werd het geluid gehoord

In onderstaande grafiek is aangegeven op welke dag van de week de meeste meldingen zijn gedaan. De kolommen zijn opgedeeld in dagdelen. Uit de grafiek blijkt dat op woensdag in de ochtend- en in de avondperiode meer meldingen zijn gedaan dan in dezelfde dagdelen op andere dagen van de week. Deze uitkomst is aanleiding geweest om in een ander projectonderdeel na te gaan of de intensiteit en de aard van activiteiten op de Maasvlakte/Europoort op deze dag anders zijn.



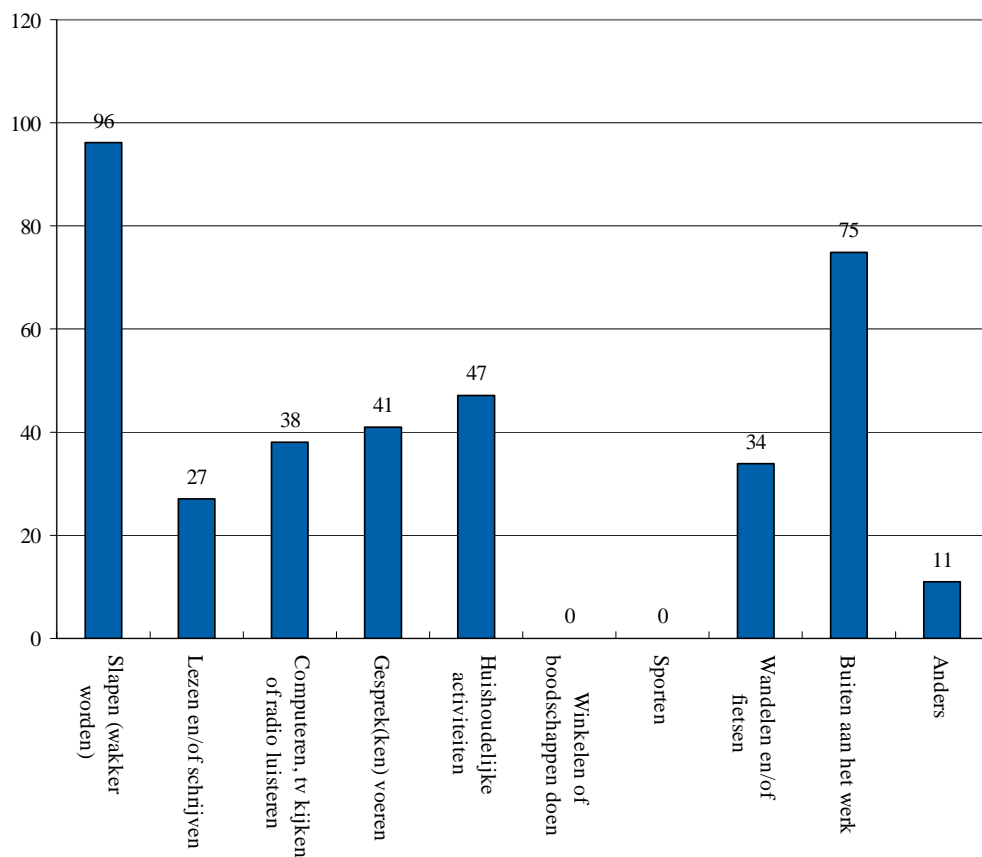
Grafiek 3.6: Aantal klachten per dag van de week met onderscheid tussen verschillende dagdelen

Door de respondenten is ook aangegeven hoelang het industriegeluid voor hun gevoel duurde voordat zij melding ervan deden. Uit onderstaande grafiek blijkt dat in 70% van de gevallen de respondenten het gevoel hebben dat het geluid al langer dan 2 uur gehoord werd. Een groot deel van deze groep — ongeveer 40% — meent het geluid al meer dan 8 uur te horen.



Grafiek 3.7: Minimale duur van het gemelde industriegeluid.

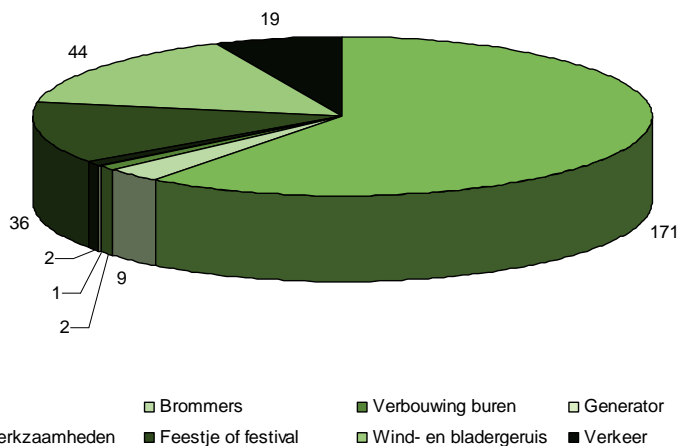
In het tweede deel van de vragenlijst, dat in dit hoofdstuk gerapporteerd wordt, is ook gevraagd naar de activiteiten die uitgevoerd werden ten tijde van de momenten dat industriegeluid gehoord werd door de respondenten. Hieronder zijn de activiteiten in een grafiek opgenomen met daarbij het aantal keer dat zij genoemd zijn. Respondenten konden meerdere antwoorden invullen.



Grafiek 3.8: Welke activiteiten worden uitgevoerd wanneer het industriegeluid gehoord wordt.

Uit de grafiek blijkt dat met name tijdens het slapen/ontwaken en tijdens het buiten aan het werk zijn het industriegeluid gehoord wordt.

Wanneer het industriegeluid gehoord werd, waren andere geluiden meestal niet aan de orde. In 171 van de 244 gevallen werd namelijk aangegeven dat er geen ander geluid gehoord werd. Bij de andere meldingen werden er wel andere geluiden gehoord. In veel gevallen waren dat meerdere geluiden. Binnen de 73 meldingen werden 113 geluiden genoemd. Hieronder is een grafiek opgenomen met de gehoorde geluiden die *niet* afkomstig waren van de industrie en die gehoord werden tezamen met het industriegeluid.



Grafiek 3.9: Welke andere geluiden naast het industriegeluid gehoord worden.

Uit bovenstaande kunnen de volgende punten afgeleid worden:

- Het onderzoek laat duidelijk een aantal momenten zien waarop industriegeluid in Oostvoorne gehoord wordt door meerdere respondenten. Deze momenten kunnen nader onderzocht worden.
- Met name in de ochtend- en in de avondperiode wordt het geluid gehoord.
- De meeste meldingen (70%) betreffen industriegeluid dat voor het gevoel langer dan 2 uur duurt voordat het gemeld wordt. Voor de meldingen die betrekking hebben op industriegeluid dat 's nachts gehoord wordt, is dit percentage 90%. Het geluid dat 's middags gehoord wordt, is voor het gevoel minder lang aanwezig voordat het gemeld wordt.
- Slapen/ontwaken wordt beschouwd als de voornaamste activiteit die ondernomen wordt wanneer industriegeluid gehoord wordt. De tweede activiteit die vaak genoemd wordt, is 'buiten aan het werk'. Dat beide activiteiten veelvuldig genoemd zouden worden, werd verwacht. Tijdens het slapen/ontwaken zijn over het algemeen weinig achtergrondgeluiden die het industriegeluid maskeren. Voor 'buiten aan het werk' geldt dat de isolatie van het huis niet van toepassing is. De som van de andere binnenshuis activiteiten is echter groter dan verwacht. Het geluid van deze activiteiten leidt het horen van industriegeluid niet af.

### 3.4 Soort geluid

Om inzicht te krijgen in het soort geluid zijn 4 vragen voorgelegd aan de respondenten. De eerste vraag is gesteld om tot een beschrijving van het geluid te komen. De respondenten konden kiezen uit zes antwoordcategorieën. Gesteld kan worden dat één van de mogelijkheden het gehoorde geluid duidelijk omschrijft.

Antwoordcategorie	Aantal keer genoemd	Verschillende respondenten
Aanhoudende brom (lage tonen) – als draaiende motor op afstand	212	28
Aanhoudende piep (hoge tonen) – als op tv bij storing	1	1
Constant geluid met regelmatige pieken – als zaagmachine die af en toe in boom gaat	3	3
(meerdere) knal(len) – als vuurwerk dat in de verte wordt afgestoken	2	2
(Meerdere) pieken – als kettingen die ergens tegenaan komen	1	1
Anders	22	9

Tabel 3.2: Omschrijving van het geluid

Het geluid dat gehoord werd, is voor bijna 90% aangemerkt als een aanhoudende brom van lage tonen. Van de 32 verschillende respondenten hebben 28 personen dit geluid een keer genoemd. In 22 gevallen werd anders aangegeven. In die gevallen werd het geval omschreven als zwaar dreunend geluid; een aankomende oorkaan; stoom uit een pijp; een vliegtuig dat boven Oostvoorne blijft hangen; bakken die gelost worden; of een luchtballon die opstijgt.

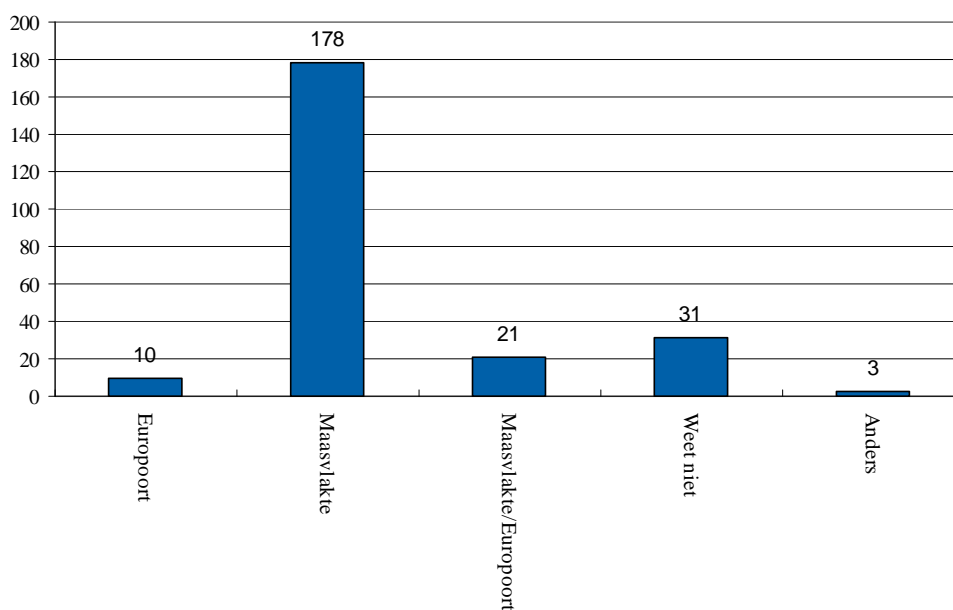
Bij de tweede vraag zijn verschillende geluidsbronnen genoemd die door de respondenten aangemerkt kunnen worden als de vermoedelijke geluidsbron. De volgende antwoorden konden aangekruist worden:

1. Kranen;
2. Transportbanden;
3. Machines algemeen;
4. Schepen;
5. Fakkels;
6. Pompen;
7. Anders;
8. Weet niet.



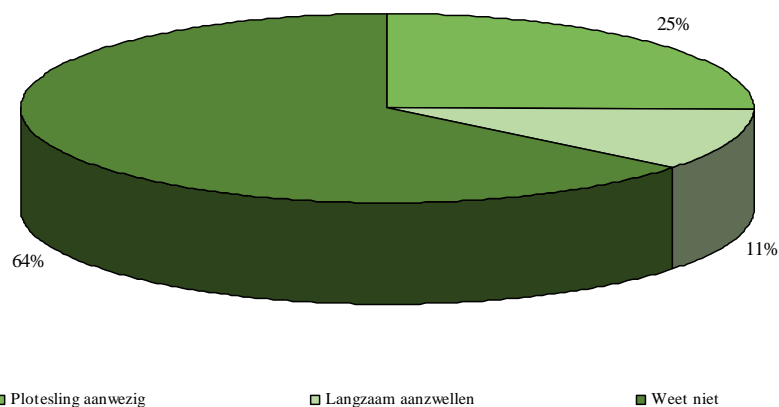
In totaal werden er 338 bronnen aangewezen. Schepen, fakkels en pompen werden in totaal maar 7 keer genoemd. In 67 gevallen wist de respondent geen antwoord te geven. Kranen (42x), transportbanden (97x) en machines in het algemeen (118x) werden in totaal 257 keer genoemd. Van de 32 verschillende respondenten vermoedden 23 verschillende personen dat 1 of meer van deze bronnen de veroorzaker was van het waargenomen geluid. Respondenten die vaker de vragenlijst invulden, noemden over het algemeen steeds dezelfde bron(nen).

Op de vraag waar het geluid vermoedelijk vandaan komt, antwoordden de respondenten voornamelijk “vanaf de Maasvlakte” (73%). De Europoort wordt minder vaak aangewezen als brongebied (4%). Wanneer “Anders” werd ingevuld dan werd daarbij over het algemeen ‘Europoort/Maasvlakte’ ingevuld. Om die reden is er een aparte categorie ingevoegd — Maasvlakte/Europoort. Vijf verschillende respondenten hebben deze combinatie genoemd. Voor de 10 meldingen over geluid van de Europoort zijn 6 verschillende respondenten verantwoordelijk. Van het totaal aantal respondenten (32) zeven 24 verschillende deelnemers de Maasvlakte aan. Van deze 24 personen maakten 8 respondenten bij andere meldingen ook weleens een andere keuze.



Grafiek 3.10: De locatie waarvandaan het gehoorde geluid vermoedelijk komt.

Bij aanvang van het project werd gesteld dat het geluid af en toe als een deken over het dorp valt. Om die reden is de respondenten gevraagd om aan te geven of het geluid langzaam aanzwol of plotseling aanwezig is. In de meeste gevallen (64%) konden de respondenten niet vertellen welke optie van toepassing was. Voor de gevallen waarin men dit wel kon worden aangegeven, werd vaker gesteld dat het geluid er plotseling was (60 keer door 15 verschillende respondenten om 25 keer door 11 verschillende respondenten). Relatief gezien wordt het geluid dat 's nachts klinkt eerder aangemerkt als ‘plotseling aanwezig’. De verschillen zijn echter klein.



Grafiek 3.11; De snelheid waarmee het geluid opkwam?

Voor wat betreft het soort geluid kan het volgende geconcludeerd worden:

- Het geluid wordt in het grootste gedeelte van de gevallen omschreven als een aanhoudende lage brom die klinkt uit de verte;
- Over het algemeen wordt verondersteld dat het geluid afkomstig is van de Maasvlakte en dat kranen, transportbanden en machines in het algemeen de bronnen zijn van het geluid dat gehoord wordt;
- Over het algemeen kunnen de respondenten niet aangeven of het geluid langzaam aanzwelt of plotseling aanwezig is. In de gevallen dat het wel gehoord is, wordt vaker gesteld dat het plotseling aanwezig is. Dit wordt niet door een enkele respondent aangegeven. 15 verschillende respondenten noemen dit voorval tijdens het onderzoek één of meerdere keren.

### 3.5 Het geluid in relatie tot het verleden

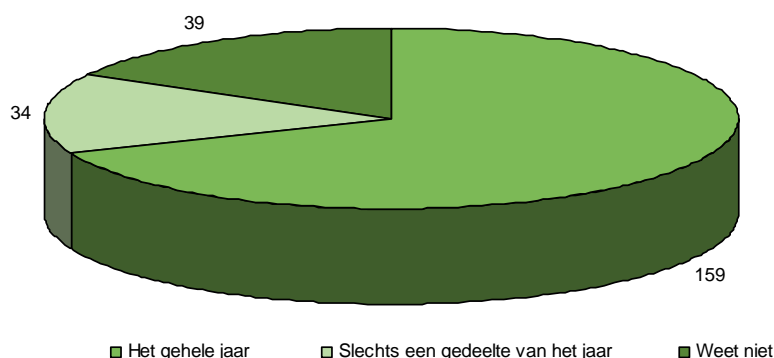
In het vierde gedeelte van de vragenlijst is gevraagd naar de status van het geluid ten opzichte van eerder waargenomen industriegeluid. Zoals verwacht zijn de meeste gerapporteerde geluidsmomenten eerder waargenomen. In 233 gevallen werd dit aangegeven. Slechts op 10 momenten is door de respondenten opgegeven dat het industriegeluid niet eerder gehoord is.



Grafiek 3.12: Is het waargenomen geluid eerder gehoord?

Voor een aantal momenten waarop geluid klonk dat niet eerder gehoord is, kon achterhaald worden wat voor soort geluid het betrof. Zo zijn in 3 gevallen de kunstbronmetingen gemeld op 21 mei; worden op 4 maart “zware toeters” gehoord; harde knallen gemeld op 6 maart; en is het geluid voor een respondent uitzonderlijk hard op 2 april.

Voor de momenten waarop is aangegeven dat het geluid eerder gehoord werd, zijn vervolgvragen gesteld. Zo is gevraagd of het geluid het gehele jaar gehoord wordt. Door de projectgroep is verondersteld dat het geluid slechts een gedeelte van het jaar gehoord wordt. Uit het historisch klachtenonderzoek is immers gebleken dat met name in de wintermaanden en het vroege voorjaar melding wordt gedaan van geluidsoverlast. Deze hypothese strookt niet met de bevindingen in het onderzoek. De uitkomsten geven immers aan dat de meeste geluidsmomenten betrekking hebben op geluid dat het gehele jaar gehoord wordt. Het kan echter wel zo zijn dat de hinder van het geluid minder is, waardoor er buiten de wintermaanden om minder meldingen binnenkomen bij de meldkamer van de DCMR.

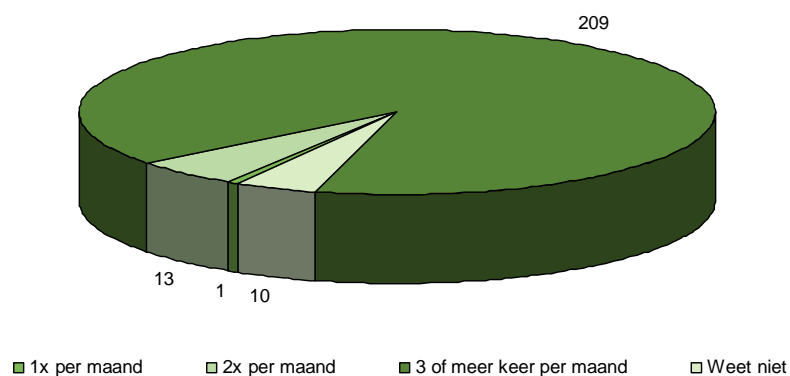


Grafiek 3.13: Geluid door het jaar heen

De 34 meldingen waarin wordt aangegeven dat het geluid slechts een gedeelte van het jaar gehoord wordt, zijn gedaan door 13 verschillende respondenten. De 159 meldingen zijn gedaan door 22 verschillende deelnemers. Acht deelnemers doen meldingen van geluid waarvan voor de ene melding geldt dat geluid betreft dat slechts tijdens een gedeelte van het jaar gehoord wordt en bij de andere melding industriegeluid klinkt dat het gehele jaar klinkt.

Met de verwachting dat het geluid vaker gehoord wordt, is het interessant om na te gaan of er een regelmatig patroon is waarbinnen het gehoorde geluid zich voordoet. Uit de resultaten van de vragenlijst blijkt dat dit niet het geval is. In 166 gevallen werd gesteld dat het geluid met onregelmatige tussenpozen gehoord wordt; 56 keer werd aangegeven dat de respondent niet wist of het betreffende geluid in een vast ritme ‘verschijnt’; en slechts 1 keer is genoemd dat het geluid regelmatig met vaste tussenpozen te horen is.

Hoe vaak het geluid per maand gehoord wordt door de respondenten is met de één na laatste vraag van het onderzoek achterhaald. In veruit de meeste gevallen is aangegeven dat het betreffende geluid 3 of meer keer per maand gehoord wordt. Dit doet vermoeden dat alle respondenten dit aantal weleens noemen. Dat is niet het geval. Van de 32 respondenten noemen 21 deelnemers ‘3 of meer keer’. Binnen deze groep zitten alle vrijwilligers. Elf deelnemers noemen dit aantal niet. Zij weten niet hoe vaak het geluid optreedt of geven aan dat het 1 of 2 keer per maand klinkt. Deze elf deelnemers zijn willekeurig geselecteerd of nemen spontaan deel aan het onderzoek.



Grafiek 3.14: Hoeveel keer het geluid in de maand gehoord wordt.

De volgende conclusies kunnen worden vastgesteld voor wat betreft de relatie tussen het industriegeluid dat gerapporteerd is en het industriegeluid dat in het verleden gehoord is.

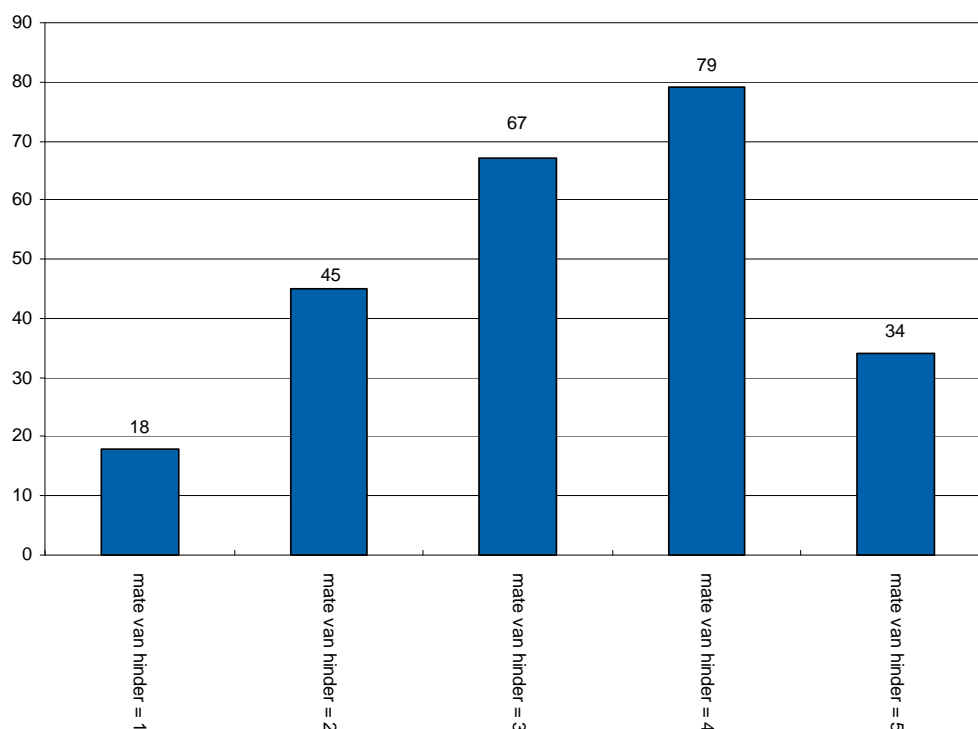
- Nagenoeg iedere melding betreft industriegeluid dat eerder gehoord is;
- Het grootste gedeelte van de deelnemers geeft aan dat het geluid het hele jaar gehoord wordt
- Het geluid klinkt niet met vaste tussenpozen;
- Alle vrijwilligers en ruim de helft van de ‘at random geselecteerde deelnemer’ en ‘spontane deelnemers’ horen het industriegeluid 3 of meer keer per maand;

### 3.6 De mate van hinder

In het onderzoek is gevraagd naar de momenten waarop industriegeluid *gehoord* wordt. Het horen van industriegeluid geeft niet de mate van hinder aan. De mate van hinder is afhankelijk van verschillende factoren en kan voor iedereen verschillend zijn. Factoren die van invloed kunnen zijn op de mate van hinder betreffen:

- het tijdstip op de dag;
- de dag van de week;
- de activiteit waarmee de respondent bezig is;
- het soort geluid;
- het volume van het geluid.

Aan de respondenten is gevraagd om op een schaal van 1 tot 5 aan te geven hoe ernstig de hinder is die wordt ervaren bij het horen van industriegeluid. De waarde 1 geeft 'lichte hinder' aan. Lichte hinder is gedefinieerd als geluid dat op de achtergrond stoort wanneer je erop let. Activiteiten die worden ondernomen bij lichte hinder kunnen wel uitgevoerd worden. De waarde 5 staat voor 'zeer ernstige hinder'. Bij deze vorm van hinder stoort het geluid enorm gedurende een langere periode. De respondent is niet in staat om zijn activiteit op een goede manier uit te voeren. Hieronder is aangegeven hoe vaak een bepaalde waarde voor de mate van hinder gedurende het onderzoek is genoemd.



Grafiek 3.15: Mate van hinder die ervaren is, waarbij 1 = 'lichte hinder' en 5 is 'zeer ernstige hinder'

Van de 32 respondenten die hebben meegewerkt, hebben 13 respondenten 5 of meer keer de vragenlijst ingevuld. Voor deze 13 respondenten varieerde de mate van hinder gemiddeld over 3 niveaus. Het industrie geluid wordt door eenzelfde persoon dus verschillend ervaren.

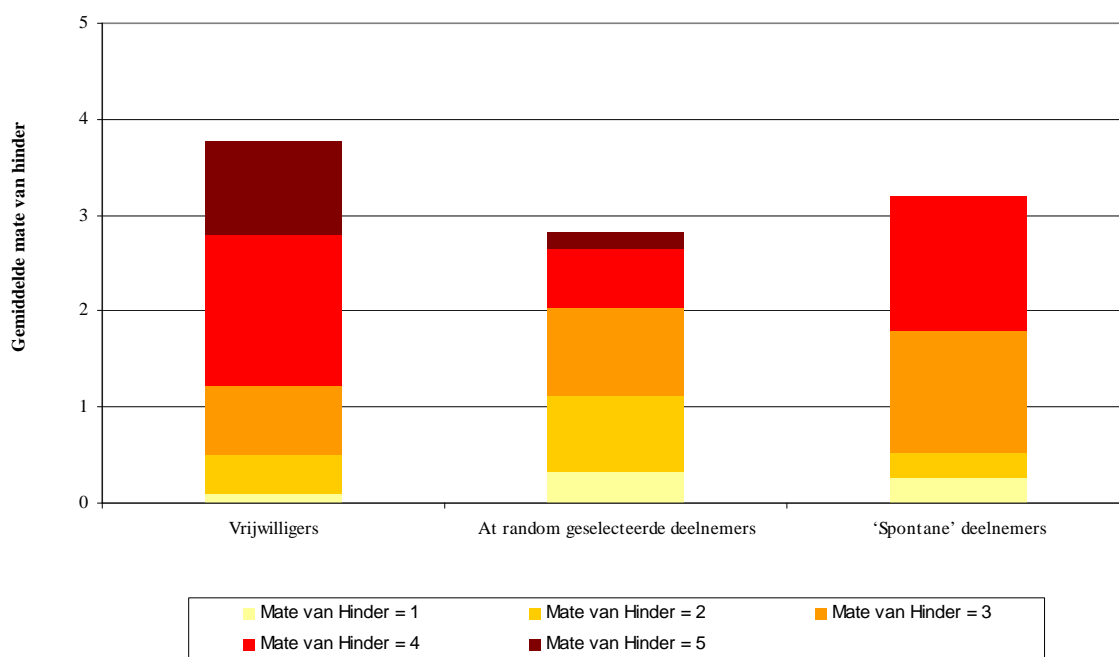
De mate van hinder is mogelijk afhankelijk van de plaats in Oostvoorne. Een relatie tussen de locatie in Oostvoorne en de mate van hinder kan niet vastgesteld worden. Het aantal meldingen per gedefinieerd gebied en het aantal verschillende respondenten per gebied is hiervoor te klein. In onderstaande figuur is toch de gemiddelde mate van hinder per gebied gegeven. Hieruit kunnen geen conclusies worden getrokken ten aanzien van de invloed van de afstand tot de Maasvlakte/Europoort op de mate van hinder. Het plaatje helpt enkel bij de beeldvorming over de spreiding van de respondenten over het gebied. In figuur 3.1 in hoofdstuk 3 is opgenomen hoeveel meldingen er zijn gedaan per vak.



Figuur 3.16: Gemiddelde mate van hinder per gedefinieerd gebied uitgezet tegen het aantal respondenten in het gebied.

Zoals eerder gesteld, hebben drie groepen respondenten meegewerkt aan het onderzoek. Veertien mensen hebben zich tijdens de publieksbijeenkomst als vrijwilliger opgegeven om deel te nemen aan het onderzoek. Acht deelnemers uit deze groep hebben de vragenlijst één of meer keer ingevuld. Samen

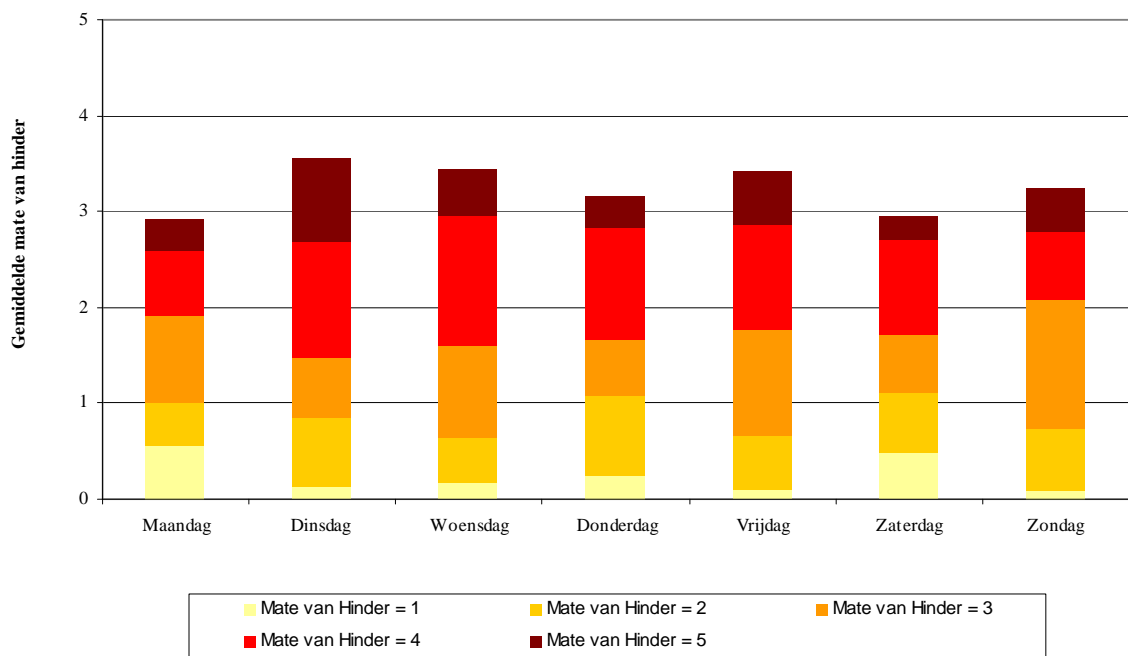
hebben zij 105 meldingen gedaan. De gemiddelde mate van hinder die zij hebben ervaren is berekend op 3,77 op een schaal van 1 tot 5. De groep willekeurig geselecteerde respondenten hebben het industriegeluid als minder hinderlijk ervaren. De 113 meldingen van een groep van 10 respondenten gaven een gemiddelde van 2,82 voor de mate van hinder die zij hadden. De spontane deelnemers aan het onderzoek kwamen tot een gemiddelde van 3,2. Dit gemiddelde is gebaseerd op slechts 25 meldingen van 14 verschillende personen.



Figuur 3.17: Gemiddelde mate van hinder per gedefinieerd voor de verschillende groepen deelnemers.

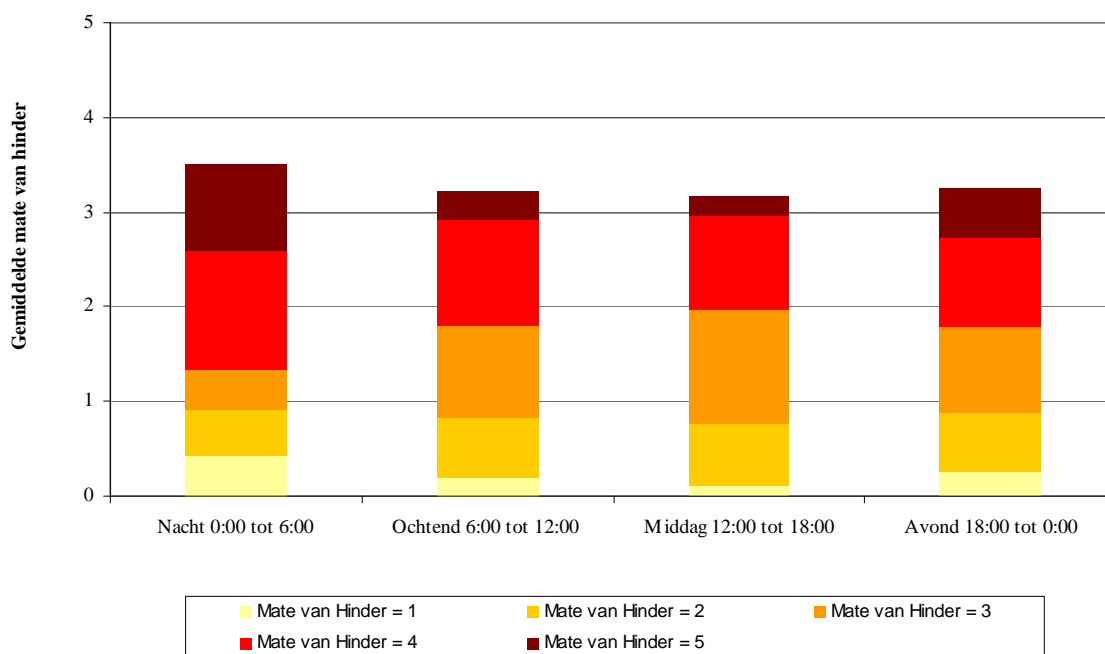
De mate van hinder kan afhankelijk zijn van de tijd. In grafiek 3.18 is het gemiddelde aangegeven van de mate waarin hinder wordt ervaren bij het doen van een melding op een bepaalde dag van de week. De veronderstelling was dat industriegeluid in het weekeinde als meer hinderlijk wordt ervaren dan op een doordeweekse dag. Dit blijkt niet het geval te zijn. Uit onderstaande grafiek blijkt dat de gemiddelde hinderbeleving voor alle wekdagen ongeveer gelijk is. Op zaterdag is het aandeel 'zeer hinderlijk' het minst groot en op zondag wordt het geluid ten opzichte van de andere dagen eerder aangemerkt als 'mate van hinder 1, 2 of 3'.





Grafiek 3.18: Mate van hinder per dag van de week

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat de meeste meldingen van industriegeluid (40%) in de ochtendperiode zijn gedaan. De mate waarin hinder wordt ervaren bij het doen van een melding is echter niet het grootst in deze periode. Het horen van geluid *in de nachtperiode* wordt beschouwd als meest hinderlijk. De verschillen in de gemiddelde mate van hinder zijn klein. In de nacht- en de avondperiode wordt een melding eerder als ‘zeer hinderlijk’ beschouwd.



Grafiek 3.18: Gemiddelde mate van hinder per dagdeel

Voor wat betreft de hinder van industriegeluid kan het volgende worden geconcludeerd:

- De gemiddelde mate van hinder die in de onderzoeksperiode is ervaren door de respondenten is 3,27;
- Over de plek waar de meeste hinder wordt ervaren in Oostvoorne kunnen geen uitspraken gedaan worden;
- De respondenten die zich hebben opgegeven als vrijwilliger ervaren gemiddeld meer hinder dan de willekeurig geselecteerde deelnemers aan het onderzoek.
- De 'mate van hinder' verschilt nauwelijks voor de dag van de week.
- Wanneer er een melding wordt gedaan van industriegeluid dan wordt het geluid in de nachtperiode als meest hinderlijk aangemerkt.

## 4 Selectie van nader te analyseren momenten: de “triggers”

De selectie van de nader te onderzoeken momenten is met name gebaseerd op de aantallen meldingen zoals opgenomen in paragraaf 3.2. In deze paragraaf is onderstaande tabel opgenomen:

Datum	Totaal aantal klachten	Nacht 0:00–6:00	Ochtend 6:00–12:00	Middag 12:00–18:00	Avond 18:00–0:00
22 februari 2008	14	0	6	1	7
17 februari 2008	13	2	6	0	5
6 maart 2008	12	3	6	2	1
20 februari 2008	11	3	6	1	1
2 maart 2008	11	1	4	4	2
2 april 2008	11	1	5	1	4
1 april 2008	9	1	2	1	5
5 maart 2008	8	0	6	0	2
21 februari 2008	7	0	4	0	3
18 maart 2008	7	2	3	1	1
19 maart 2008	7	0	4	2	1
<b>Totaal</b>	<b>110</b>	<b>13</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>32</b>

Tabel 4.1: Top 10 van de data met de meeste meldingen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat 45% van de meldingen is gedaan tijdens 10 dagen van de totale monitorperiode van 4 maanden. Het feit dat er meer dan 7 keer een melding via de website of de papieren vragenlijst wordt gedaan, maakt dat de top 10 een goed beeld geeft van de dagen die in ieder geval nader onderzocht moeten worden. De uiteindelijke selectie van te onderzoeken hindermomenten is tevens afhankelijk van:

- het aantal meldingen dat gedaan is via de meldkamer van de DCMR;
- het totaal aantal meldingen dat gedaan is tijdens een ‘avond-ochtend-periode’ — bijvoorbeeld: de middag en avond van 1 april en de nacht en de ochtend van 2 april geven een groter totaal dan het gegeven totaal van 2 april alleen;
- de duur van het geluid;
- eventuele speciale omstandigheden zoals de overgang van feestdagen naar werkdagen.

Op basis van bovenstaande factoren zijn de triggers gekozen die genoemd zijn in onderstaande tabel. Voor elke periode geldt dat deze ongeveer 8 uur start voor aanvang van de grootste meldingengolf binnen het trigger-moment. Op deze manier kan achterhaald worden wat er in de periode voorafgaand aan de meldingen veranderd voor wat betreft de meteo, het gemeten geluid of de bedrijfssituatie op de Maasvlakte/Europoort. Naast de trigger-momenten zijn er drie referentiemomenten bepaald.

Datum	Totaal aantal klachten	Via vragenlijst	Via meldkamer DCMR
za 16 februari 18:00 tot ma 18 februari 10:00	16	13	3
di 19 februari 18:00 tot wo 20 februari 14:00	17	12	5
do 21 februari 22:00 tot za 23 februari 06:00	27	17	10
di 4 maart 22:00 tot wo 5 maart 14:00	6	6	0
wo 5 maart 18:00 tot do 6 maart 14:00	13	10	3
ma 31 maart 18:00 tot do 3 april 14:00	42	26	16
zo 11 mei 22:00 tot di 13 mei 02:00	5	4	1
<b>Referentiemomenten</b>			
ma 18 februari 22:00 tot di 19 februari 18:00	0	0	0
zo 2 maart 22:00 tot di 4 maart 02:00	4	2	2
wo 9 april 22:00 tot vr 11 april 02:00	0	0	0

Tabel 4.2: Triggermomenten die nader onderzocht zijn

Verschillende perioden in bovenstaande grafiek worden niet gekenmerkt door een groot aantal klachten. De periode vanaf dinsdag 4 maart betreft echter een periode waarin in relatief korte tijd veel meldingen worden gedaan. Deze periode is het kortst. Zondag 11 mei tot dinsdag 13 mei is de overgangperiode tussen Pinksteren en een volgende werkweek. Verondersteld wordt dat er tijdens het Pinksterweekend minder activiteiten zijn op de Maasvlakte/Europoort.

Het eerste referentiemoment is gekozen tussen twee opeenvolgende trigger-momenten. Het tweede referentiemoment gaat vooraf aan de meldingen op 5 en 6 maart. Het derde referentiemoment is een week na de grote meldingengolf op 1 en 2 april.

Voor zowel de trigger-momenten als de referentiemomenten zijn ondermeer de volgende aspecten achterhaald:

- de bedrijfssituatie bij EMO, BP en ECT;
- het treinverkeer tussen de Maasvlakte en de Suurhofbrug;
- het scheepvaartverkeer in de Mississippihaven;
- de ligging van schepen aan de kades bij BP, ECT en EMO

Voor de hele onderzoeksperiode van 1 februari tot 1 juni zijn ook gegevens over de meteo ontvangen en zijn geluiddata op verschillende meetposten ontvangen. Voor de zogenoemde 'trigger-momenten' zullen ook deze nader onderzocht worden.

## 5 Conclusie en aanbevelingen

Met het bewonersonderzoek beoogde de projectgroep de momenten te achterhalen waarop industriegeluid in Oostvoorne gehoord werd. Hierin is de projectgroep geslaagd. Acht perioden zijn naar aanleiding van het bewonersonderzoek geselecteerd. Een analyse van deze perioden voor wat betreft bijvoorbeeld de weersomstandigheden en de bedrijfssituatie is in een volgend projectonderdeel gedaan en is niet opgenomen in dit rapport. In dit rapport is ingegaan op de wijze waarop het industriegeluid ervaren wordt door de bewoners die hebben deelgenomen aan het bewonersonderzoek. De resultaten geven een indicatie van de ervaring van de hinderbeleving. De bevindingen zijn niet wetenschappelijk onderbouwd, omdat de nadruk lag op het achterhalen van de momenten waarop industriegeluid in Oostvoorne gehoord wordt.

In totaal zijn er 244 meldingen gedaan van industriegeluid dat afkomstig is van de Maasvlakte/Europoort. De Gemeente Westvoorne heeft 200 bewoners van Oostvoorne aangeschreven om deel te nemen aan het onderzoek 'monitoring hinderbeleving in Oostvoorne'. Daarnaast zijn bewoners via de media benaderd om melding te doen van industriegeluid en hebben vrijwilligers zich kunnen opgeven voor het onderzoek. Veertig deelnemers hebben aangegeven mee te willen werken aan het onderzoek. Deze deelnemers waren verdeeld over heel Oostvoorne. Van de 40 personen hebben 18 mensen daadwerkelijk meegewerkt aan het onderzoek. Daarnaast hebben 14 mensen zich tijdens het onderzoek spontaan aangemeld via de website naar aanleiding van berichten in de media. Van de 32 personen die hebben meegewerkt aan het onderzoek, hebben 8 deelnemers 75% van de meldingen gedaan.

Vanuit heel Oostvoorne zijn meldingen van industriegeluid binnengekomen. Het grootste aantal meldingen komt echter vanuit het westelijke gedeelte van de gemeente. Niet alleen de gebieden die het dichtst bij de industrie liggen kennen meldingen van industriegeluid. Ook ten zuiden van Oostvoorne wordt industriegeluid gemeld. Het geluid wordt niet alleen buiten gehoord, maar ook een groot aantal meldingen betreft industriegeluid dat binnenshuis gehoord wordt.

Het onderzoek laat duidelijk een aantal momenten zien waarop industriegeluid in Oostvoorne gehoord wordt door meerdere respondenten. Het achterhalen van deze momenten was de belangrijkste doelstelling van dit projectonderdeel en hiermee is het projectonderdeel dan ook geslaagd. Met name in de ochtend- en in de avondperiode wordt het geluid gehoord. De meeste meldingen (70%) betreffen industriegeluid dat voor het gevoel langer dan 2 uur duurt voordat het gemeld wordt. Voor de meldingen die betrekking hebben op industriegeluid dat 's nachts gehoord wordt, is dit percentage 90%. Slapen/ontwaken wordt beschouwd als de voornaamste activiteit die ondernomen wordt wanneer industriegeluid gehoord wordt. De tweede activiteit die vaak genoemd wordt, is 'buiten aan het werk'. Dat beide activiteiten veelvuldig genoemd zouden worden, werd verwacht. De som van de andere 'binnenshuis-activiteiten' is echter groter dan verwacht.

Het geluid wordt omschreven als een aanhoudende lage brom die klinkt uit de verte. Over het algemeen wordt verondersteld dat het geluid afkomstig is van de Maasvlakte en dat kranen, transportbanden en machines de bronnen zijn. De respondenten geven met name aan dat zij niet weten of het geluid langzaam aanzwelt of plotseling aanwezig is. Nagenoeg iedere melding betreft industriegeluid dat eerder gehoord is. Het grootste gedeelte van de deelnemers geeft aan dat het geluid het hele jaar gehoord wordt. Ruim meer dan de helft van de deelnemers aan het onderzoek horen het industriegeluid 3 of meer keer per maand.

De gemiddelde mate van hinder die in de onderzoeksperiode is ervaren door de respondenten is 3,27. Over de plek waar de meeste hinder wordt ervaren in Oostvoorne kunnen geen uitspraken gedaan worden. De respondenten die zich hebben opgegeven als vrijwilliger ervaren gemiddeld meer hinder dan de willekeurig geselecteerde deelnemers aan het onderzoek. De 'mate van hinder' verschilt nauwelijks voor de dag van de week. Wanneer er een melding wordt gedaan van industriegeluid dan wordt het geluid in de nachtperiode als meest hinderlijk aangemerkt.

## **Bijlage A      Vragenlijst**



# GELUID IN BEELD

## Enquête

### Project 'Geluid in Beeld'

---

De enquête is opgesteld in het kader van het monitoren van de hinderbeleving. Het is een onderdeel van de klachtenregistratie. Deze is tweeledig: klachten die binnenkomen bij de meldkamer en klachten die gemeld worden via de website [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl).

Deze enquête is bedoeld voor alle bewoners van de Gemeente Westvoorne die hinder ervaren van industriegeluid. Geluid van vliegtuigen, weg- of treinverkeer valt hier niet onder, evenals geluid van burens, evenementen en werkzaamheden in de gemeente.

1. Wat is uw postcode (voorbeeld 3021 NP)?
2. Wat is uw huisnummer zonder eventuele toevoeging (voorbeeld: 30a wordt 30)?

*Waar hinder*

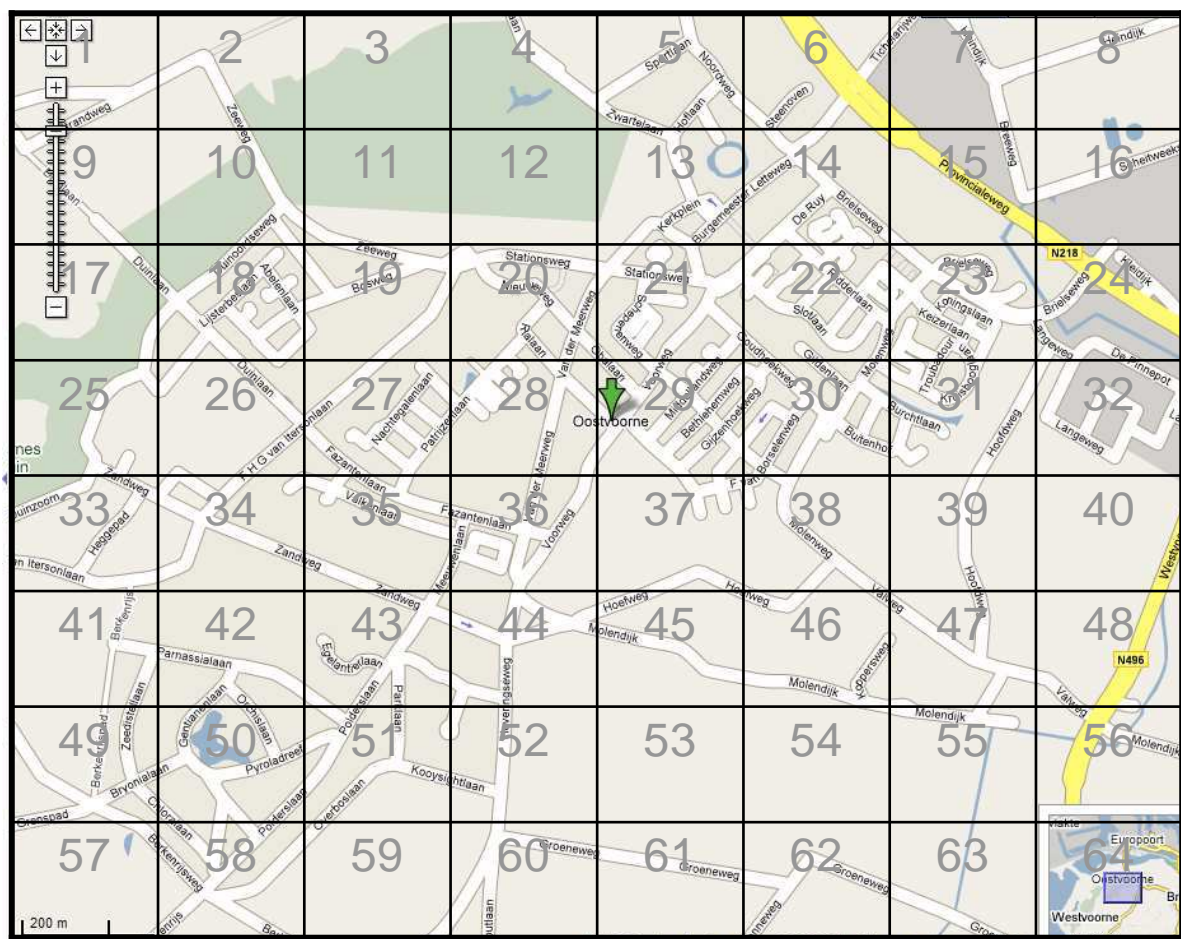
3. Ondervond u thuis hinder van het industriegeluid?  
 Ja  
 Nee

[Indien nee]

- 3.A Geef het nummer van het vak waar u de meeste hinder van industriegeluid ondervond.



# GELUID IN BEELD



4. Was u buiten of binnen?

- Buiten
- Binnen

[IF vraag 3 = JA en vraag 4 = Binnen THEN]

5. Op welke verdieping in uw huis ervaart u hinder (meerdere antwoorden mogelijk)

- Begaande grond
- 1<sup>ste</sup> verdieping
- 2<sup>de</sup> verdieping
- Hoger dan 2<sup>de</sup> verdieping

# GELUID IN BEELD

6. Tijdens welke activiteit werd u gehinderd?

- Slapen
- Lezen en/of schrijven
- Televisie kijken of radio luisteren
- Huishoudelijke activiteiten als koken, schoonmaken, etc.
- Anders.

[IF vraag 3 = nee en vraag 4 = binnen THEN]

*Wanneer hinder*

Tijdens welke activiteit werd u gehinderd door het industriegeluid vanaf de Maasvlakte?

- 6. Sporten
- 7. Wandelen
- 8. Winkelen
- 9. Fietsen
- 10. Werk

*Wanneer hinder*

*Soort hinder*

*Verdachte bron*

*Ernst hinder (intensiteit)*

*Meteo*

4. Datum klacht *dd-mm-jjjj*

5. Tijd klacht *uu-min*

6. Datum hinder door industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort? *dd-mm-jjjj*

7. Tijd start hinder door industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort? *uu-min*



# GELUID IN BEELD

8. Duur hinder door industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort? *minuten*
9. Hinder door industriegeluid vanaf de Maasvlakte/Europoort: Heeft u hinder in of om uw huis? *Ja of nee*
  - A. Zo ja: Binnen of buiten?
    - i. In welk vertrek was u toen u gehinderd werd? *Woonkamer, eetkamer, keuken, badkamer/toilet, slaapkamer (niet zolder), zolder.*
    - ii. Had u het raam open, op een kier of gesloten?
    - iii. Tijdens welke activiteit werd u gehinderd door het industriegeluid vanaf de Maasvlakte? *Slapen, lezen, televisie kijken of radio luisteren, huishoudelijke activiteiten als koken, schoonmaken, anders.*
  - B. Zo nee: vul het cijfer in van het vakje dat de plaats geeft van de locatie waar u gehinderd werd?
    - i. Tijdens welke activiteit werd u gehinderd door het industriegeluid vanaf de Maasvlakte? *Sporten, wandelen, winkelen, fietsen, anders*



Groeneweg 2d  
2718 AA Zoetermeer

t +31 (0)79 - 361 88 00  
f +31 (0)79 - 361 92 32  
e [info@kuiperburger.nl](mailto:info@kuiperburger.nl)  
w [kuiperburger.nl](http://kuiperburger.nl)

## Bijlage 4: Indicatieve geluidsbijdrage N15

Geluid van de N15, DHV, rapportnummer Hu.A0747.N02

## NOTITIE

Aan : Kuiper&Burger te Zoetermeer  
Van : DHV BV; Wim Roose  
Kopie : Rick Huizinga  
Dossier : A0747  
Project : "Geluid in Beeld"  
Betreft : Geluid van N15

Ons kenmerk : Hu.A0747.N02  
Datum : 29 oktober 2007

### Inleiding

In opdracht van Advies- en Ingenieursbureau Kuiper&Burger te Zoetermeer is een akoestisch onderzoek verricht naar de storende invloed van het geluid van de N15/Europaweg op de nog uit te voeren validatiemetingen en geluidmonitoring in het kader van het project "Geluid in Beeld. Het doel hiervan is om te bezien wat de geluidsbijdrage van de N15 is. Hiertoe is er twee keer 90 minuten gemeten op een afstand van 50 meter van de N15, waarvan een keer tijdens de spits. De voorgenomen meting naar de bijdrage van het Hartelkanaal aan het geluidsbeeld is geannuleerd vanwege een verboden toegang. Tijdens het meten zijn indicatieve voertuigtellingen verricht. Op pagina 6 is een luchtfoto van de situatie ter plaatse opgenomen.

**Uitgevoerde metingen door DHV**

Op 5 oktober 2007 zijn door DHV metingen uitgevoerd om de storende invloed van de N15/Europaweg te bepalen. Hiertoe is er op een afstand van ongeveer 50 meter van de weg gedurende twee maal 90 minuten gemeten. De positie van de meetopstelling is voor het weerstation in de groene keet. Eenmaal voor de spits en eenmaal in de spits.

**Omstandigheden**

De metingen zijn verricht onder de volgende omstandigheden:

Meethoogte:	5,0 meter
Wind:	zuidoost 2
Temperatuur:	circa 14 graden Celsius
Bewolgingsgraad:	7 octa's
Meetperiode:	15.00 uur tot 19.00 uur
Meetapparatuur:	Brüel & Kjaer 2260 geluidsanalyzer Brüel & Kjaer 2260 kalibrator

De gehele meetopstelling is zowel voor aanvang als na afloop van de metingen gekalibreerd met behulp van een kalibratiesignaal van 93,9 dB(A) bij 1000 Hz.

Het nabijgeluid ten opzichte van de meetpositie bestaat uit het geluid afkomstig van het verkeer op de N15, de voorbijrijdende goederentreinen en vogels op de hoogspanningsmasten. Het verafgeluid bestaat uit de activiteiten bij de industrie op de Maasvlakte .

De hoogspanningsmasten die zich boven de meetopstelling bevonden hebben geen invloed gehad op de metingen. Er dient wel rekening gehouden te worden met het feit dat vooral bij vochtig weer de hoogspanningsleidingen knetteren met een frequentie van ongeveer 50 Hz.

Tijdens de metingen zijn indicatieve verkeerstellingen uitgevoerd waarbij er een onderscheid is gemaakt tussen personenauto's, middelzwaar vrachtverkeer en zwaar vrachtverkeer.

**Meetresultaten**

In tabel 1 staan de gemeten immissieniveaus aan de N15/Europaweg inclusief het getelde verkeer per meetperiode per categorie. De immissieniveaus zijn gemeten in tertsen.

Tabel 1: De gemeten immissieniveaus en de bijbehorende hoeveelheid verkeer.

Omschrijving meting	tijd	Meettijd (min)	Li dB(A)	Aantallen voertuigen per categorie		
				licht	middel-zwaar	zwaar
kalibratie	14:58:51	0:00:15	93.8			
N15 0-15 min	15:04:49	0:15:25	64.8	240		87
N15 0-30 min	15:04:49	0:30:00	67.5	290	10	130
N15 0-45 min	15:04:49	0:45:00	67.6	250	10	100
N15 0-60 min	15:04:49	1:00:13	67.1	210		90
N15 0-75 min	15:04:49	1:15:00	66.7	130	10	70
N15 0-90 min	15:04:49	1:30:00	66.8	120		80
N15 0-15 min spits	17:17:03	0:15:01	64.1	110	10	130
N15 0-30 min spits	17:17:03	0:30:00	68.2	130	10	170
N15 0-45 min spits	17:17:03	0:45:00	69.0	110	10	210
N15 0-60 min spits	17:17:03	1:00:05	68.2	90		190
N15 0-75 min spits	17:17:03	1:15:00	67.7	130	10	310
N15 0-90 min spits	17:17:03	1:30:00	67.2	80	10	270
kalibratie	18:50:02	0:00:16	93.9			

**Correcties**

De te toetsen equivalente geluidsniveaus  $L_{Aeq}$  kunnen uit de gemeten immissieniveaus worden berekend, door te corrigeren voor stoorlawaai.

$$L_{Aeq} = L_i - C_{stoor}$$

$$\text{Met } C_{stoor} = -10 \log\{1 - 10^{(L_{stoor} - L_i)/10}\}$$

$C_{stoor}$ : Indien het verschil tussen het gemeten immissieniveau en het stoorgeluid (achtergrond) in de omgeving meer dan 10 dB(A) bedraagt behoort hiervoor niet gecorrigeerd te worden.

Tijdens een verkeersluwe periode is tevens het geluidsniveau bepaald en bedroeg 59 dB(A). Dit wordt aangemerkt als  $L_{stoor}$ .

$C_{stoor}$  wordt hiermee afgerond 1 dB.

Zowel voor de spits als tijdens de spits is het gecorrigeerde geluidsniveau gemiddeld 65 dB(A). Dit niveau wordt in de spits voornamelijk veroorzaakt door het zware verkeer, dat in de spits beduidend hoger is dan buiten de spits. Buiten de spits wordt het niveau grotendeels veroorzaakt door de grotere hoeveelheid licht verkeer in vergelijking met de periode in de spits.

De spectrale gegevens van de metingen zijn opgenomen in bijlage 1.



**Conclusies**

Er zijn geluidsmetingen verricht om informatie te verwerven over de storende invloed van het geluid van de N15/Europaweg op de nog uit te voeren validatiemetingen. Het meetpunt is gekozen vlakbij het weerstation.

Hiermee bevindt het meetpunt zich op een afstand van ongeveer 50 meter van de N15 en 740 meter vanaf EMO.

Tijdens een verkeersluwe periode is tevens het geluidsniveau bepaald en bedroeg 59 dB(A).

Hieruit kan worden afgeleid dat het geluidsniveau van de N15/Europaweg gemiddeld 65 dB(A) bedraagt. Deels wordt dit ook veroorzaakt door langsrijdende goederentreinen. Het gesommeerde geluidsniveau van 66 dB(A) wordt dus grotendeels veroorzaakt door het verkeer op de N15 en voor een kleiner deel door de langsrijdende goederentreinen. Het geluidsniveau wat de industrie op de Maasvlakte hieraan bijdraagt is erg klein.

Wat verder opvalt uit de tellingen is het aandeel zwaar verkeer dat in de spits beduidend hoger is dan in de rustige periode overdag, terwijl juist het lichte verkeer in de verkeersluwe periode veel hoger is dan gedurende de avondspits. Mede hierdoor zijn de verschillen in gemeten geluidsniveau in de spits en midden op de dag niet groot.





Brüel & Kjær  
 Sound Analyzer Type 2260  
 Enhanced Sound Analysis SW BZ7202  
 2007 Oct 05  
 Spectrum 1/1-octave:  
 Range

**Bijlage 1**

A0747-04-001  
 EMO N15  
 LAeq

19.9 - 99.9 dB

File	omschrijving	tijd	meettijd	tertsbandmiddenfrequenties											
				16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
File :0001.S1A	kalibratie	14:58:51	0:00:15	---	25.2	25.2	30.8	66.5	93.8	66.8	39.4	---	93.8	93.9	
File :0002.S3A	N15 0-15 min	15:04:49	0:15:25	---	---	---	22.5	29.9	33.2	42.1	42.9	41.3	41.5	42.3	
File :0003.S3A	N15 0-30 min	15:04:49	0:30:00	---	---	---	24.1	31.0	33.8	41.6	43.2	42.6	42.4	44.0	
File :0004.S3A	N15 0-45 min	15:04:49	0:45:00	---	---	---	24.1	30.9	34.0	41.5	43.2	42.8	42.2	44.4	
File :0005.S3A	N15 0-60 min	15:04:49	1:00:13	---	---	---	23.5	30.6	33.8	41.4	43.1	42.5	42.2	44.2	
File :0006.S3A	N15 0-75 min	15:04:49	1:15:00	---	---	---	23.3	30.5	33.8	41.3	43.1	42.3	42.0	43.9	
File :0007.S3A	N15 0-90 min	15:04:49	1:30:00	---	---	---	23.3	30.4	34.0	41.4	43.3	42.5	42.0	43.9	
File :0008.S3A	N15 0-15 min spits	17:17:03	0:15:01	---	---	---	21.6	29.7	32.9	41.2	43.7	39.8	40.1	41.9	
File :0009.S3A	N15 0-30 min spits	17:17:03	0:30:00	---	---	---	21.7	29.4	32.8	41.1	43.1	39.3	41.0	43.4	
File :0010.S3A	N15 0-45 min spits	17:17:03	0:45:00	---	---	---	22.0	29.2	32.9	41.3	42.9	39.8	40.8	43.2	
File :0011.S3A	N15 0-60 min spits	17:17:03	1:00:05	---	---	---	21.7	28.9	32.7	41.3	43.0	39.7	41.1	43.0	
File :0012.S3A	N15 0-75 min spits	17:17:03	1:15:00	---	---	---	21.4	28.8	32.6	41.2	42.9	39.9	40.8	42.9	
File :0013.S3A	N15 0-90 min spits	17:17:03	1:30:00	---	---	---	21.1	28.6	32.4	41.0	42.7	40.2	40.6	42.7	
File :0014.S3A	kalibratie	18:50:02	0:00:16	---	---	---	---	27.4	31.1	27.2	27.5	30.5	32.4	31.3	

achtergrond = 59 dB(A)

tertsbandmiddenfrequenties																			Overload		
200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	A	L	
in octaven																					
46.4	49.1	50.4	52.9	56.6	55.6	56.6	56.0	54.5	53.4	52.3	50.0	46.9	43.8	39.6	34.6	29.3	21.4	---	<b>64.8</b>	78.3	0.0
47.8	50.0	53.8	56.4	57.9	57.5	58.7	58.2	56.9	56.4	55.1	54.2	51.8	54.6	51.5	42.8	35.6	28.8	20.6	<b>67.5</b>	79.2	0.0
48.3	50.8	54.6	57.6	58.2	57.6	58.5	58.1	56.7	56.4	55.3	54.0	51.5	53.3	50.1	41.8	34.9	27.9	---	<b>67.6</b>	79.2	0.0
48.0	50.4	53.9	56.9	57.8	57.3	58.3	57.7	56.3	55.9	54.7	53.3	50.7	52.2	49.0	40.8	34.0	27.0	---	<b>67.1</b>	78.8	0.0
47.7	50.0	53.5	56.4	57.4	57.0	58.1	57.4	56.0	55.5	54.4	52.8	50.2	51.4	48.2	40.2	33.7	26.4	---	<b>66.7</b>	78.7	0.0
47.8	50.0	53.6	56.6	57.7	57.2	58.2	57.6	56.1	55.6	54.6	52.8	50.2	50.9	47.6	40.0	33.5	26.2	---	<b>66.8</b>	79.0	0.0
45.0	46.8	48.9	52.2	55.7	55.0	56.2	55.3	53.9	52.8	51.5	48.9	45.5	42.3	38.1	32.9	27.3	---	---	<b>64.1</b>	80.3	0.0
46.4	49.4	52.9	56.8	60.4	59.7	61.4	59.6	57.1	54.9	53.9	52.6	49.8	46.9	42.7	37.8	32.1	24.5	---	<b>68.2</b>	81.0	0.0
46.3	49.3	53.3	57.1	60.2	60.2	61.8	60.2	58.2	57.2	56.4	55.7	53.6	51.4	48.1	43.1	37.7	30.0	21.2	<b>69.0</b>	81.0	0.0
46.1	48.8	52.6	56.3	59.4	59.4	60.9	59.4	57.4	56.4	55.6	54.7	52.6	50.3	47.0	42.0	36.6	28.9	20.0	<b>68.2</b>	80.6	0.0
45.9	48.5	52.2	55.7	58.9	58.8	60.3	58.8	56.9	55.9	55.0	54.0	51.8	49.5	46.2	41.2	35.8	28.0	---	<b>67.7</b>	80.3	0.0
45.7	48.3	51.8	55.2	58.3	58.3	59.8	58.4	56.5	55.5	54.6	53.5	51.2	48.9	45.5	40.5	35.1	27.3	---	<b>67.2</b>	80.1	0.0
25.3	24.3	31.4	37.0	44.9	48.9	68.5	93.8	68.7	45.5	42.5	33.3	37.9	21.9	23.8	28.2	---	---	30.6	<b>93.9</b>	94.0	0.0

## Bijlage 5: Specificaties Matravit – Oper@

# Oper@-EX



**MANUEL TECHNIQUE / TECHNICAL MANUAL**

## 11. TECHNICAL CHARACTERISTICS

### 11.1. Oper@-EX technical characteristics

Measurement channels			
INPUTS			
Number	1 (2 in option)		
Resolution	24 bits		
Sampling frequency	51.2 kHz		
Analogue input high-pass filter	7.5 Hz, 3 <sup>rd</sup> order, 18 dB/octave		
Bandwidth ( $\pm 0.1$ dB)	14 Hz – 20 kHz ( $- 0.3$ dB 10 Hz)		
Input impedance	1 M $\Omega$		
Reference direction	microphone axis		
Reference range	32-137dBA		
Reference level	94 dB		
Reference frequency	1000 Hz		
Pre-heating duration	10 s		
Input noise in V (Typical)			
A weighting			
- 20 dB	10.2 $\mu$ V (A weighting)		
0 dB	2.8 $\mu$ V (A weighting)		
20 dB	2.6 $\mu$ V (A weighting)		
LIN weighting			
- 20 dB	16.2 $\mu$ V (LIN)		
0 dB	4.67 $\mu$ V (LIN)		
20 dB	4.46 $\mu$ V (LIN)		
Input noise in dB (Typical for a 50 mV <sub>rms</sub> /Pa calibration)			
A weighting			
- 20 dB	22 dBA		
0 dB	12 dBA		
20 dB	11 dBA		
LIN weighting			
- 20 dB	26,2 dBLin		
0 dB	20 dBLin		
20 dB	20 dBLin		
Full-scale input in V <sub>rms</sub> / V <sub>cc</sub>			
	Gain	RMS	Peak
	- 20 dB	> 8.39 V <sub>rms</sub> < 8.48 V <sub>rms</sub>	> 23.7 V <sub>pp</sub> < 24 V <sub>pp</sub>
	0 dB	> 0.84 V <sub>rms</sub> < 0.85 V <sub>rms</sub>	> 2.37 V <sub>pp</sub> < 2.4 V <sub>pp</sub>
	20 dB	> 0.084 V <sub>rms</sub> < 0.085 V <sub>rms</sub>	> 0.23 V <sub>pp</sub> < 0.24 V <sub>pp</sub>
Transducer power supply (for both channels)			
GRAS outdoor microphone (e.g., 41CN/41AM)	15 V ( $\pm 0.5$ V) I <sub>max</sub> = 500 mA		
Preamplifier (e.g., PRE21S, PRE21W)	28 V ( $\pm 1$ V) I <sub>max</sub> = 23 mA		
IEPE transducer	2.5 mA		
AUTOMATIC CALIBRATION			
Actuator	GRAS 41AM		
Voltage insertion	PRE21A, PRE21W, GRAS 41AM		
ANALOGUE OUTPUTS			
Number	2		
Resolution	24 bits		
Sampling frequency	51.2 kHz		
Output voltage	20 V <sub>pp</sub>		
Bandwidth ( $\pm 0.1$ dB)	1 Hz – 20 kHz		



<b>SPECIFICATIONS</b>	
Frequency weightings	A, B, C, Z in //
Time constants	S, F, I in //
Linearity domain	105 dBA
Elementary integration time	100 ms
<b>Descriptors</b>	
Descriptors	Leq, Lp, Lpk in //
Statistical indices	Yes
Frequency analysis	1/3 octave in Leq or LSp or LFp or LIp
Spectrum bandwidth	12.5 Hz – 20 kHz
Spectrum dynamic range	90 dB
<b>Conditioning</b>	
Conditioning	0V/IEPE
<b>Calibration</b>	
Calibration	Actuator/voltage insertion/manual
<b>STORAGE</b>	
Compact Flash	128 MB
<b>OPTIONS</b>	
MPEG 1/2 Layer 3 (MP3) storage	Yes (1 channel to select)
Trigger	On level/on event
Psycho-acoustics	PnL, PnLT, PSIL, SIL4, SIL3
Compact Flash	Up to 1 GB (contact us)

<b>EXTERNAL INTERFACES</b>	
<b>LAN interface</b>	
Compliant with IEEE-802.3, 10baseT	
Connector	- 6-Pin ODU - RJ45 with CTC002-5m cable
<b>RS232-USB interface</b>	
	- RS232: $\pm 5.0$ V compliant with EIA/TIA-232 - USB compliant with USB 1.1 standard
Connector	8-pin ODU
RS232	SUB-D9 connector with CTC003-5m cable
USB	- USB-A connector with CTC004-2m cable - USB power supply +5 V at 750 mA and shared with 2 <sup>nd</sup> USB power supply and TTL-IO
<b>TTL-IO channel interface</b>	
Connector	8-pin ODU
<b>TTL-IO</b>	
Number	4 (programmable as input or output)
Input	$V_{inH}$ = TTL up to 5 V (protected), pull-up resistance (100 k $\Omega$ ) at 3.3 V
Output	$V_{outH}$ = 3.3 $V_{max}$ with 100 $\Omega$ serial resistance
+5 V power supply	+5 V ( $\pm 0.2$ V), at 750 mA max (shared with +5 $V_{USB}$ )
<b>Slow measurement channel</b>	
Number	2
Resolution	11 bit
Sampling rate	1 Hz / 10 Hz
$V_{in\ max}$	20.44 V
$V_{in\ min}$	0 V
Input impedance	100 k $\Omega$
<b>Modem interface</b>	
RTC/ISDN	RTC: V32, V34, V92 compatible ISDN: EuroISDN DSS1 compatible
Connector	5-pin ODU RJ11 with CTC001-xxm
GSM	Dual-band 900/1800 MHz GSM: class 1, class 2 compatible
GSM (US)	Dual-band 950/1900 MHz GSM: class 1, class 2 compatible
<b>INTERNAL INTERFACES</b>	
<b>2<sup>nd</sup> master USB interface</b>	
	Compliant with USB 1.1 standard USB power supply +5 V at 750 mA and shared with 1 <sup>st</sup> USB power supply and TTL-IO
Connector	USB-A
<b>VGA interface</b>	
Connector	Standard VGA connector SUB-D15
<b>SIM-card interface</b>	
Connector	Compliant with GSM 11.11 6-pin basic with eject push-button and Slide-In card
<b>Compact-Flash-card interface</b>	
Connector	Compliant with CFA, Type I standard Compact Flash Type I 50-pin connector with eject button

### 11.2. Microphones

Oper@-Ex uses several types of microphones.

The features of the **MCE 212** microphones are as follows:

Characteristics	MCE 212	Unit
Class	1	-
Type	½ p free field	-
Rated sensitivity (250 Hz)	50	mV / Pa
Frontal volume	50	mm <sup>3</sup>
Maximum level (3% distortion)	146	dB
Static pressure coefficient	-0.008	dB / kPa
Temperature coefficient	0.01	dB / °C
Maximum temperature	70	°C
Polarisation	0	V
Capacity	20	pF
Diameter	13.2	mm
Length	16.2	mm
Weight	9	g

The features of the **G41AM** microphone unit are as follows:

Characteristics	G41AM	Unit
Class	1	-
Type	External unit CL	-
Rated sensitivity ( 250 Hz )	50	mV/Pa
Maximum level ( 3 % distortion )	156	dB
Static pressure coefficient	- 0.007	dB/mbar at 250 Hz
Temperature coefficient	- 0.007	dB/C° at 250 Hz
Maximum temperature	50	°C
Length	250	mm
Weight	1200	g

**11.3. Preamplifier - PRE21W**

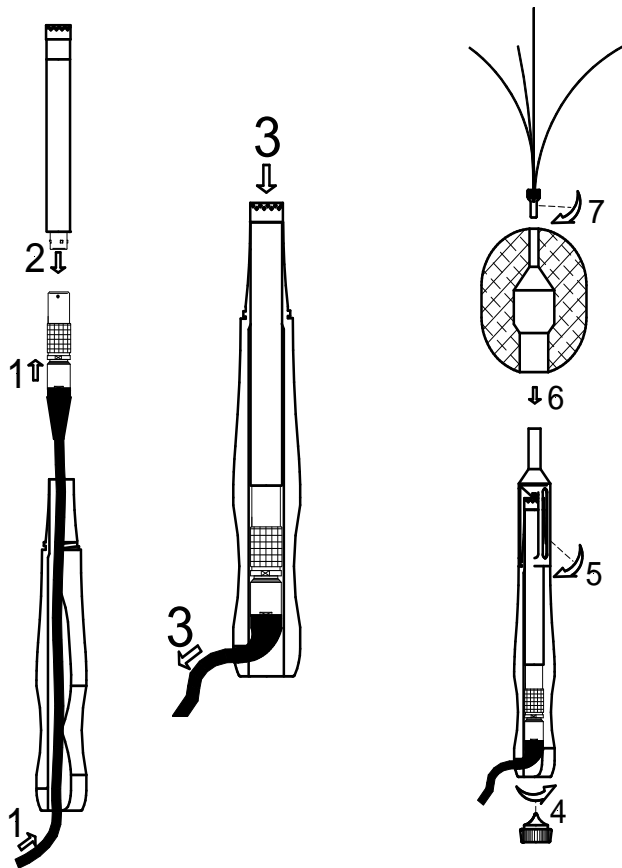
Characteristics		PRE21S/PRE21A	Unit
Supply voltage		10 - 40	V
Supply power		< 1	mA
Input resistance		> 50 G	$\Omega$
Input capacitance		< 0,2	pF
Output capacitance (for any f)		< 100	$\Omega$
Bandwidth		2 - 200 k	Hz
Type RAL122-100M extension cable		2 - 20 k	Hz
Background noise		< 3 (in dBA ) < 15 (Lin 22 Hz-200 kHz )	$\mu$ V $\mu$ V
Gain (with 20 pF capacitance adapter)		-0,2	dB
Polarisation voltage		0/200	V
Output charge capacitance		< 20	nF
Diameter		12.7	mm
Length		100	mm
Weight		30	g
Temperature	Operation	-15/+60	$^{\circ}$ C
	Storage	-25/+70	$^{\circ}$ C
Hygrometry	Operation	0/90	%
	Storage	0/95	%

PRE21S/PRE21A	
Output connector	LEMO-type pin / ref.: FGG1B307CLAZZZ
Output connector pinning	<p>The diagram shows a circular 7-pin LEMO connector. The pins are numbered 1 through 7. Pin 1 is labeled '(Positive supply) V+'. Pin 2 is labeled 'NC (TEDS reserved)'. Pin 3 is labeled 'Calibration'. Pin 4 is labeled '(Negative supply) V-'. Pin 5 is labeled 'SIGNAL'. Pin 6 is labeled 'HT (200V)'. Pin 7 is labeled 'Ground'. There is also a 'Ground' label pointing to the outer shell of the connector.</p>

### 11.4. Weather screen - BAP21

**BAP21** consists of a stainless steel tube, a grid-supporting head, and a windscreen equipped with bird spikes. This accessory is designed for outdoor measurements since preamplifiers and microphones are protected against any weather. The shape of the protection tube was designed to provide **BAP21** with acoustical properties compliant with the requirements of metrological precision classes.

#### Assembly Diagram



- 1) Unscrew the fixing screw of the protection tube. Insert the cord with the socket into the protection tube.
- 2) Connect the preamplifier to the microphone using the plug.
- 3) Slide the microphone-preamplifier set into the protection tube until you reach the end of the tube.
- 4) Place the cord in the notch and screw the cap to close the protection tube and block the cable into place. Check that the microphone is correctly positioned.
- 5) Screw the black grid prop on the protection tube to cover up the microphone. Check all elements are lined up and do not force any element into place (be careful with the microphone).
- 6) Carefully place the windscreen on top of the black grid prop.
- 7) Screw the bird spikes on and fix the sliding ring.
- 8) Screw the whole set on the tripod.

### 11.5. Performance of the MP3 coding card

#### Variable Bit Rate Encoding

The encoder uses Variable Bitrate Encoding (VBR) to realize optimal compression of the audio data. The setting of a fixed bitrate is replaced with setting a quality level that preserves audio quality in critical sections and enhances compression otherwise.

The minimum bitrate (in case of digital zero samples) is 32 kbit/s for MPEG 1 and 8 kbit/s for MPEG 2. The maximum bitrate is 192 kbit/s for MPEG 1 and 160 kbit/s for MPEG 2. This theoretically holds for all quality settings, but experience shows that the maximum rate does not vary too much from the average bitrate.

Q- settings	Fs kHz	48	44.1	32	24	22.05	16	12	11.025	8
	All values are expressed in kbit/s									
0		71	65	47	36	35	25	19	17	13
1		74	68	49	39	38	28	21	19	14
2		79	73	54	41	40	29	22	20	16
3		87	80	59	46	45	33	25	22	17
4		98	90	67	51	50	36	27	25	19
5		114	105	79	62	60	44	33	30	23
6		136	125	94	77	75	54	41	37	29
7		152	140	105	95	90	65	49	45	35

Table 1: Average bit rate for the P135 MP3-Encoder module (mono, grew: values given by datasheet)

Fs kHz	48	44.1	32	24	22.05	16	12	11.025	8
	All values are expressed in kHz								
PassBand/kHz	22	20	14	10	8	7	5	4.5	3.5

Table 2: Average pass band vs. sample rate

### **11.6. Weather module – Reinhard MWS 5MV**


A weather station can be interfaced with the OPER@-EX station for parallel measurement and storage of weather data. This accessory is available as an option.

The weather station (with built-in microprocessor) includes 5 integrated transducers and performs secure data transfer based on a RS232C protocol.



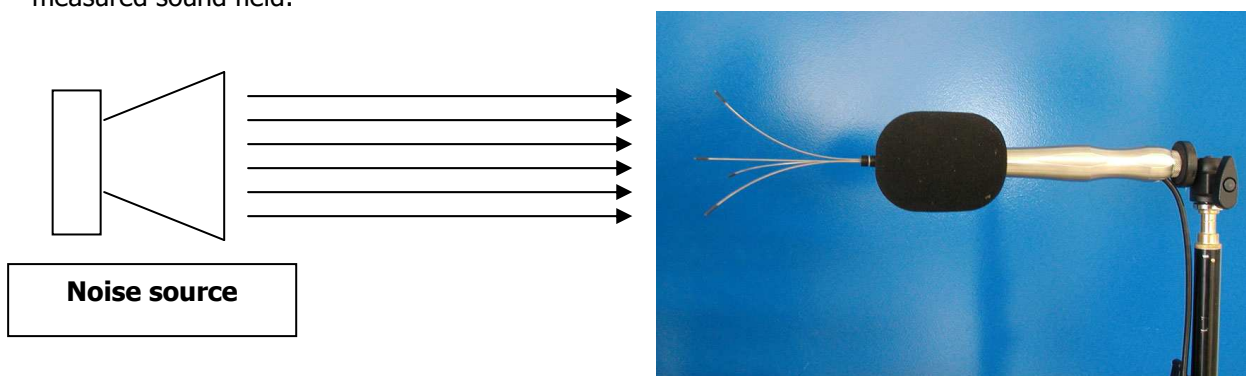
The following magnitudes are measured by the weather station:

- Temperature
- Atmospheric pressure
- Wind speed
- Wind direction
- Hygrometry
- Pluviometry (option)

 *The weather module can be activated through a licence number after connection of the weather station using the cable provided. Please refer to Chapter **Accessory or Option** of this manual for more details on the cables provided.*

### **11.7. Position : Instrument / noise source**

Optimal position of the instrument and the operator to the microphone, that reduce the influence of the measured sound field:



### **11.8. Electric output impedance**

Limit of the electric impedance that can be connected to the output connectors: > 1 Ohm

### **11.9. Electric substitution impedance**

Electric substitution impedance to the microphone for tests: 15 pF

### **11.10. Conditions ambiantes de référence**

- Ambient temperature: 23°C
- Static pressure: 101,325 kPa
- Relative humidity: 50 %

### **11.11. Environment**

- Storage relative humidity: 95 % RH
- Storage temperature: 0°C +50°C
- Operating temperature: -20°C/+60°C
- Magnetic field influence: not significant
- Humidity influence: compliant with standard
- Static pressure influence: compliant with the standard requirements
- Electromagnetic compatibility: According to Directive 89/336/CEE



## Bijlage 6: Meteo- akoestisch model validatie en toepassing

Toepassingen en validatie van een meteorologisch-  
akoestisch model voor de overdracht van industriegeluid  
naar Oostvoorne, TNO-rapport MON-RPT-033-DTS-2008-  
04158

Stieltjesweg 1  
Postbus 155  
2600 AD Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 15 269 20 00  
F +31 15 269 21 11  
[info-ienT@tno.nl](mailto:info-ienT@tno.nl)

## TNO-rapport

**MON-RPT-033-DTS-2008-04158**

Toepassing en validatie van een meteorologisch-  
akoestisch model voor de overdracht van  
industriegeluid naar Oostvoorne

Datum	28 september 2009
Auteur(s)	Frits van der Eerden Ando Randrianoelina Dick Kaptein Frank van den Berg
Opdrachtgevers	Havenbedrijf Rotterdam NV Milieudienst Rijnmond DCMR Europees Massagoed Overslagbedrijf EMO
Projectnummer	033.12707
Aantal pagina's	40 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2008 TNO

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beschrijving meteorologisch-akoestisch model.....</b>	<b>5</b>
2.1	Meteorologische model .....	6
2.2	Akoestische model .....	8
<b>3</b>	<b>Beschrijving kunstbronmetingen .....</b>	<b>11</b>
3.1	Bronsterkte metingen .....	11
3.2	Meteorologische metingen en berekeningen .....	13
3.3	Geluidmetingen .....	16
<b>4</b>	<b>Vergelijking berekeningen en metingen .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Toepassing model rond perioden met klachten .....</b>	<b>24</b>
5.1	Meteorologisch-akoestische parameter: $\Delta c_{\text{effectief}}$ .....	24
5.2	Geluidoverdracht .....	27
<b>6</b>	<b>Conclusies.....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Ondertekening .....</b>	<b>32</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Resultaten geluidmetingen	
	B Resultaten meteorologisch-akoestisch model	

# 1 Inleiding

Het project “Geluid in Beeld” heeft tot doel meer inzicht te krijgen in de hinderbeleving in Oostvoorne tengevolge van industriegekluid van de Maasvlakte/Europoort, zie Figuur 1 en [www.geluidinbeeld.nl](http://www.geluidinbeeld.nl). Hiertoe wordt onder andere gekeken naar de geluidsoverdracht. Het project is een initiatief van het Havenbedrijf Rotterdam, DCMR en EMO. De organisatiestructuur is weergegeven in Figuur 2.

Twee projectonderdelen zijn nauw gerelateerd en worden in dit rapport besproken:

1. Het meteorologisch-akoestisch model en de toepassing voor de berekening van de geluidsoverdracht van de Maasvlakte/Europoort richting Oostvoorne;
2. Het uitvoeren van kunstbronmetingen ter validatie van het model.

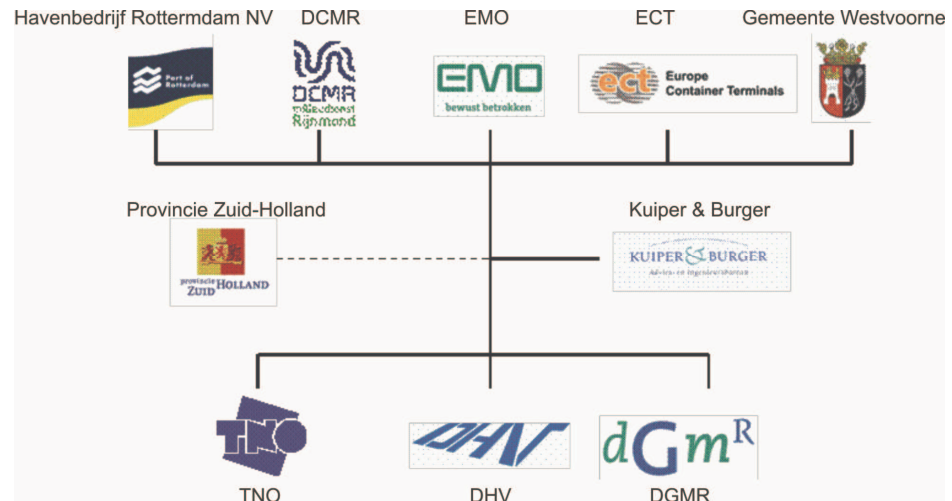
Met het meteorologisch-akoestische model kan de geluidsoverdracht bij de actuele weersomstandigheden worden berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met:

- a) Meteorologische factoren, zoals wind en temperatuur. Maar ook factoren zoals vochtinhoud, bewolgingsgraad en bodemtype (bijvoorbeeld: bebouwing, water, vegetatie);
- b) Akoestische factoren, zoals de mate van geluidabsorptie door de verschillende bodemtypes en de afbuiging van geluidstralen als gevolg van horizontale en verticale variatie van wind en temperatuur.



Figuur 1. Luchtfoto van het gebied tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne. Aangegeven zijn de 2 posities van de kunstbron, van de microfoons en van de 2 meteomasten.

Voor de kunstbronmetingen zijn op twee aansluitende meetdagen, op 21 en 22 mei 2008, metingen uitgevoerd. Voor de kunstbron op de Maasvlakte/Europoort is een array van 16 luidsprekers gebruikt en langs 3 meetlijnen is met microfoons op verschillende afstanden tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne gemeten (zie figuur 1).



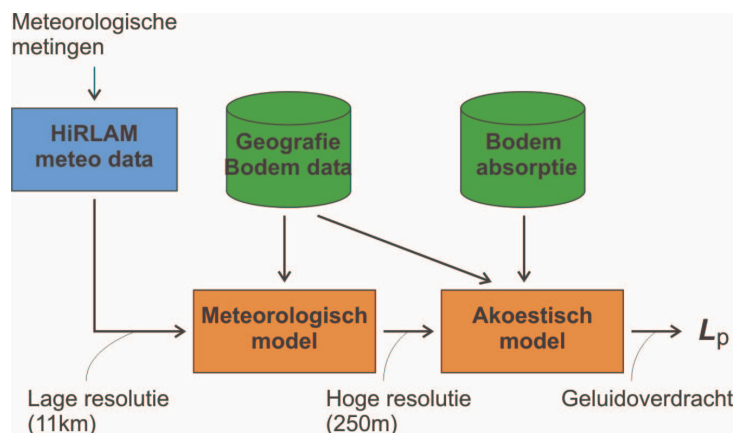
Figuur 2. Organisatiestructuur van de Geluid in Beeld deelnemers.

Dit rapport beschrijft in hoofdstuk 2 het meteorologisch-akoestisch model. In hoofdstuk 3 worden de metingen met een kunstbron beschreven. Hoofdstuk 4 geeft een vergelijking van berekenings- en meetresultaten. In hoofdstuk 5 ten slotte, wordt het meteorologisch-akoestisch model gebruikt om een relatie tussen berekeningsresultaten en gerapporteerde klachten te onderzoeken.

## 2 Beschrijving meteorologisch-akoestisch model

De meteorologische situatie langs de kust, of in de buurt van een meer, kan complex zijn vanwege de grote temperatuurverschillen tussen de land- en wateroppervlakken. Om in een dergelijk gebied de geluidvoortplanting over grote afstanden te berekenen, typisch tussen de 1 en 15 km, is een akoestisch model noodzakelijk waarmee in detail de invloed van de meteorologie kan worden meegenomen. Voor een gedetailleerde beschrijving van de meteorologie wordt gebruik gemaakt van een meteorologisch model.

Het gebied rond de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne wordt gekenmerkt door veel land-water overgangen. Het effect van variaties in de wind- en temperatuurprofielen op de geluidoverdracht kan niet met een standaard rekenmethode worden bepaald. In Figuur 3 is meteorologisch-akoestisch model schematisch weergegeven.

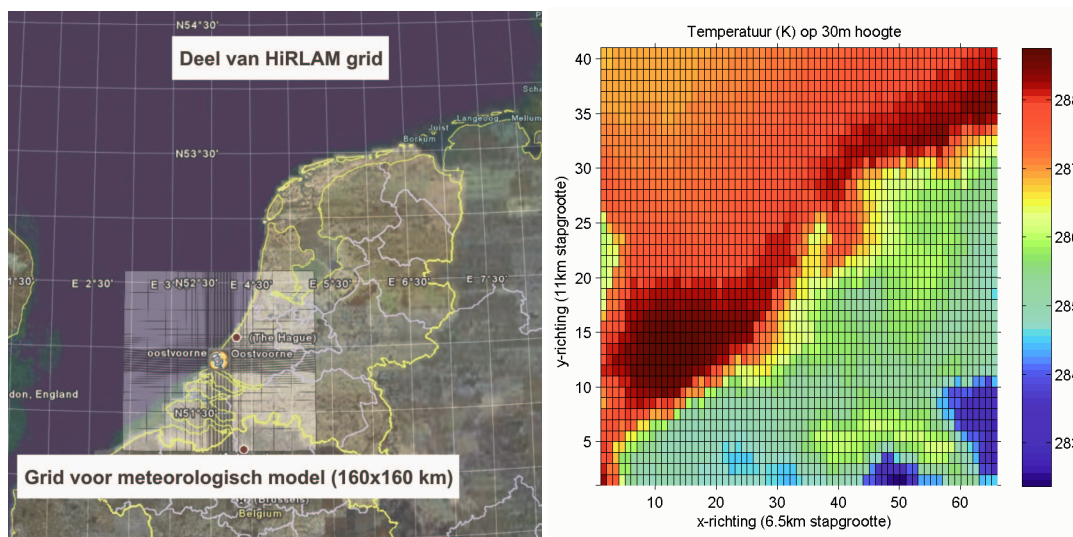


Figuur 3. Schematische weergave van het meteorologisch-akoestisch model.

Het meteorologische model wordt gevoed met zogenaamde HiRLAM data (High Resolution Limited Area Model), zoals onder andere gebruikt door het KNMI voor weersvoorspellingen. De horizontale resolutie van de HiRLAM data is 11 km (0.1 graad NB) en bestrijkt het gebied tussen de oostkust van Noord-Amerika, de Sahara, the Oeral, en de Noordpool. In de verticale richting (hoogte) worden 60 niveaus gebruikt tussen 30 m en 30 km.

Figuur 4 geeft het gebied weer met het deel van de HiRLAM data dat wordt gebruikt voor het meteorologische model. In het rechter deel is een voorbeeld van de temperatuurverdeling getoond, op 30 m hoogte. De resolutie van de HiRLAM data is te beperkt om de land-water overgangen in het gebied tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne weer te geven, alsmede de variatie van wind- en temperatuurprofielen tussen een bron en een ontvanger. Daarom is een meer gedetailleerd meteorologisch model nodig met een fijner grid.

In de linker figuur is ook het fijnere grid van het meteorologische model getoond. Dit model beslaat een gebied van 160 bij 160 km en is gecentreerd rond Oostvoorne. In de volgende paragraaf wordt dit model nader besproken.



Figuur 4. Links: Weergave van HiRLAM grid, met daarin het grid voor het meteorologisch model. Rechts: Temperatuur volgens de HiRLAM data op 10 juli 2007 om 0:00 uur UT.

## 2.1 Meteorologische model

Het meteorologische model is oorspronkelijk ontwikkeld voor de bestudering van een zee wind effect in een getijde gebied. Het is een drie-dimensionaal meso-schaal model ontwikkeld door dr. A.G.C.A. Meesters aan de Vrije Universiteit van Amsterdam [1].

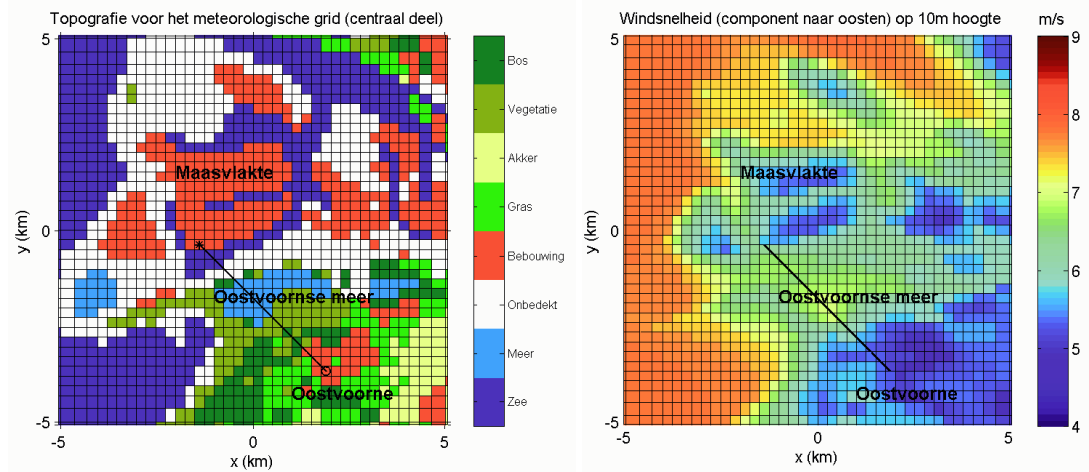
In het horizontale vlak bestaat het meteorologische model uit 64 bij 64 cellen. De grootte van de cellen neemt toe richting de randen van het grid. Het centrale deel van het grid is weergegeven in Figuur 5. Een cel heeft daar een grootte van 250 bij 250 m. Het meteorologische model wordt via de randen aangedreven door de data uit het HiRLAM model. Op deze manier wordt grootschalige weersinformatie doorgegeven aan het meer gedetailleerde meteorologische model. Daarbij wordt voornamelijk gebruikt gemaakt van de zogenaamde “nul-uurs data”. Dit is de meest betrouwbare HiRLAM data omdat hiervoor gebruik is gemaakt van beschikbare meteorologische metingen (zie ook Figuur 3). Voor voorspellende berekeningen kan HiRLAM data tot 48 uur vooruit worden gebruikt.

Het meteorologische model berekent de temperatuur, windsnelheid en relatieve vochtigheid in de cellen. Het model heeft een gedetailleerde beschrijving van de topografie, alsmede parameters voor de warmte en vochthuishouding van de verschillende bodemtypes. Voor gewassen wordt onderscheid gemaakt tussen de situatie in de winter en de zomer.

In het rechter deel van Figuur 5 is als voorbeeld de berekende windsterkte weergegeven. Het model voorspelt op 10 m hoogte hogere windsnelheden boven zee en het Oostvoornse meer dan boven het land, als gevolg van de lagere ruwheid van wateroppervlakken.

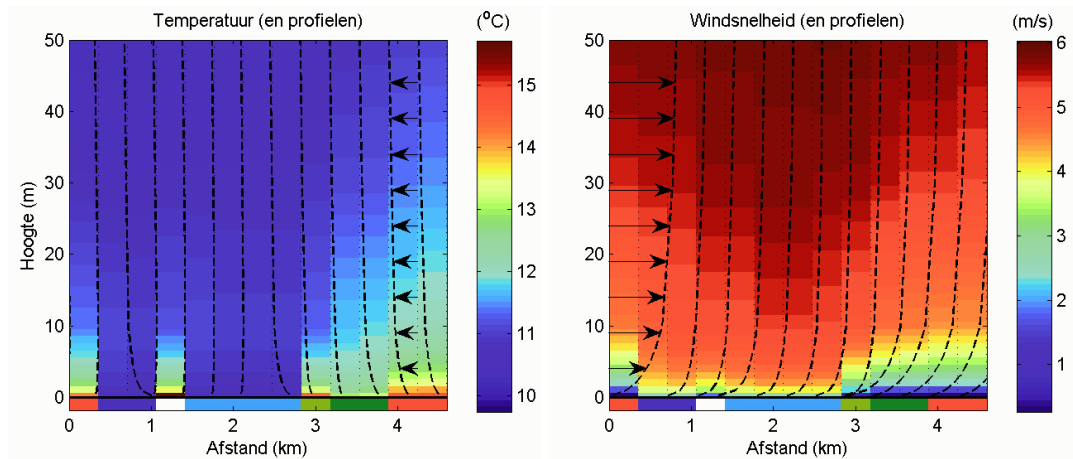
Voor de berekeningen met het akoestische model zijn de wind- en temperatuurprofielen langs het pad van de geluidvoortplanting nodig; tussen de bron en de ontvanger. In

Figuur 5 is zo'n pad tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne met een zwarte lijn weergegeven.



Figuur 5. Links: Weergave van centrale deel van het meteorologische grid. De zwarte lijn onder een hoek van 45 graden is een voorbeeld van een geluidpad zoals gebruikt voor het akoestische model. Rechts: Windsterkte volgens het meteorologische model op 25 februari 2007 om 21:00 uur UT.

Figuur 6 geeft een voorbeeld van de verdeling van de temperatuur en de windsnelheid in het verticale vlak langs het geluidpad uit Figuur 5, als functie van de afstand en hoogte. Op de horizontale as zijn de verschillende bodemtypes aangegeven volgens de topografie uit Figuur 5.



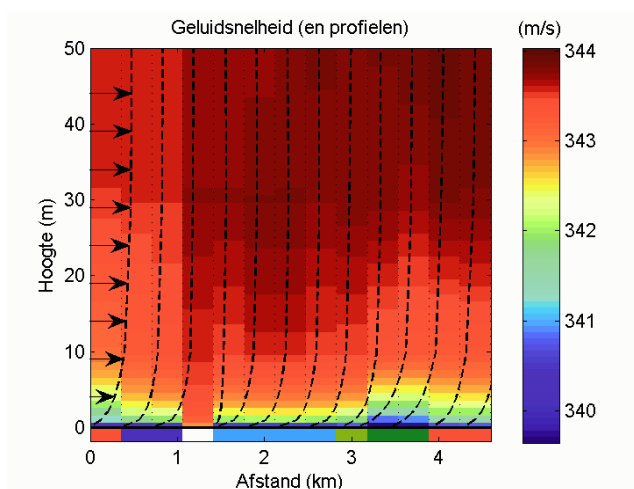
Figuur 6. Links: temperatuur als functie van afstand en hoogte. Gestreepte lijnen geven de temperatuurprofielen weer. Rechts: windsnelheid als functie van afstand en hoogte. Tijdstip: 25 februari 2007, 21:00 uur UT.

Voor het akoestische model wordt de atmosfeer gerepresenteerd door de *effectieve geluidsneldheid*, als functie van de afstand en hoogte. De geluidsneldheid is gerelateerd aan de windsnelheid, windrichting en temperatuur volgens:

$$c_{\text{effectief}} = c_0 \sqrt{T/T_0} + v \cos(\phi) \quad (1)$$

met  $c_0 = 331.6$  m/s,  $T_0 = 273$  K,  $v$  de windsnelheid en  $\phi$  de hoek tussen de windrichting en het geluidpad. Figuur 7 geeft ter illustratie de verdeling van de effectieve geluidsneldheid weer zoals die zich voordeed op 25 februari 2007 om 21:00 uur.





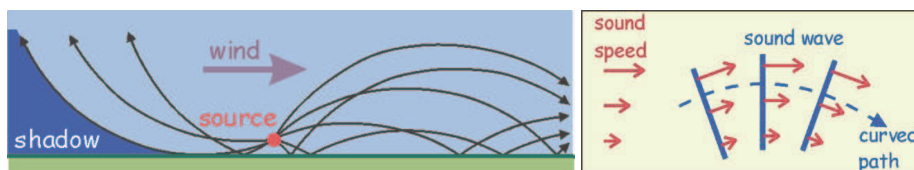
Figuur 7. Effectieve geluidsnelheid als functie van hoogte en afstand. Gestreepte lijnen geven de geluidsnelheidprofielen weer. Tijdstip: 25 februari 2007, 21:00 uur.

Het effect van de geluidsnelheidprofielen op de geluidsoverdracht wordt besproken in de volgende paragraaf.

## 2.2 Akoestische model

Om de *geluidsoverdracht* tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne te bepalen wordt gebruik gemaakt van een berekeningsvlak tussen de bron en de ontvanger. Dit is een twee-dimensionale dwarsdoorsnede uit het drie-dimensionale meteorologische model.

De invloed van de atmosfeer op de geluidsoverdracht wordt bepaald door de effectieve geluidsnelheid. Een neerwaartse kromming van geluid vindt plaats als de effectieve geluidsnelheid toeneemt voor hogere luchtlagen, en andersom (zie Figuur 8).



Figuur 8. Voorbeeld van de invloed van de effectieve geluidsnelheid op de geluidvoortplanting.

Een dwarswind component heeft geen effect op de geluidvoortplanting, ook al varieert deze als functie van de hoogte. Hetzelfde geldt voor een verticale component. Beide staan loodrecht op de geluidvoortplantingsrichting en zullen de effectieve geluidsnelheid in het overdrachtsvlak niet beïnvloeden.

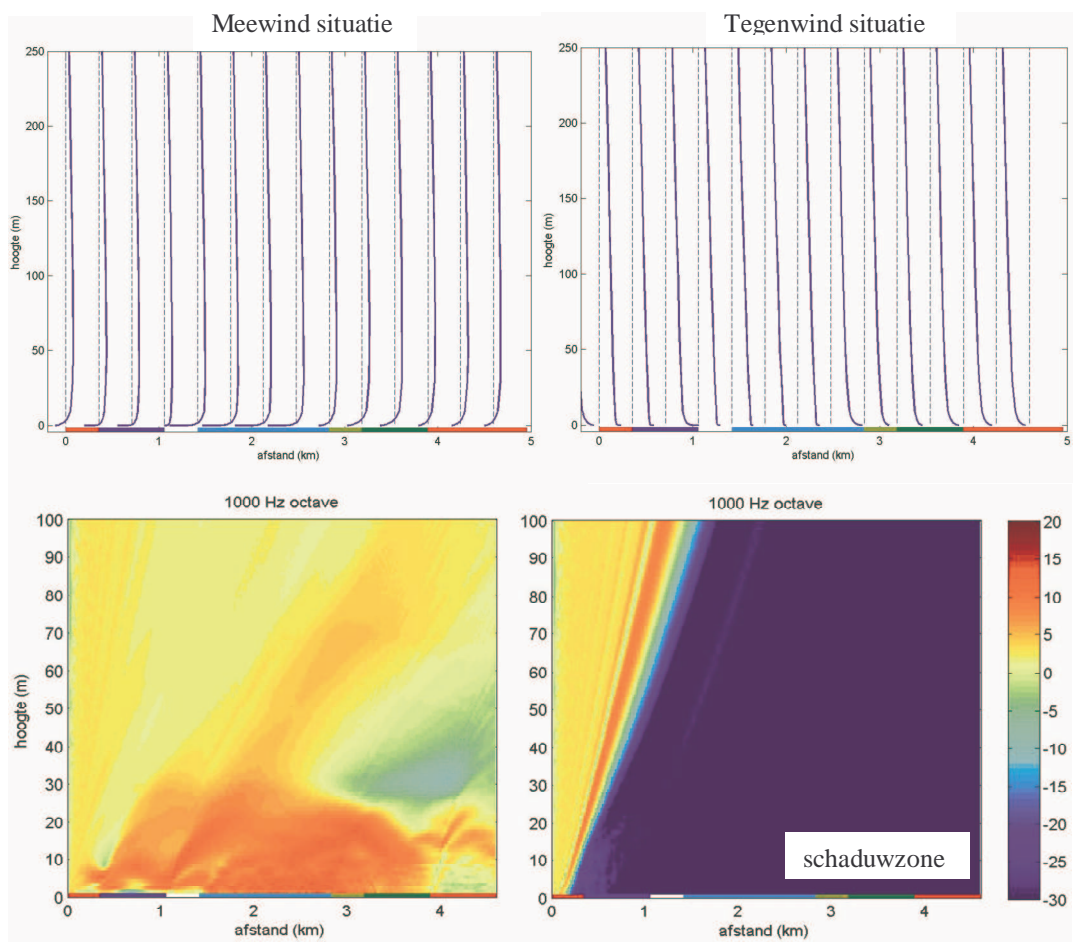
Het akoestische model is gebaseerd op het GFPE model (Green's Function Parabolic Equation, [2]). Dit model berekent als functie van de hoogte  $z$ , de afstand  $x$ , en de frequentie  $f$ , de geluidsoverdracht, genoteerd als  $D_{\text{excess}}(f, x, z)$ .

De geluidsoverdracht  $D_{\text{excess}}$  wordt bepaald door de invloed van bodemreflecties en de kromming van geluidstralen door wind- en temperatureffecten. In het algemeen varieert

deze geluidoverdracht tussen de +15 en -15 dB, waarbij +15 dB een forse versterking van de geluidoverdracht betekent.

In Figuur 9 staan twee voorbeelden van berekeningsresultaten in een berekeningsvlak tussen de Maasvlakte/Eurpoort en Oostvoorne. De bovenste figuren geven de effectieve geluidsnelheid-profielen weer zoals berekend met het meteorologische model. Hiervan is het linker figuur representatief voor een “meewind” situatie; de geluidsnelheid neemt toe met de hoogte (hier tot 100m). Het rechter figuur vertegenwoordigt een “tegenwind” situatie.

De onderste figuren geven de berekende *geluidoverdracht* weer, in dB voor de 1000 Hz octaafband, als functie van de afstand en de hoogte. Op een afstand van 4 km van de bron is de geluidoverdracht voor de meewind situatie in de orde grootte van +5 dB, terwijl voor de tegenwind situatie een overdracht van minder dan -20 dB wordt berekend. In de praktijk zullen waarden beneden de -20 dB niet voorkomen omdat turbulentie in de atmosfeer voor verstrooiing van geluid zorgt richting de schaduwzone.



Figuur 9. Twee voorbeelden van het effect van de effectieve geluidsnelheid op de geluidoverdracht.  
 Linksonder: berekende geluidoverdracht in dB als functie van de afstand en de hoogte (1000 Hz)  
 Linksonder: berekende geluidoverdracht in dB als functie van de afstand en de hoogte (1000 Hz)  
 Rechter figuren: idem, voor een 'tegenwind' situatie.

Het *immissieniveau*, weergegeven als het equivalente geluidniveau  $L_{eq}$ , wordt vervolgens bepaald door de som van het bronniveau  $L_{bron}$  en de geluidoverdracht  $D_{excess}$  te verminderen met de geometrische uitbreiding  $D_{geo}$  en de luchtdemping  $D_{alu}$ :

$$L_{eq}(f) = L_{bron}(f) - D_{geo} - D_{alu}(f) + D_{excess}(f) \quad (2)$$

De geometrische uitbreiding is gelijk aan  $10 \log(4\pi R^2)$ , met  $R$  de afstand tussen de bron en de ontvanger.

De geluidoverdracht  $D_{excess}$  is afhankelijk van de frequentie. Indien er bijvoorbeeld een absorberende bodem aanwezig is tussen de bron en de ontvanger, dan worden in het algemeen de hogere frequenties beter geabsorbeerd dan de lagere frequenties.

De luchtdemping is eveneens frequentie-afhankelijk. In het model worden de dempingswaarden uit ISO norm 9613-1 gebruikt. De luchtdemping hangt voornamelijk af van de temperatuur en de luchtvochtigheid. Hogere temperaturen zorgen voor een grotere luchtdemping.

Ook het bronniveau is frequentie-afhankelijk. Indien  $L_{bron}$  is gegeven in dB(A) dan volgt de spectrale verdeling van het immissieniveau  $L_{eq}$  eveneens in dB(A).

### 3 Beschrijving kunstbronmetingen

Op 21 en 22 mei 2008 zijn kunstbronmetingen uitgevoerd voor de validatie van het meteo-akoestisch model. Als kunstbron is een array van 16 luidsprekers gebruikt, zie Figuur 10. Deze bron is op twee lokaties ingezet zoals weergegeven in Figuur 1. Geluidmetingen zijn langs 3 meetlijnen uitgevoerd:

- voor meetlijn 5 op 3 lokaties,
- voor meetlijn 2 op 4 lokaties en 2 dagen,
- voor meetlijn 3 op 3 lokaties.

In Tabel 1 zijn de meettijden voor de verschillende bronlokaties en langs de verschillende meetlijnen weergegeven.

In de volgende 3 paragrafen worden de resultaten beschreven van achtereenvolgens:

1. de kunstbronmetingen om de bronsterkte te bepalen,
2. de meteorologische metingen om het meteorologische deel van het model te valideren,
3. de geluidimmissie metingen om het akoestische deel van het model te valideren.

Tabel 1. Kunstbronmetingen: combinaties van bronlokaties, meetlijnen en tijdstippen.

Bronlokatie	Meetlijn	Dag-deel	Start-tijd	Eind-tijd
1	5	21 mei 'middag'	13:22	16:40
2	3	21 mei 'avond'	20:18	21:12
1	2	21 mei 'nacht'	22:30	23:02
1	2	22 mei 'middag'	12:50	15:28

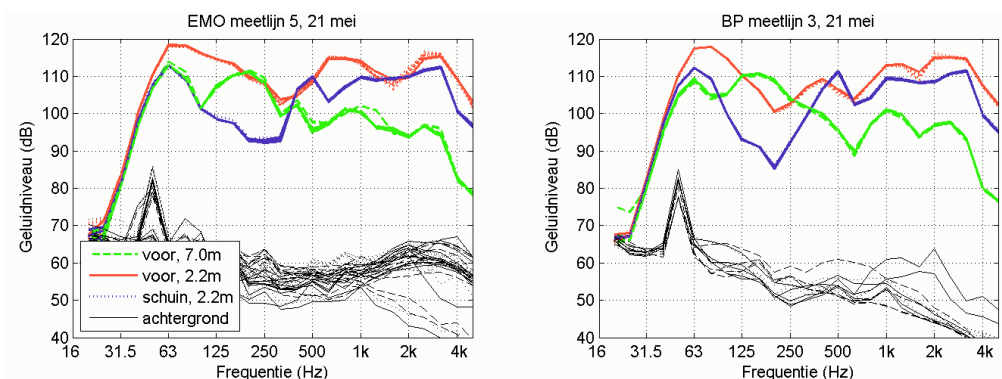


Figuur 10. Kunstbron: array van 16 luidsprekers op een vrachtwagen.

#### 3.1 Bronsterkte metingen

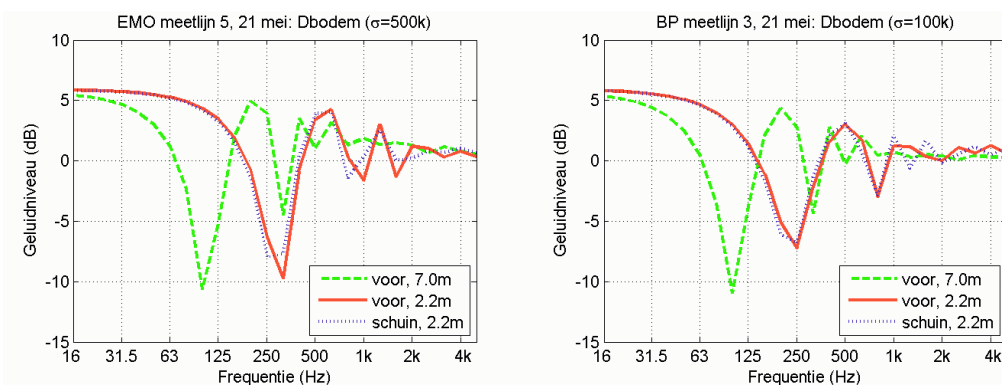
Om de bronsterkte van de 16 luidsprekers te bepalen zijn op een afstand van rond de 20 m drie microfoons geplaatst. Twee microfoons stonden recht voor de bron op een hoogte van 2.2 m en 7.0 m. De hoogte van 2.2 m komt overeen met de hoogte van het centrum van de 16 luidsprekers. Tevens stond er een microfoon schuin voor het

broncentrum, onder een hoek van 30 graden en op een hoogte van 2.2 m. De gemeten geluidniveaus ter hoogte van de drie microfoons zijn spectraal weergegeven in Figuur 11. Het linker figuur toont de metingen op “bronlokatie 1” (EMO) het rechter figuur is voor “bronlokatie 2” (BP). Het is goed te zien dat het uitgestuurde signaal tussen de 63 en 4000 Hz ligt. De microfoon recht voor de bron geeft de hoogste niveaus.



Figuur 11. Geluidmetingen, met 3 microfoons, op een afstand van 17 tot 20m van het luidsprekerarray. Meerdere lijnen van dezelfde kleur geven verschillende metingen weer.

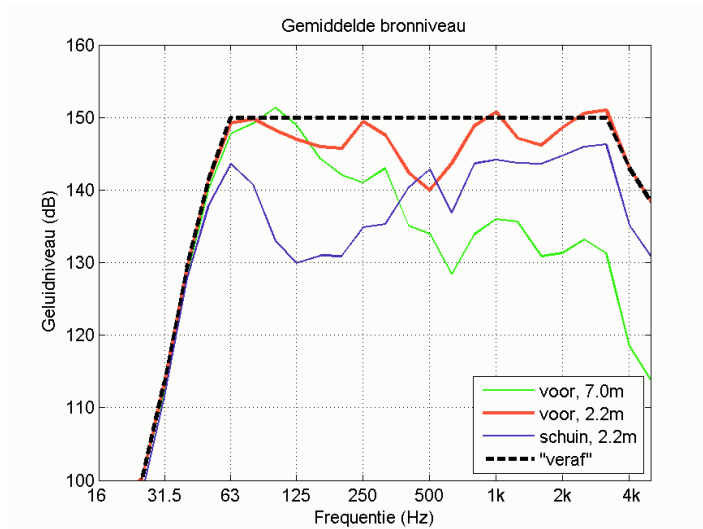
Om de bronsterkte te bepalen wordt gebruik gemaakt van vergelijking (2). Hierbij speelt de interferentie van het directe geluid en het bodemgereflecteerde geluid, en dus de mate van de bodemdemping, een rol. Figuur 12 geeft de berekende bodemdemping spectraal weer voor het gedeelte van het EMO terrein (gruisachtig, weinig geluidabsorberend) en bij het BP terrein (gras, redelijk geluidabsorberend). In de titel van de figuur is de gebruikte stromingsweerstand voor de bodem vermeld. Een lage stromingsweerstand komt overeen met een meer absorberende bodem.



Figuur 12. Berekende bodemdemping voor twee verschillende bodemtypes: een gruisachtige bodem bij EMO en een grasachtige bodem bij BP. Bronhoogte 2.2m.

Door de metingen uit Figuur 11 te corrigeren voor de geometrische uitbreiding en de bodemdemping volgt de bronsterkte, zoals weergegeven in Figuur 13.

Op basis van de metingen op een hoogte van 2.2 m, recht voor de bron, is voor grotere afstanden een bronniveau van 150 dB tussen 63 en 4000 Hz te verwachten (weergegeven met de zwarte lijn). Dat het bronniveau spectraal niet constant is heeft te maken met de interferentie tussen de 16 luidsprekers en de relatief korte afstand waarop gemeten kon worden.

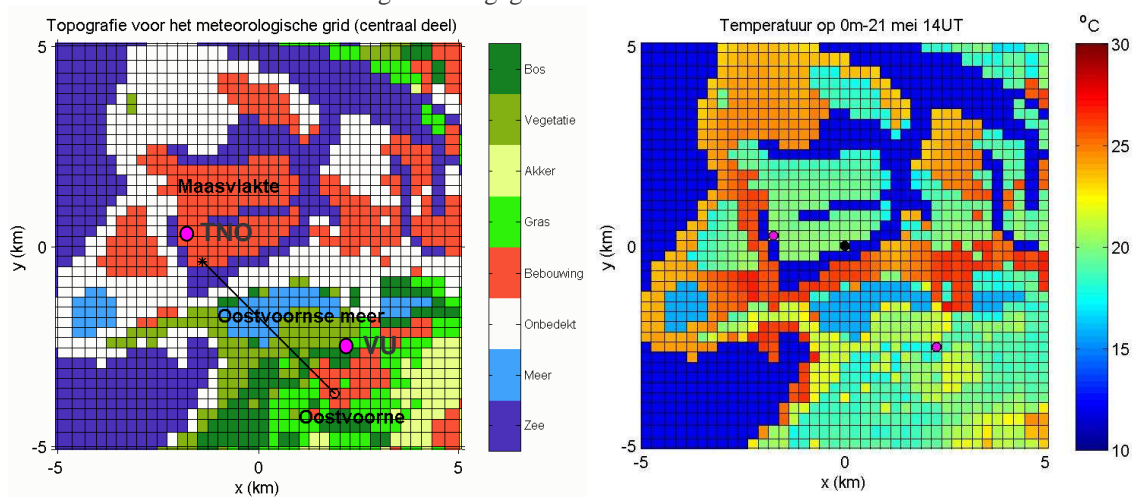


Figuur 13. Gemiddeld bronniveau bepaald met behulp van de 3 microfoons, voor beide bronlocaties. Op basis van de metingen op een hoogte van 2.2 m, recht voor de bron, is voor grotere afstanden een bronniveau van 150 dB tussen 63 en 4000 Hz te verwachten (zwarte lijn).

### 3.2 Meteorologische metingen en berekeningen

Op twee lokaties zijn er wind- en snelheidsmetingen uitgevoerd door TNO en de VU Amsterdam, zie Figuur 1. De meteomasten waren voorzien van wind- en snelheidsmeters op verschillende hoogten, tot een hoogte van 10 m.

In Figuur 14, links, zijn de bijbehorende lokaties op het raster van het model weergegeven. Een voorbeeld van een resultaat berekend met het meteorologische model is in het rechter figuur weergegeven.



Figuur 14. Links: weergave van het horizontale rekenrooster voor het meteorologische model, met daarin de lokaties van de meteomasten van TNO en de VU Amsterdam. Rechts: Berekeningsresultaat voor de bodemtemperatuur op 21 mei 14:00UT (16:00 lokale tijd).

Dit figuur toont de berekende bodemtemperatuur op 21 mei 2008 op 14:00 uur UT (16:00 uur lokale tijd). Duidelijk is te zien dat de onbedekte bodem makkelijker opwarmt dan de bebouwde en begroeide bodem. De watertemperatuur houdt zijn

initieel ingestelde waarde van een uur eerder (het start-tijdstip van de meteorologische berekening, welke een paar minuten in beslag neemt).

Met het meteorologische model is voor de periode tussen 21 mei en 22 mei voor ieder uur de wind- en temperatuurverdeling berekend. In de navolgende 4 figuren zijn de resultaten weergegeven voor de twee lokaties waar de meteomasten stonden. Deze resultaten worden vergeleken met de meetresultaten voor:

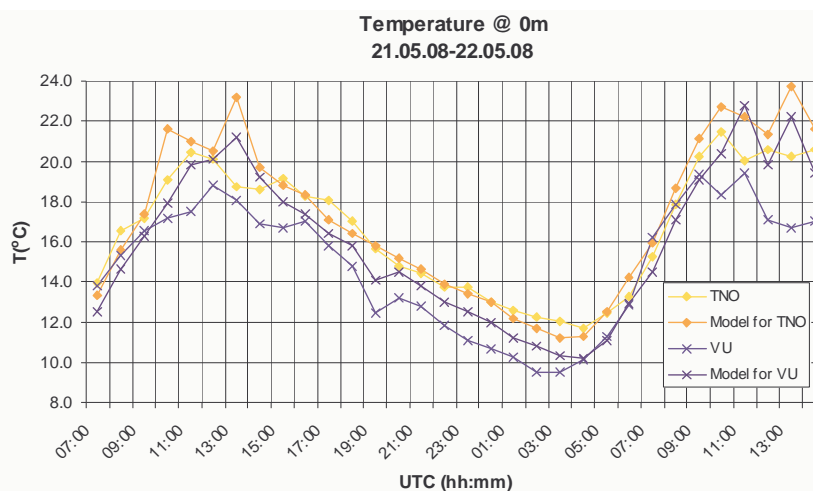
1. de bodemtemperatuur, voor de TNO en de VU lokatie,
2. de temperatuur op 10m hoogte, voor beide lokaties,
3. de windrichting voor de TNO lokatie (90 graden is oosten wind),
4. de windsnelheid voor de TNO lokatie.

Uit deze figuren blijkt dat het berekende verloop van de temperatuur en de wind in het algemeen goed overeenkomt met de metingen.

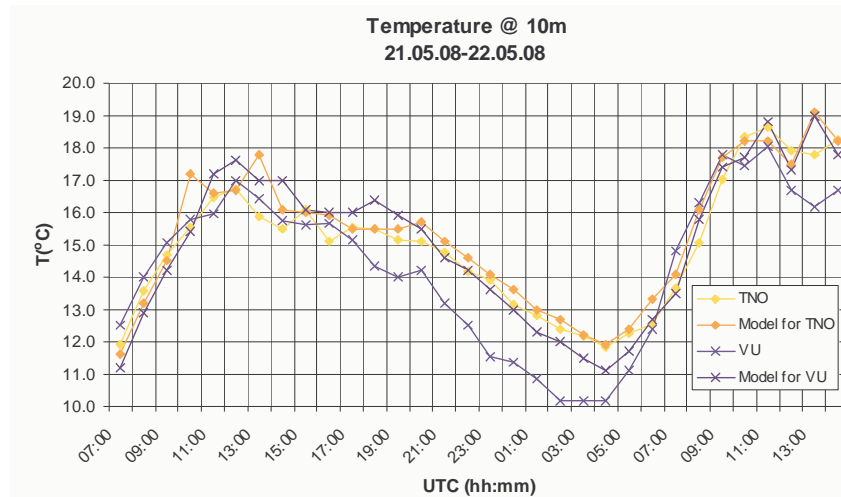
Voor de VU lokatie is de gemeten temperatuur wat lager dan de berekende temperatuur. In het model ligt dit punt echter op het snijvlak van drie verschillende bodemtypes, wat de vergelijking lastiger maakt.

Het verloop van de windrichting en de windsnelheid is wat grilliger, vooral overdag. Echter, de trends worden goed berekend met het model. Zoals bijvoorbeeld de draaiende wind in de avond van 21 mei van 0 graden naar 90 graden.

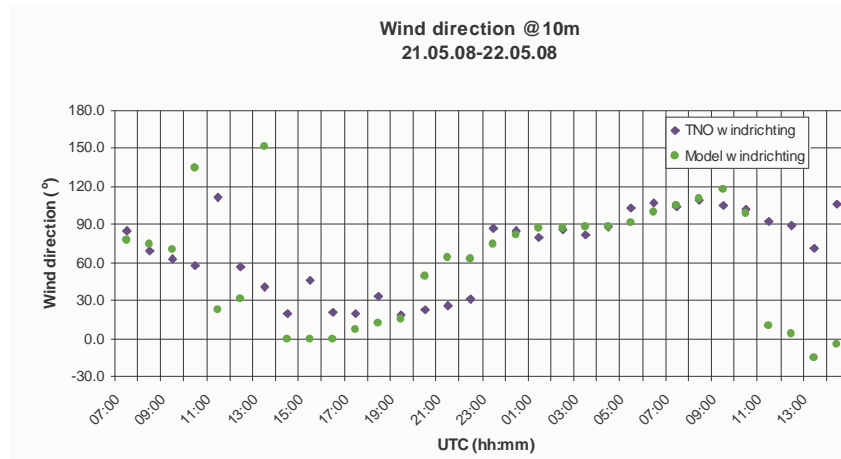
In het vorige hoofdstuk is aangetoond dat de wind- en temperatuurprofielen van groot belang zijn op de geluidoverdracht. De meteorologische metingen van 2 meteomasten en de berekeningen met het meteorologische model geven een goede overeenkomst voor het verloop van de wind en temperatuur in de tijd. In Hoofdstuk 4 en 5 zullen de gedetailleerde meteorologische berekeningsresultaten tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne worden gebruikt voor akoestische berekeningen.



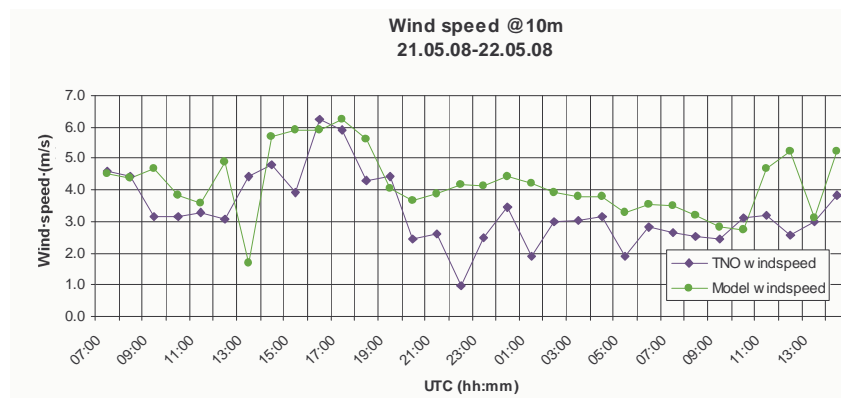
Figuur 15. Vergelijking tussen gemeten ("TNO" en "VU") en berekende ("Model") bodemtemperatuur.



Figuur 16. Vergelijking tussen gemeten (“TNO” en “VU”) en berekende (“Model”) temperatuur op 10m.



Figuur 17. Vergelijking tussen gemeten (“TNO”) en berekende (“Model”) windrichting (90° is oosten wind).



Figuur 18. Vergelijking tussen gemeten (“TNO”) en berekende (“Model”) windsnelheid.

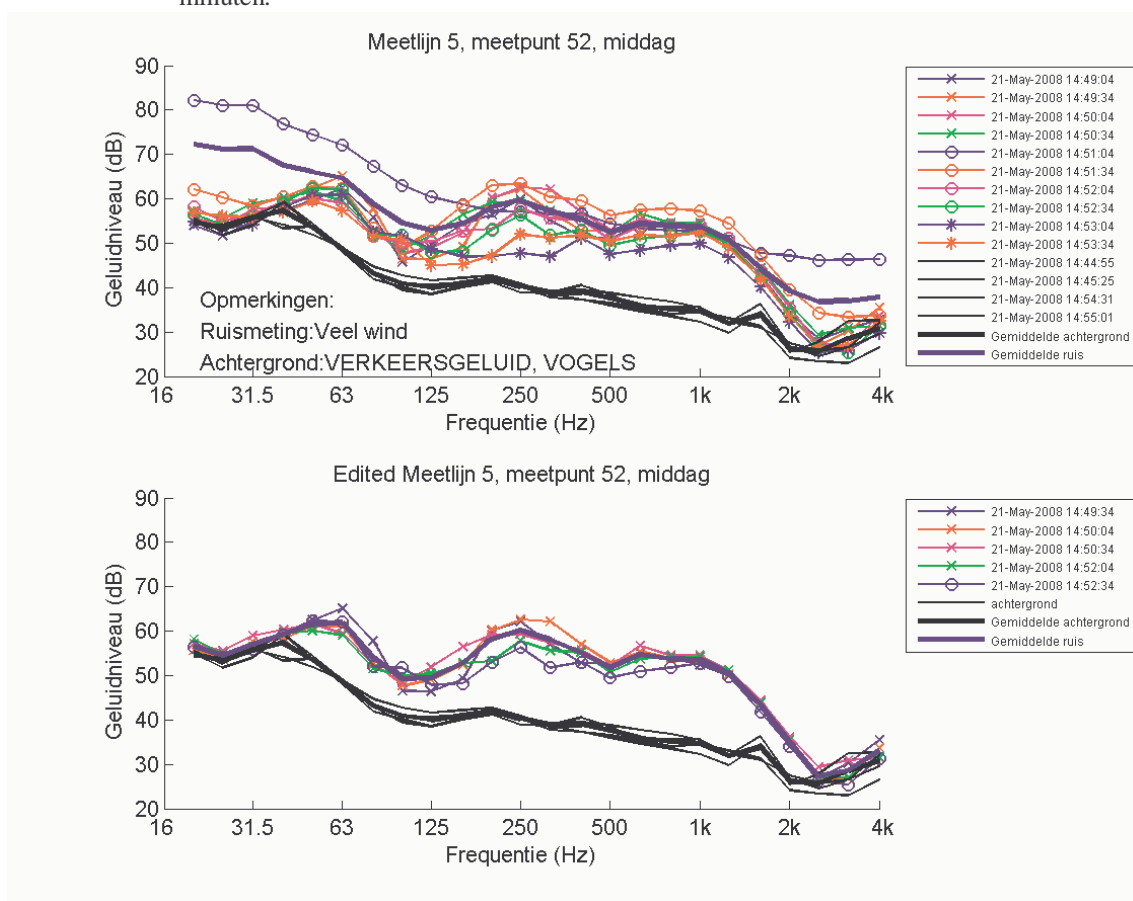


### 3.3 Geluidmetingen

Op 21 en 22 mei 2008 zijn geluidmetingen uitgevoerd langs 3 meetlijnen, zie Figuur 1 en Tabel 1. De microfoonhoogte was 5 m. De horizontale afstand tot de bron, voor de verschillende meetpunten, was:

1. 710, 2490, en 3540 m (voor meetlijn 5, meetpunten 51, 52 en 53),
2. 1100, 2150, en 2970 m (voor meetlijn 3, meetpunten 32, 33 en 44)
3. 680, 2060, 2900 en 3600 m (voor meetlijn 2, meetpunten 21, 22, 23, en 44).

Gedurende een meting van 5 minuten, werd iedere 30 seconden het equivalente geluidniveau opgeslagen. Tevens zijn er voor en na de metingen achtergrondgeluidmetingen uitgevoerd. Ter illustratie zijn in Figuur 19 voor meetpunt 52 (zie Figuur 1) alle metingen weergegeven die geregistreerd zijn gedurende één meting van 5 minuten.

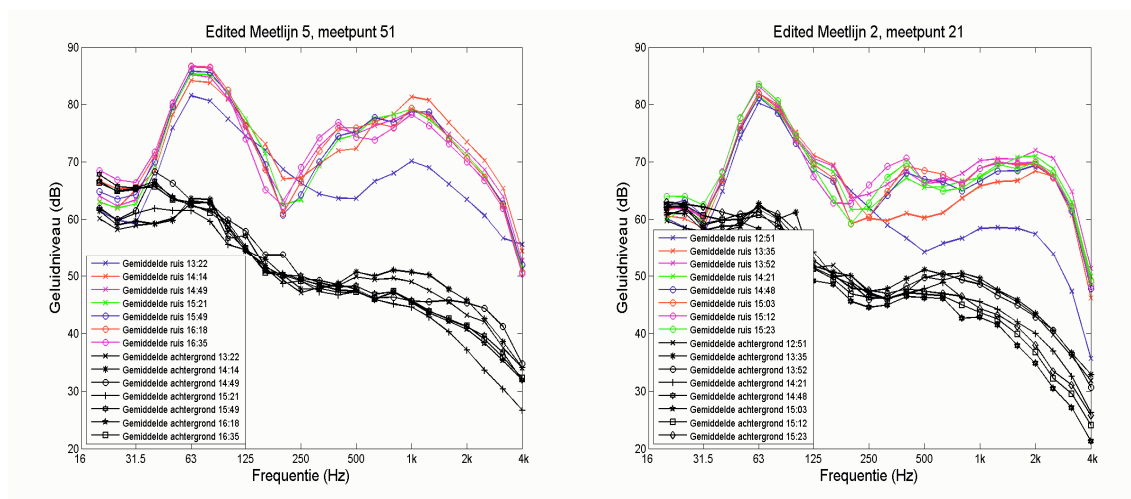


Figuur 19. Bovenste: gemeten equivalente geluidniveaus op meetpunt 52 gedurende 5 minuten voor elke meetperiode van 30 seconden. Onderste: zoals bovenste figuur, maar zonder de 30 seconde metingen waarbij stoorgeluid aanwezig is ("Edited"). De dikke blauwe lijn geeft het gemiddelde gemeten niveau aan. De zwarte lijn is het gemiddelde achtergrondgeluid voor en na de meting.

In het bovenste figuur zijn alle metingen van 30 seconden weergegeven. Tevens is op 2 tijdstippen voor en na de meting het gemeten achtergrondgeluid weergegeven. In het onderste figuur zijn de metingen met stoorgeluid weggelaten, evenals de metingen waarbij het luidspreker array minder dan 30 seconden was geregistreerd. Deze zogenaamde "edited" metingen zijn gebruikt om het gemiddelde equivalente

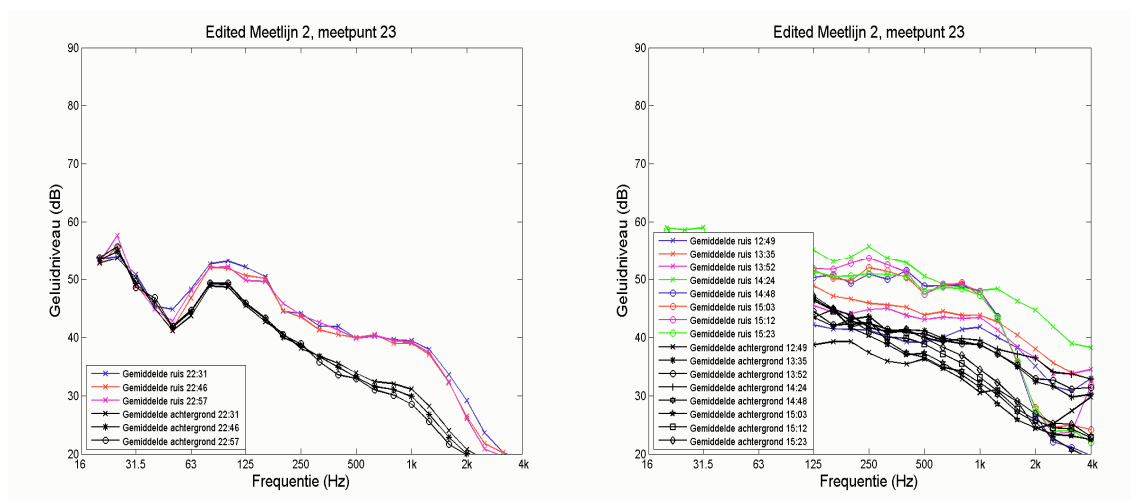
geluidniveau voor de meting te bepalen. Dit gemiddelde niveau is gebruikt in de hierna getoonde figuren.

Figuur 20 geeft de gemeten geluidniveaus weer voor meetpunt 51 en 21. Deze meetpunten liggen op ongeveer 700 meter van de bron en liggen ruim boven het achtergrondniveau. De geluidniveaus liggen zoals verwacht tussen de 63 en 4000 Hz. Aangezien de afstand tot de bron relatief klein is, is de spreiding van de geluidniveaus ten gevolge van de invloed van de meteorologie gering. Het lagere niveau rond 250 Hz is het gevolg van de interferentie van het directe geluid en het bodemgereflecteerde geluid (de zogenaamde bodemdip).



Figuur 20. Gemeten equivalente geluidniveaus voor een aantal periodes van 5 minuten verdeeld over een paar uur. Links: meetpunt 51 (21 mei 's middags). Rechts: meetpunt 21 (22 mei 's middags).

Figuur 21 geeft de gemeten gemiddelde niveaus weer voor meetpunt 23, op 2900 meter van de bron. Links de metingen op 21 mei gedurende de vroege nacht. Rechts de metingen gedurende de middag op 22 mei.



Figuur 21. Gemeten equivalente geluidniveaus voor een aantal periodes van 5 minuten verdeeld over een paar uur. Links: meetpunt 23 (21 mei 's nachts). Rechts: meetpunt 23 (22 mei 's middags).

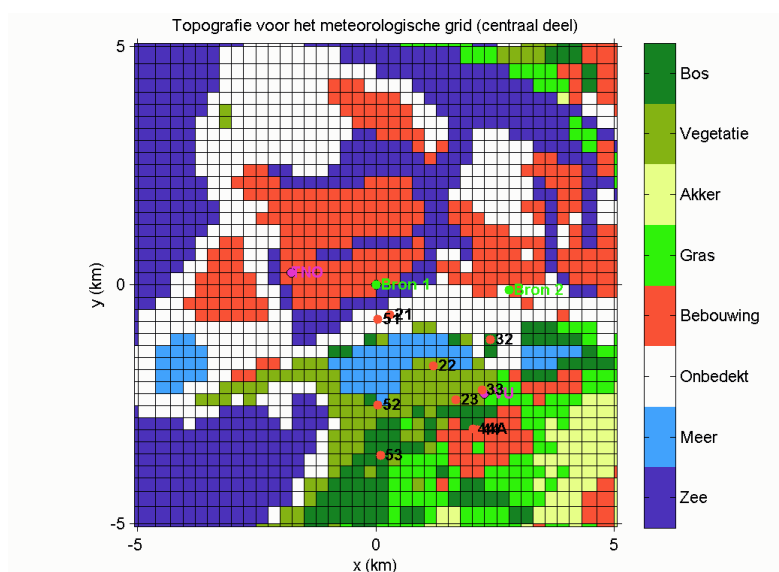
De metingen komen boven het achtergrondgeluid uit. Ook tonen de metingen in de middag op 22 mei meer spreiding als gevolg van de meer veranderlijke meteorologie gedurende de dag, ten opzichte van de nacht.

In Appendix A zijn de resultaten voor alle meetpunten grafisch weergegeven. Daar is te zien dat ook voor de verst gelegen meetpunten de geluidniveaus boven het achtergrond niveau uitkomen, zodat geconcludeerd kan worden dat de metingen zijn geslaagd.

## 4 Vergelijking berekeningen en metingen

In dit hoofdstuk worden de berekende geluidoverdrachten vergeleken met de gemeten geluidoverdrachten.

In Figuur 22 zijn de meetpunten weergegeven in het rooster van het meteorologische model. De meetlijnen 2 en 5 lopen vanaf bronlokatie 1, meetlijn 3 loopt vanaf bronlokatie 2 richting Oostvoorne. De berekeningsvlakken voor het akoestische model lopen langs de meetlijnen. Zoals in Hoofdstuk 2 aangegeven, worden wind- en temperatuurprofielen in het berekeningsvlak gebruikt om de geluidoverdracht tussen de bron en de ontvanger te berekenen. De profielen volgen uit de drie-dimensionale resultaten van het meteorologische model.



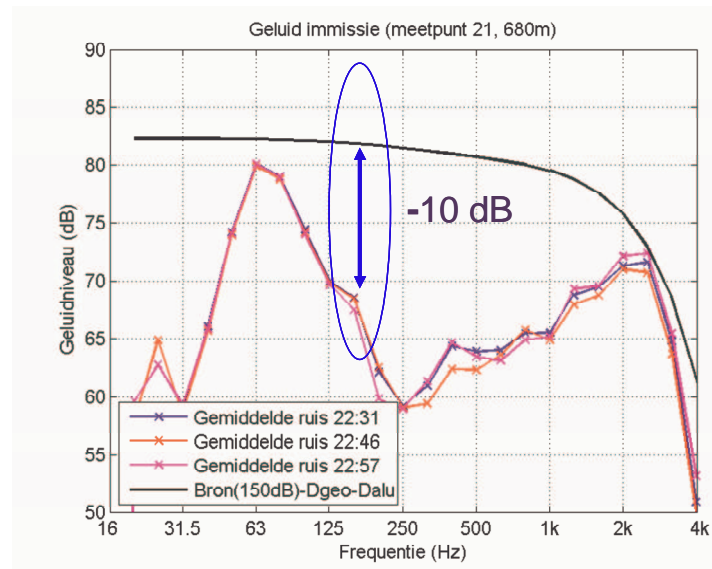
Figuur 22. Weergave van het horizontale rekenrooster voor het meteorologische model met daarin de bronpunten en meetpunten zoals gebruikt bij de geluidmetingen.

Een eerste aanzet voor een vergelijking tussen metingen en een eenvoudige berekening is weergegeven in Figuur 23. Het gemeten geluidniveau van 3 metingen is getoond voor meetpunt 21, op een afstand van 680 m. Ook het berekende geluidniveau volgens vergelijking (2) is weergegeven, echter nog zonder de bijdrage van de berekende geluidoverdracht  $D_{excess}$  volgens het akoestische model. Voor het berekende niveau geldt:

$$L_{eq}(f) = L_{bron}(f) - D_{geo} - D_{alu}(f)$$

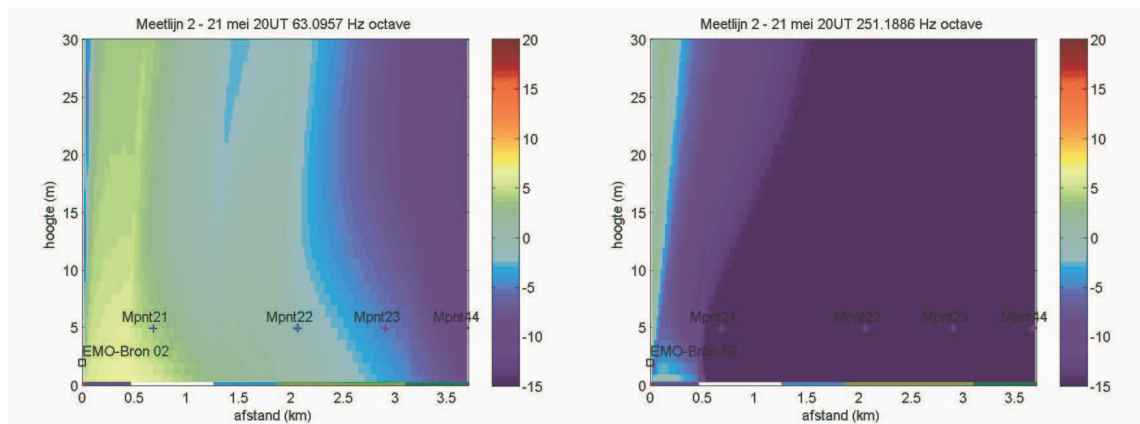
Het bronniveau  $L_{bron}$  is hier constant gekozen op 150 dB, zie paragraaf 3.1. De afstandsdemping  $D_{geo}$  is constant (67.6 dB voor een afstand van 680 m). De luchtdemping  $D_{alu}$  is frequentie-afhankelijk (volgens ISO 9613), en neemt toe met de frequentie zoals ook te zien is in Figuur 23.

Het verschil tussen de metingen en de berekening is  $D_{excess}$ . Bij 125 Hz is deze ruim -10 dB. Een negatieve waarde betekent een verzwakking van het geluid ten gevolge van de invloed van de bodem (t.w. absorptie en interferentie) en de meteorologie. De geluidoverdracht  $D_{excess}$  is frequentie-afhankelijk.



Figuur 23. Gemeten geluidimmissie op meetpunt 21, op 3 tijdstippen, en berekende geluidimmissie zonder het effect van de geluidoverdracht, maar met het effect van afstandsdemping en luchtdemping. Het verschil tussen de metingen en de berekening is de geluidoverdracht. Het bronniveau is 150 dB.

In Figuur 24 is een voorbeeld van de berekende geluidoverdracht  $D_{excess}$  langs meetlijn 2 weergegeven, als functie van de afstand en de hoogte, voor het tijdstip 20:00 UT (= 22:00 uur lokaal). Het linker figuur is voor de 63 Hz octaafband, het rechter voor de 250 Hz octaafband. De berekening geeft in navolging van het vorige figuur sterk negatieve waarden voor de geluidoverdracht voor de meetpunten 21, 22, 23, en 44, vooral bij de 250 Hz band.

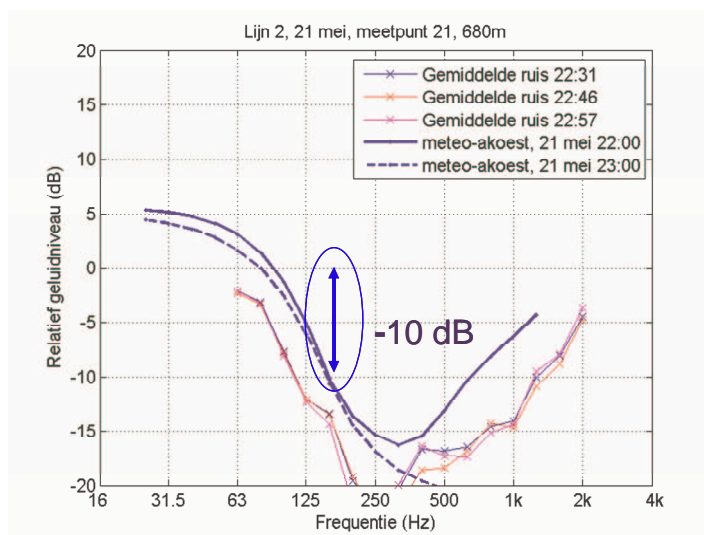


Figuur 24. Berekende geluidoverdracht voor de 63 en 250 Hz octaafband, als functie van de afstand en hoogte, voor meetlijn 2.

De combinatie van een absorberende bodem en een dwarswind (zie Figuur 17) zijn de oorzaak van deze negatieve waarden voor de geluidoverdracht. De bodem rond meetpunt 21 was bedekt met hoog gras, zodat de oorspronkelijke geschatte bodemhardheid (bodemtype 'kaal/infra') te hoog was. De in Hoofdstuk 3 besproken geluidmetingen tonen overigens aan dat de geluidniveaus boven het achtergrond niveau uitkomen; dit is dankzij de bronsterkte van 150 dB.

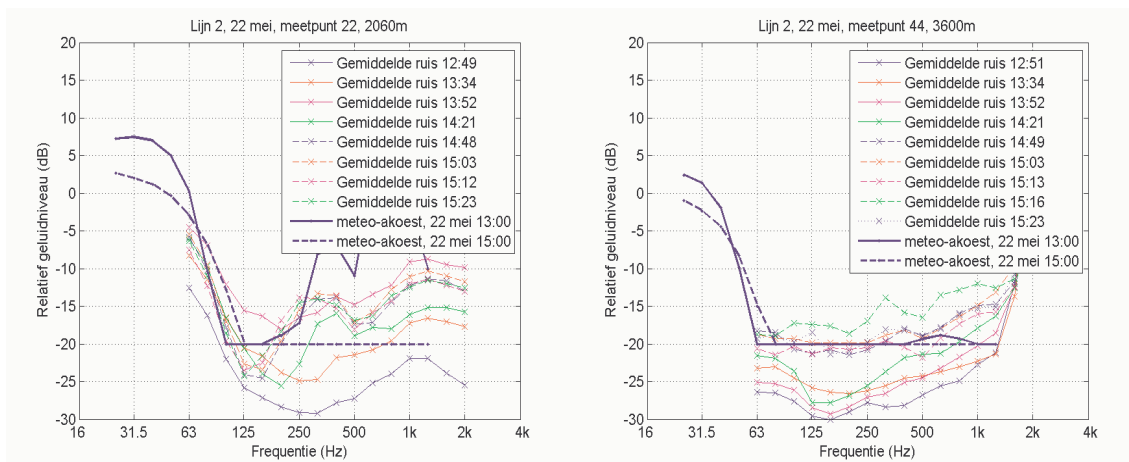
Figuur 25 toont de vergelijking van de gemeten en berekende geluidoverdrachten, voor meetpunt 21 (onder dwarswind condities). Dus zonder de bijdrage van de afstandsdemping en de luchtdemping. Voor de berekening zijn 2 tijdstippen gebruikt, 22:00 en 23:00 uur. De gemeten geluidoverdracht is verkregen door van de geluidmetingen het bronniveau af te trekken, en de afstandsdemping en de luchtdemping daarbij op te tellen.

Voor de frequenties boven de 250 Hz vallen de metingen tussen beide berekeningen in. Rond 23:00 uur draaide de wind verder naar het Oosten, zodat de meewind-component kleiner wordt langs meetlijn 2 (en dus lagere niveaus). In het model is die draaiing wat sterker dan de meting van de windrichting laat zien (op 10 m hoogte).



Figuur 25. Gemeten en berekende geluidoverdracht (relatieve geluidniveau) voor meetpunt 21. Vergelijk Figuur 23, waar de geluidimmissie is weergegeven.

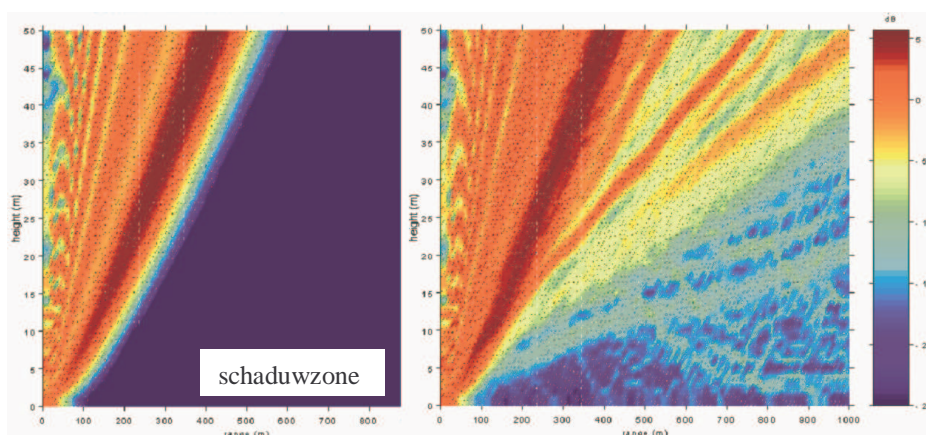
Figuur 26 geeft eveneens de gemeten en berekende geluidoverdrachten weer, maar nu voor de meetpunten 22 en 44, op 22 mei.



Figuur 26. Gemeten en berekende geluidoverdracht (relatieve geluidniveau) voor meetpunt 22 en 44.

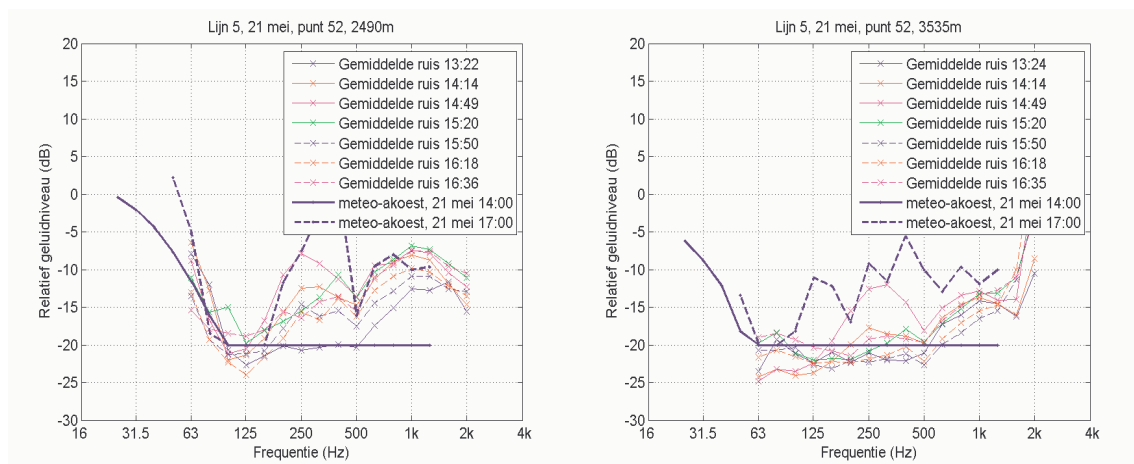
Voor deze grotere afstanden is de geluidoverdracht  $D_{excess}$  nog lager dan voor meetpunt 21. De metingen zijn overdag uitgevoerd, wat gezien de onrustigere meteorologie voor een grote spreiding zorgt t.o.v. de avond en nacht.

In de berekeningen is de overdracht begrensd op -20 dB. Deze ondergrens is gebaseerd op praktijkervaringen en simulaties. In de geluidschaduw, zoals links aangegeven in Figuur 27, ontstaat er ten gevolge van de verstrooiing van geluid door turbulentie in de lucht, een bijdrage van geluid. Dit is weergegeven in het rechter figuur.



Figuur 27. Voorbeeld van berekende geluidoverdracht zonder het effect van turbulentie (links) en met turbulentie (rechts), voor een 'tegenwind' situatie. Horizontaal de afstand, tot 1000m. Vertikaal de hoogte, tot 50m.

De metingen in Figuur 26 voor meetpunt 44, ter hoogte van Oostvoorne, geven een overdracht tussen de -15 en -30 dB. De gemeten geluidniveaus boven de 2 kHz zijn het gevolg van stoorgeluid (zie Appendix A, meetpunt 44, meetlijn 3 en 2). De metingen zijn uitgevoerd gedurende 5 minuten, en geven een spreiding van ongeveer 10 dB. De twee berekeningen zijn representatief voor een uur en geven een overdracht van -20 dB (ondergrens). De overeenkomst tussen de metingen en de berekeningen is binnen 5 tot 10 dB, tussen 63 en 2 kHz. In het algemeen kan de overdracht over die afstand waarden hebben tussen de +10 dB en -30 dB.



Figuur 28. Gemeten en berekende geluidoverdracht (relatieve geluidniveau) voor meetpunt 52 en 53.

In Figuur 28 is de vergelijking voor de meetpunten 52 en 53 op meetlijn 5 getoond. De overdracht heeft wat hogere waarden dan voor lijn 2 en de overeenkomst tussen de metingen en de berekeningen is vergelijkbaar met Figuur 26.

Geconcludeerd kan worden, dat het meteorologische-akoestische model in staat is om de variërende geluidoverdracht over grote afstanden voldoende nauwkeurig te berekenen (binnen 5 tot 10 dB), waarbij rekening wordt gehouden met de invloed van de meteorologie en de bodem (invloed op de overdracht: tussen +10 en -30 dB).



## 5 Toepassing model rond perioden met klachten

De bewoners van Oostvoorne ondervinden geluidoverlast van het industriegeluid van de Maasvlakte/Europoort. Voor het project Geluid in Beeld zijn klachten verzameld in de eerste helft van het jaar 2008. Klachten kunnen worden gemeld op twee manieren: door het invullen van een klachtenformulier of door te bellen naar de meldkamer van DCMR. De methode met klachtenformulieren en de analyse van de informatie vermeld op de formulieren is gerapporteerd door Kuiper & Burger. In dit rapport wordt alleen het tijdstip van de klacht gebruikt.

Berekeningsresultaten van het meteorologisch-akoestisch model worden vergeleken met de tijdstippen waarop klachten voorkomen. Indien de berekeningsresultaten voor de geluidoverdracht correleren met periodes met klachten, dan mag worden aangenomen dat de overlast wordt veroorzaakt door veranderingen in geluidoverdracht (gegeven een continue bronsterkte van industriegeluid). Een toename van het geluidniveau wordt dan bepaald door de meteorologie en niet door een toename van industriële activiteiten.

De projectgroep heeft 7 perioden in het jaar 2008 geselecteerd waarin een relatief groot aantal klachten voorkomen:

1. 16 februari 18.00 uur tot 18 februari 10:00 (15 meldingen via formulier);
2. 19 februari 18.00 uur tot 20 februari 14:00 (9 meldingen via formulier);
3. 21 februari 22.00 uur tot 23 februari 06:00 (15 meldingen via formulier);
4. 4 maart 22.00 uur tot 5 maart 14:00 (6 meldingen via formulier);
5. 5 maart 18.00 uur tot 6 maart 14.00 uur (6 meldingen via formulier);
6. 31 maart 18.00 uur tot 3 april 14:00 (19 meldingen via formulier);
7. 11 mei 22:00 tot 13 mei 02:00 (8 meldingen via de meldkamer).

Er is tevens een selectie van referentie-perioden gemaakt waarop geen klachten zijn geregistreerd:

- a. 18 februari 22.00 uur tot 19 februari 18:00;
- b. 2 maart 22.00 uur tot 4 maart 02:00;
- c. 9 april 22.00 uur tot 11 april 02:00;

In dit hoofdstuk wordt onderzocht in hoeverre het voorkomen van veel klachten verklaard kan worden uit de meteorologie en de geluidoverdracht. Het uiteindelijke doel is om de hinder in Oostvoorne te verminderen en het effect van mogelijke maatregelen te voorspellen.

In paragraaf 5.1 wordt de relatie tussen meteorologie en de klachten beschouwd. In paragraaf 5.2 wordt de relatie tussen het niveau van de geluidoverdracht en de perioden met klachten onderzocht.

### 5.1 Meteorologisch-akoestische parameter: $\Delta c_{\text{effectief}}$

In Hoofdstuk 2 zijn berekende geluidsnelheidsprofielen weergegeven langs het pad van de bron richting een ontvanger (zie bijvoorbeeld Figuur 7). De effectieve geluidsnelheid varieert als functie van de afstand en de hoogte en wordt bepaald door de windsterkte, de windrichting en de temperatuur.

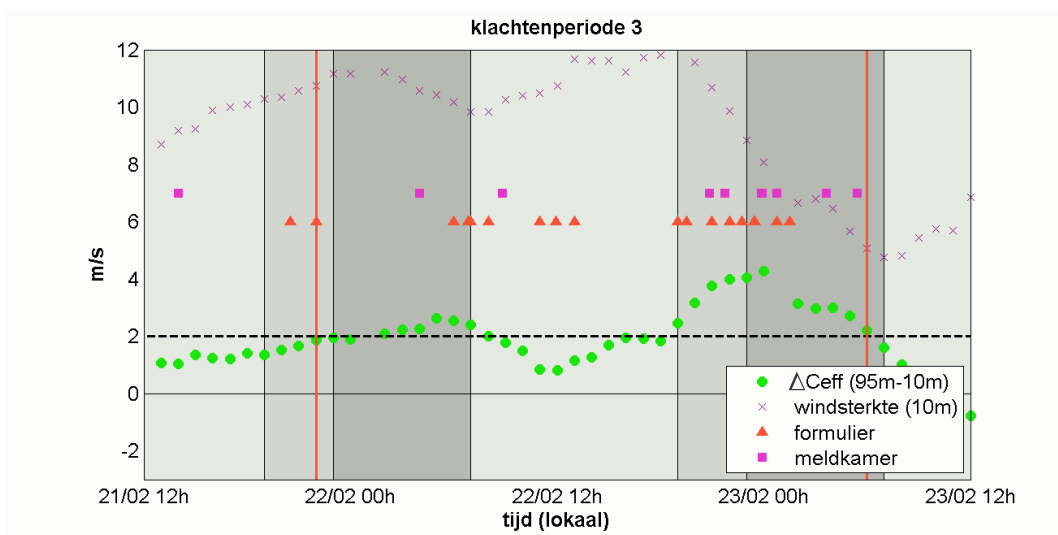
Voor een “meewind” situatie, met hoge niveaus voor de geluidsoverdracht, wordt de geluidssnelheid groter bij toenemende hoogte. In plaats van de precieze weergave van een profiel kan de meewind situatie worden weergegeven met één parameter: het verschil van de geluidssnelheid op twee hoogten. Het doel is om een mogelijke correlatie te vinden met klachtenperiodes. Deze parameter is de zogenaamde “delta  $c_{\text{effectief}}$ ”:

$$\Delta c_{\text{effectief}} = c_{\text{effectief}}(\text{hoogte 1}) - c_{\text{effectief}}(\text{hoogte 2})$$

Voor het gebied tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne variëren de geluidssnelheidsprofielen met de afstand, vanwege de complexe meteorologie veroorzaakt door de land-water overgangen. De parameter  $\Delta c_{\text{effectief}}$  wordt dan bepaald door de gemiddelde waarden van de effectieve geluidssnelheid op beide hoogten.

Voor de 7 klachtenperiodes en de 3 referentie-perioden is deze meteorologische-akoestische parameter berekend als functie van de tijd. In Figuur 29 zijn voor klachtenperiode 3, die zich bevindt tussen de rode lijnen, de formulier- en meldkamerklachten weergegeven. De verschillende grijs tinten geven de dag-, avond en nachtperiodes weer. Tevens is de berekende  $\Delta c_{\text{effectief}}$  weergegeven. Hiervoor is het pad langs meetlijn 2 gebruikt (zie Figuur 1), en de twee hoogten 95 en 10 m. De hoogte van 95 m is gekozen omdat voor een bron-ontvanger afstand rond de 4 km, bij meewind, gekromde geluidstralen tot hoogten boven de 100 m zullen optreden. Onder een hoogte van 10 m treden sterke gradiënten voor de wind en temperatuur op. Dus het meeste geluid wordt tussen 10 en 95 m getransporteerd.

Voor een positieve waarde van  $\Delta c_{\text{effectief}}$  kan een “meewind” situatie worden verondersteld, waarbij met een gelijkblijvende bronsterkte, verhoogde geluidsniveaus zijn te verwachten. Er is een “tegenwind” situatie bij een negatieve waarden. Echter, voor kleine waarden is er in het algemeen geen sprake van een duidelijke mee- of tegenwind situatie.

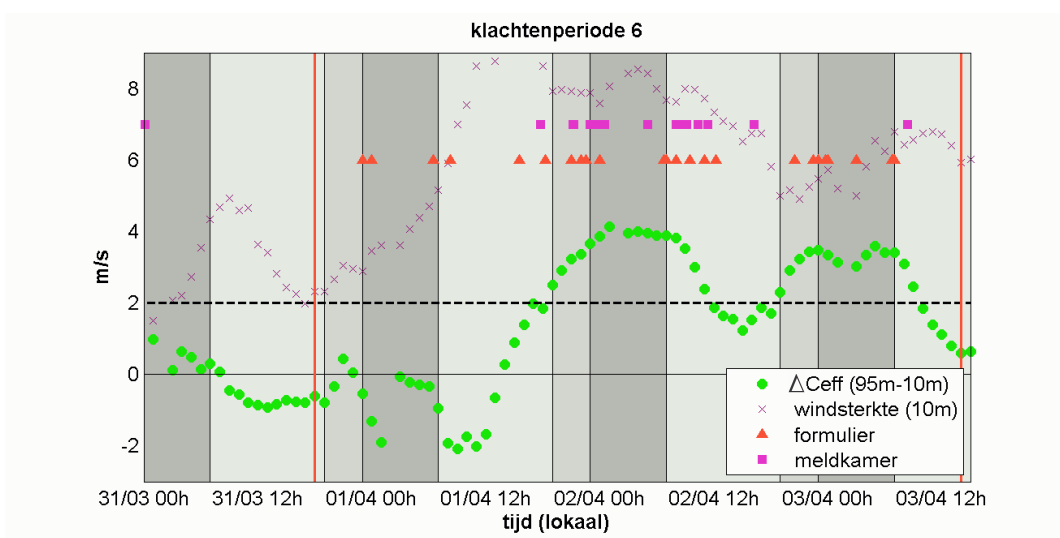


Figuur 29. Weergave van de momenten waarop overlast werd ondervonden (via formulier of meldkamer), en de met het meteorologisch-akoestisch model berekende waarden voor  $\Delta c_{\text{effectief}}$  en de windsterkte. Klachtenperiode 3: weergegeven tussen de rode lijnen. Grijs tinten geven de dag-, avond- en nachtperiode weer.

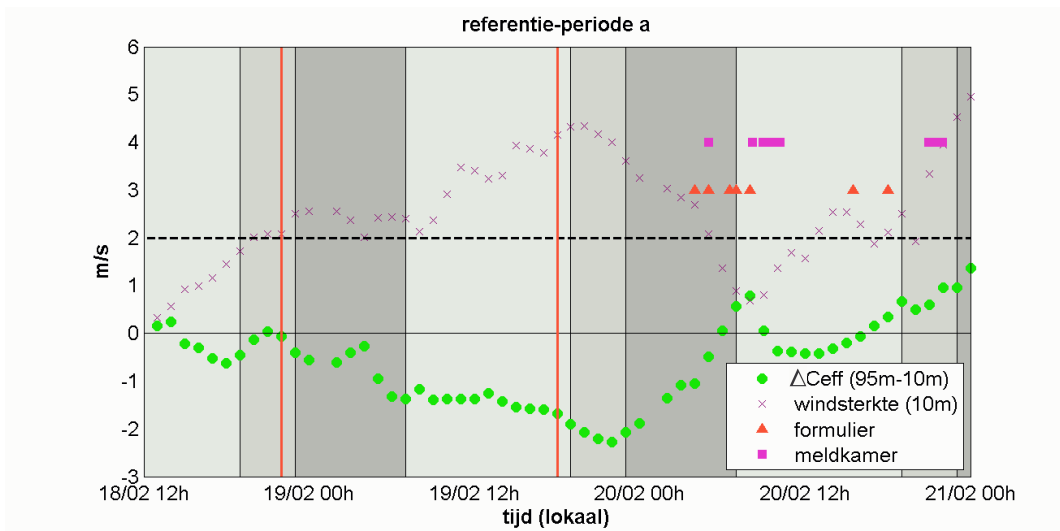
In Figuur 29 is ook de gemiddelde windsterkte op 10 m hoogte weergegeven. De verwachting is dat voor bepaalde situaties bij harde wind het industriegeluid gemaskeerd wordt door sterk windgeluid, zodat het industriegeluid minder waarneembaar is.

Figuur 29 laat zien dat in de avond van 22 februari er een cluster met klachten is die wordt veroorzaakt door een sterk toenemende meewind. Voor de overige klachten is er reeds een redelijke meewind ( $\Delta C_{\text{effectief}}$  is rond of boven de 2 m/s). Tevens zal meespelen: de harde wind (maskering van industriegeluid) en het moment van de dag ('s avond en 's ochtends is men wellicht gevoeliger voor overlast dan overdag).

Figuur 30 geeft de resultaten voor klachtenperiode 6 weer. Hierin is duidelijk een relatie tussen klachtmomenten en  $\Delta C_{\text{effectief}}$  te zien.



Figuur 30. Als Figuur 29, maar nu voor klachtenperiode 6.



Figuur 31. Als Figuur 29, maar nu voor referentie-periode a (tussen de rode lijnen).

Figuur 31 toont referentie-periode “a”. In de periode tussen de rode lijnen zijn geen klachten omdat er een negatieve waarde is voor  $\Delta c_{\text{effectief}}$  en er ook geen stijging optreedt van  $\Delta c_{\text{effectief}}$ . In de nacht/vroege ochtend van 20 februari (klachtenperiode 2) is er juist een sterke stijging van  $\Delta c_{\text{effectief}}$ .

In Appendix B zijn ook de overige klachtenperioden weergegeven. Deze figuren laten in het algemeen het volgende zien:

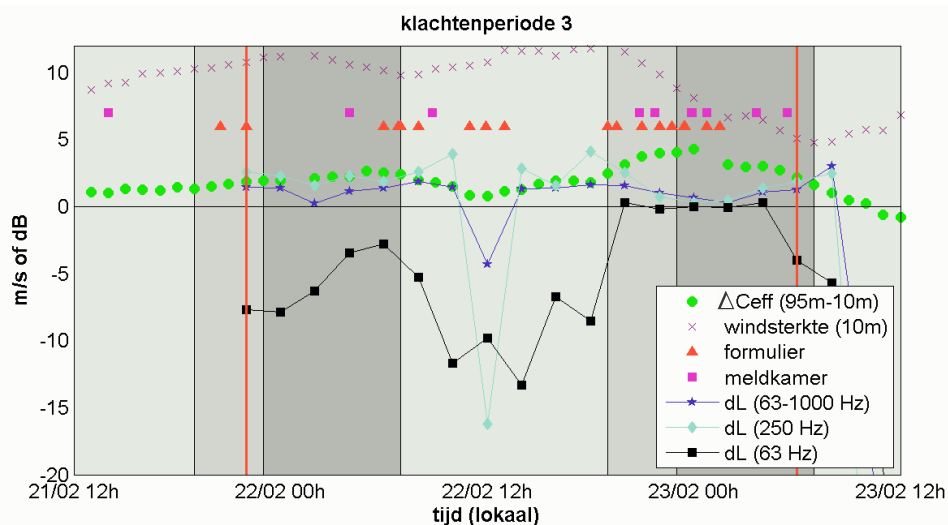
- Als  $\Delta c_{\text{eff}} > 0$  zijn er klachten te verwachten, want de geluidoverdracht is “gunstig”;
- Als  $\Delta c_{\text{eff}}$  sterk toeneemt zijn er klachten te verwachten, want de geluidoverdracht neemt toe.

Geconcludeerd kan worden dat de meteorologisch-akoestische parameter  $\Delta c_{\text{effectief}}$  een redelijk goede indicator is voor het voorspellen van klachten. Echter, niet alle klachten zijn hiermee te verklaren. In de volgende paragraaf zal tevens naar de niveaus voor de geluidoverdracht worden gekeken, aangezien de mate van overlast hoogstwaarschijnlijk door geluidniveaus (en stijgingen van geluidniveaus) wordt veroorzaakt.

Opgemerkt wordt nog dat het om een beperkt aantal respondenten, en daardoor gerapporteerde klachten, gaat.

## 5.2 Geluidoverdracht

In Hoofdstuk 4 zijn berekende en gemeten geluidoverdrachten vergeleken. Daar wordt geconcludeerd dat het meteorologisch-akoestisch model goed bruikbaar is om de geluidoverdracht tussen de Maasvlakte/Europoort en Oostvoorne te bepalen. Dezelfde aanpak waarbij de geluidoverdracht wordt berekend is toegepast voor de klachtenperioden. Hiervoor is opnieuw meetlijn 2 gebruikt, echter de bronhoogte is op 20 m gesteld; een gemiddeld hoogte voor bronnen op de Maasvlakte/Europoort.



Figuur 32. Weergave van de momenten waarop overlast werd ondervonden (via formulier of meldkamer), en de met het meteorologisch-akoestisch model berekende waarden voor de geluidoverdracht. Voor de octaafbanden 63 t/m 1000 Hz, en alleen voor de octaafbanden 250 en 63 Hz..

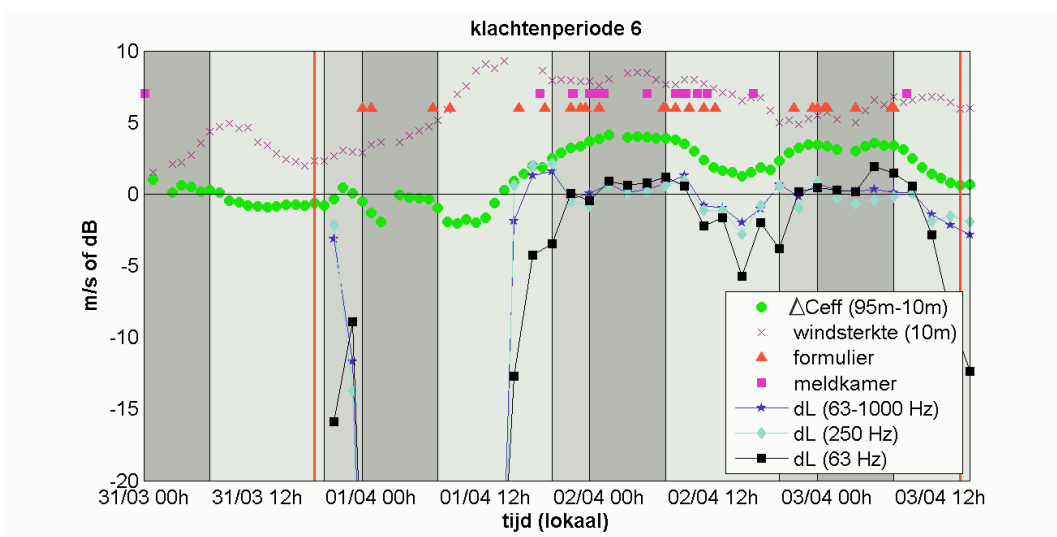
Figuur 32 geeft opnieuw klachtenperiode 3 weer. Daaraan zijn de berekende niveaus voor de geluidsoverdracht ('dL' of  $D_{\text{excess}}$ ) toegevoegd voor "meetpunt" 44 in Oostvoorne, op 3600m van de bron, voor:

- de geluidsoverdracht, voor de octaafbanden 63 t/m 1000 Hz;
- alleen de 250 Hz octaafband;
- alleen de 63 Hz octaafband.

In tegenstelling tot de parameter  $\Delta C_{\text{effectief}}$  is de variatie in dB's veel groter. Zeker voor de geluidsoverdracht voor de 63 Hz octaafband. Figuur 32 laat zien dat de eerste klachten, rond 22 februari 07:00 uur, overeenkomen met een stijging van de geluidsoverdracht met ruim 5 dB in de 63 Hz band. Bij een constante bron stijgt dan het waargenomen geluidniveau eveneens met 5 dB in die band. De stijging is in de orde grootte van 1 dB voor de 250 Hz band.

De periode met klachten in de avond en nacht van 22 februari laat een grotere stijging zien in de 63 Hz band: ongeveer 10 dB. De klachten houden aan totdat het geluidniveau weer 5 tot 10 dB daalt. Zelfs de klachten op 22 februari overdag zouden met een kleine stijging van het geluidniveau voor de 63 Hz band kunnen worden verklaard, omdat de overige banden dan juist dalen. Geluid in de 63 Hz band is goed te omschrijven als een laagfrequent brommend geluid, zoals aangegeven door de bewoners van Oostvoorne.

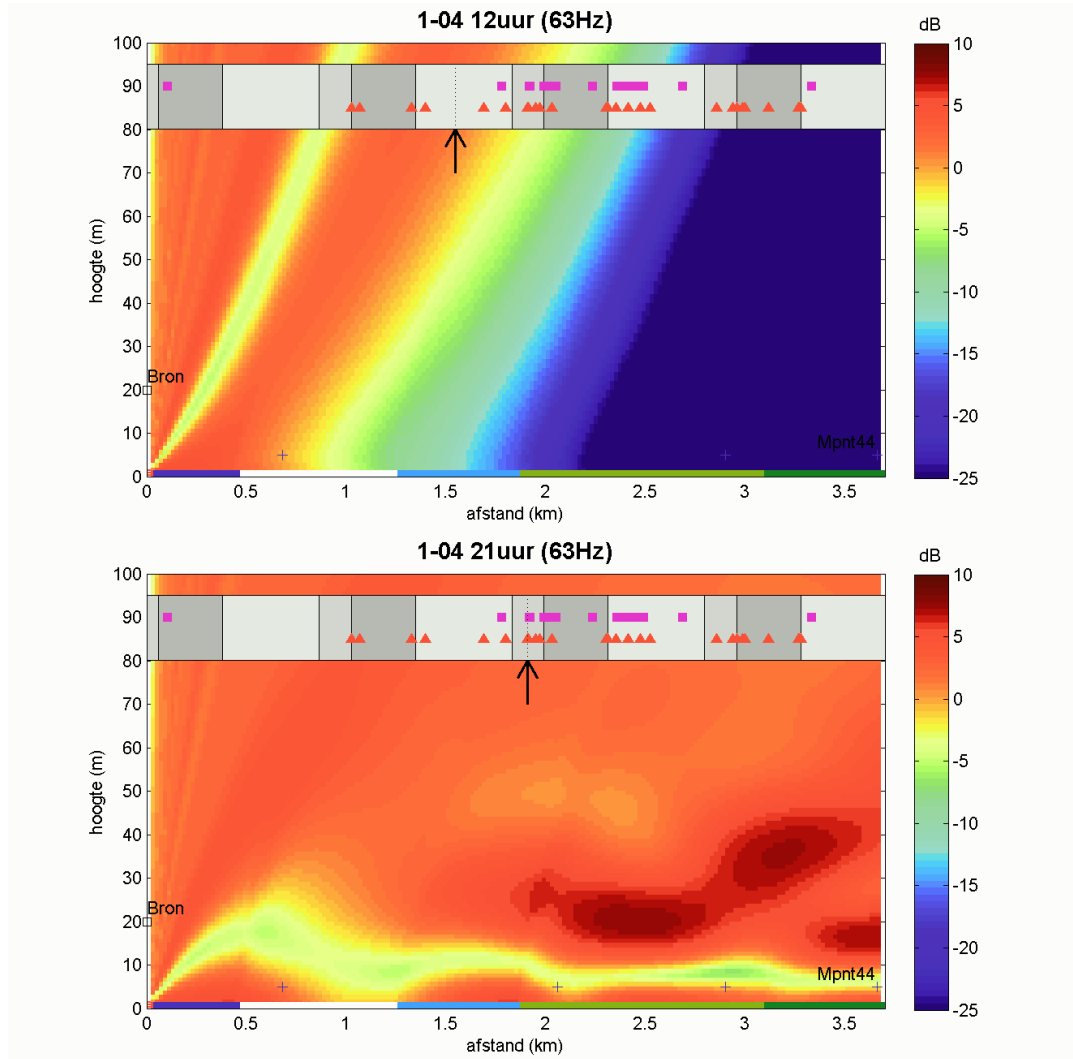
Figuur 33 toont klachtenperiode 6. Aan het einde van de avond op 31 maart zijn de eerste klachten. Er is dan een stijging van het geluidniveau in de 63 Hz band. De klachten in de ochtend daarna zijn op deze wijze niet te verklaren. Vervolgens stijgt het niveau voor alle frequenties met ruim 20 dB en treden er veel klachten op, met een dip overdag op 2 april, als tevens het geluidniveau 5 tot 10 dB daalt. De daling is het sterkst voor de 63 Hz band.



Figuur 33. Als Figuur 32, maar nu voor klachtenperiode 6.

In Appendix B zijn ook de berekeningsresultaten voor klachtenperiode 1 en 7 weergegeven. Hier blijkt ook de 63 Hz band een goede indicator voor het optreden van klachten te zijn.

Figuur 34 toont de berekende geluidoverdracht voor twee situaties in klachtenperiode 6, als functie van de afstand en de hoogte voor de 63 Hz oktaafband. Daarin zijn ook de tijdstippen van gerapporteerde klachten weergegeven (weergegeven met een pijl). De figuur laat zien dat een berekende toename van de geluidoverdracht (in rood) overeenkomt met een toename van geluidklachten.



Figuur 34. Berekende geluidoverdracht op twee tijdstippen tussen het industriegebied en Oostvoorne (tijdstip weergegeven met pijl). Markers geven tijdstippen aan waarop klachten zijn gerapporteerd in klachtenperiode 6.

Geconcludeerd kan worden dat de berekende geluidoverdracht voor de 63 Hz octaafband een geschikte indicator lijkt om te voorspellen dat er klachten zullen optreden. Geschat wordt dat een stijging van 5 tot 10 dB in het algemeen tot klachten zal leiden.

## 6 Conclusies

Het doel van het project Geluid in Beeld is de hinderbeleving in Oostvoorne, ten gevolge van industriegeluid van de Maasvlakte/Europoort, te verminderen. Het verkrijgen van inzicht in de overdracht van geluid speelt daarbij een belangrijke rol. Hiertoe is een meteorologisch-akoestisch model voor het betreffende gebied opgezet. Dit model houdt rekening met het effect van land-water overgangen op de meteorologie. Ook het effect van de verschillende bodemtypes op de meteorologie en de geluidoverdracht wordt meegenomen.

Op 21 en 22 mei 2008 zijn er meteorologische en akoestische metingen uitgevoerd, waarbij een array van luidsprekers als kunstbron is ingezet. Op basis van de vergelijking tussen metingen en berekeningen wordt geconcludeerd dat het meteorologisch-akoestische model in staat is om de geluidoverdracht over grote afstanden voldoende betrouwbaar te berekenen. Hierbij wordt rekening gehouden met de (grote) invloed van de meteorologie en de bodem.

Vervolgens zijn gerapporteerde klachtmomenten uit de eerste helft van het jaar 2008 vergeleken met berekeningsresultaten uit het meteorologisch-akoestisch model. Het merendeel van de klachten komt overeen met:

- een goede geluidoverdracht (= hoge immissie niveaus), of
- een sterk toenemende geluidoverdracht (= toenemende immissie niveaus).

Geconcludeerd kan worden, op basis van de gevonden relatie tussen gerapporteerde overlast en berekeningsresultaten voor de geluidoverdracht, dat (de variatie van) de geluidoverdracht een goede indicator kan zijn voor de hinderbeleving. De variatie van de geluidoverdracht wordt bepaald door de veranderende meteorologie.

Het model kan worden gebruikt om het effect van hinderbeperkende maatregelen te berekenen. Ook kan het model worden gebruikt om een voorspelling van de geluidoverdracht te maken; een akoestisch weerbericht.

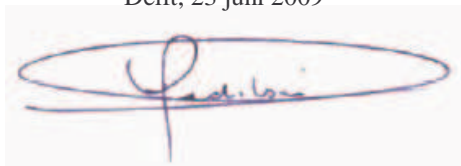
## 7 Referenties

- [1] A.G.C.A. Meesters, "Thermally-forced meso-scale circulations in tidal areas", Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam (1991)
- [2] E.M. Salomons, "Computational atmospheric acoustics", Kluwer academic publishers, ISBN 0-7923-7161-5 (2001)



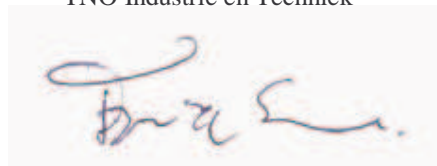
## 8 Ondertekening

Delft, 23 juni 2009

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. Hendriksen', enclosed within a large, horizontal oval loop.

Peter Hendriksen  
Afdelingshoofd

TNO Industrie en Techniek

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Frits van der Eerden', written in a cursive style.

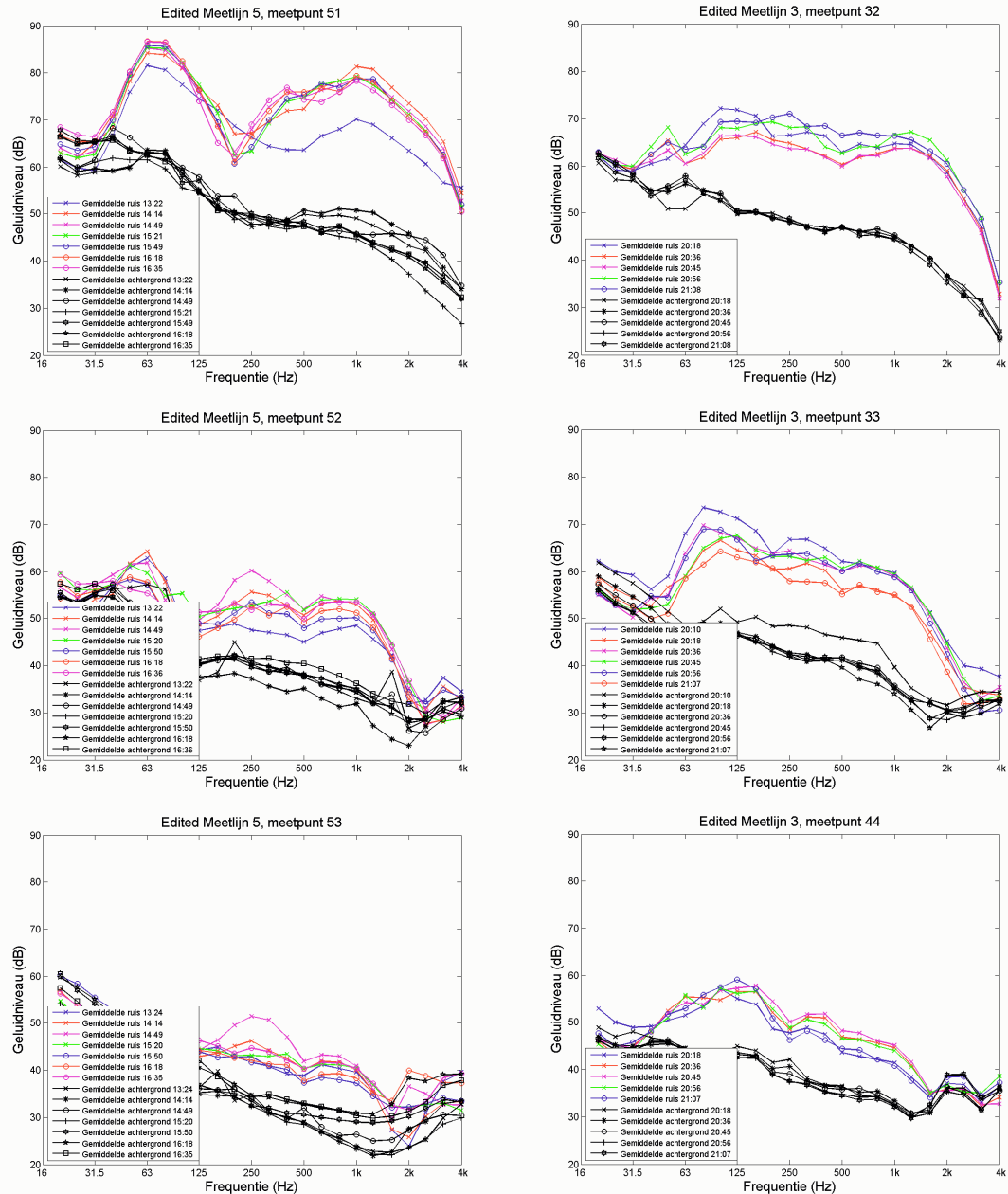
Frits van der Eerden  
Auteurs

## A Resultaten geluidmetingen

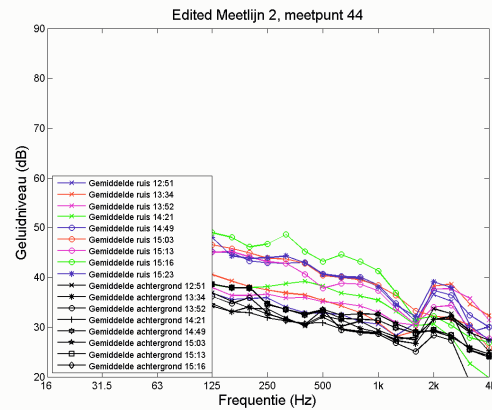
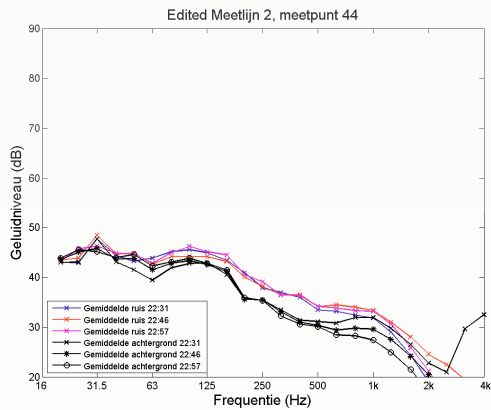
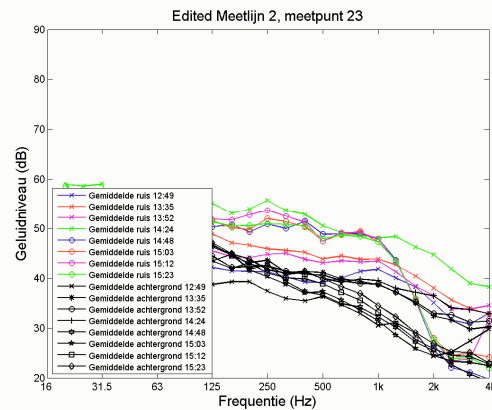
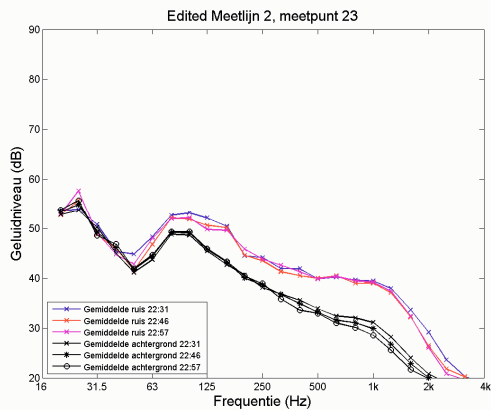
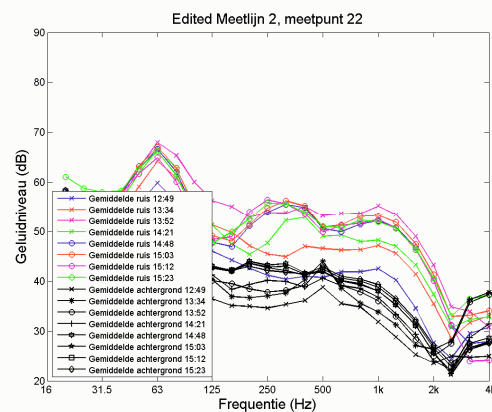
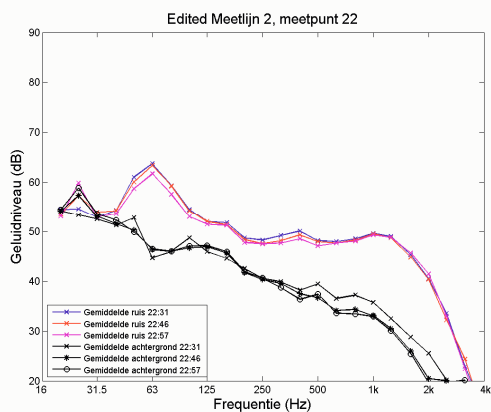
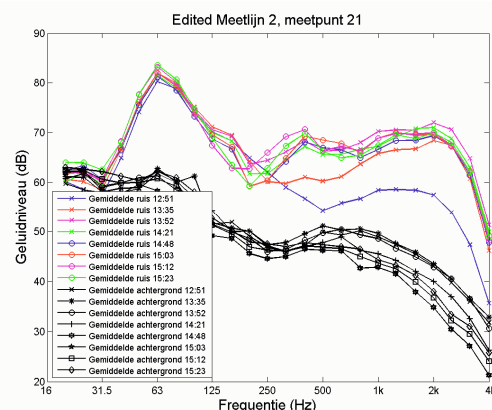
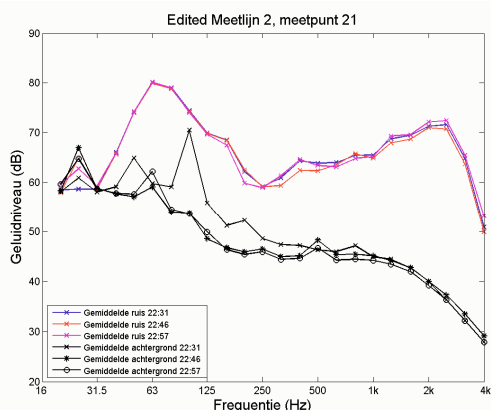
Resultaten van de geluidmetingen op:

- meetpunt 51, 52 en 53, voor meetlijn 5 (21 mei 's middags),
- meetpunt 32, 33, en 44 voor meetlijn 3 (21 mei 's avonds),
- meetpunt 21, 22, 23, en 44 voor meetlijn 2 (21 mei 's nachts en 22 mei 's middags).

Zie Figuur 1 uit Hoofdstuk 1 voor de meetlijnen en Hoofdstuk 3 voor de beschrijving van de geluidmetingen.



Figuren meetpunten 51 t/m 53 en 32 t/m 44: gemeten geluidmissies 21 mei 's middags en 's avonds (rechts).



Figuren meetpunten 21 t/m 44: gemeten geluidmissies. 21 mei 's nachts en 22 mei 's middags (rechts).

## B Resultaten meteorologisch-akoestisch model

In de eerste onderstaande 7 figuren zijn voor de geselecteerde klachtenperioden (tussen de rode verticale lijnen) weergegeven:

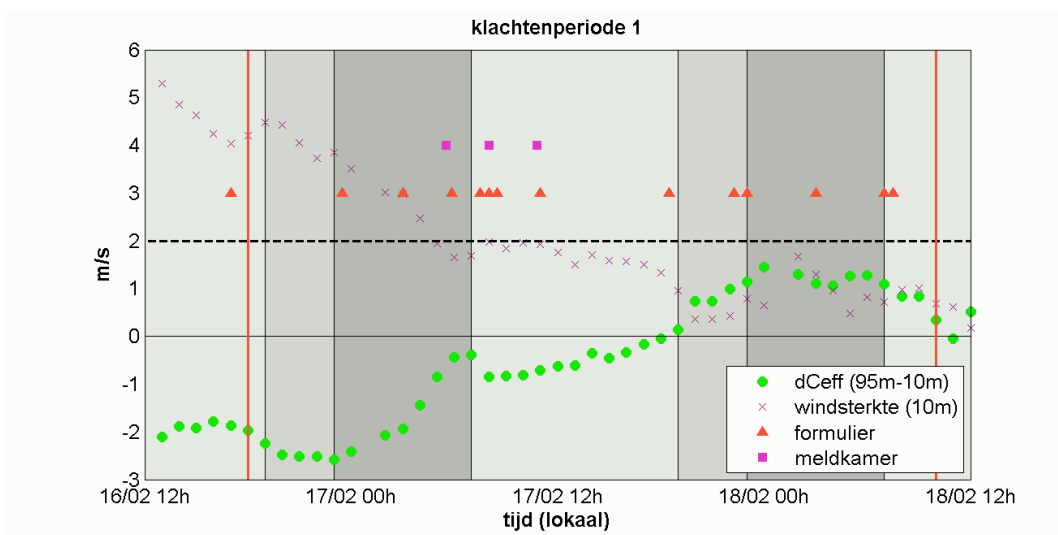
- de gerapporteerde klachten (via formulier en meldkamer);
- de gemiddelde windsterkte op 10 m hoogte tussen Maasvlakte en Oostorne, berekend met het meteorologisch-akoestisch model;
- de “delta C-effectief”, het verschil in de effectieve geluidsnelheid op 95 en 10 m hoogte, berekend met het meteorologisch-akoestisch model.

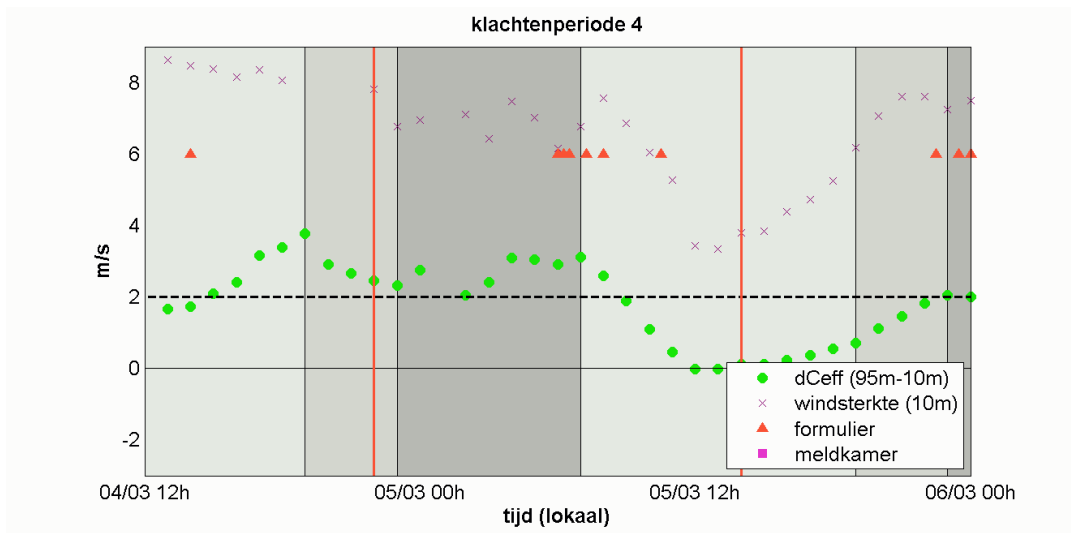
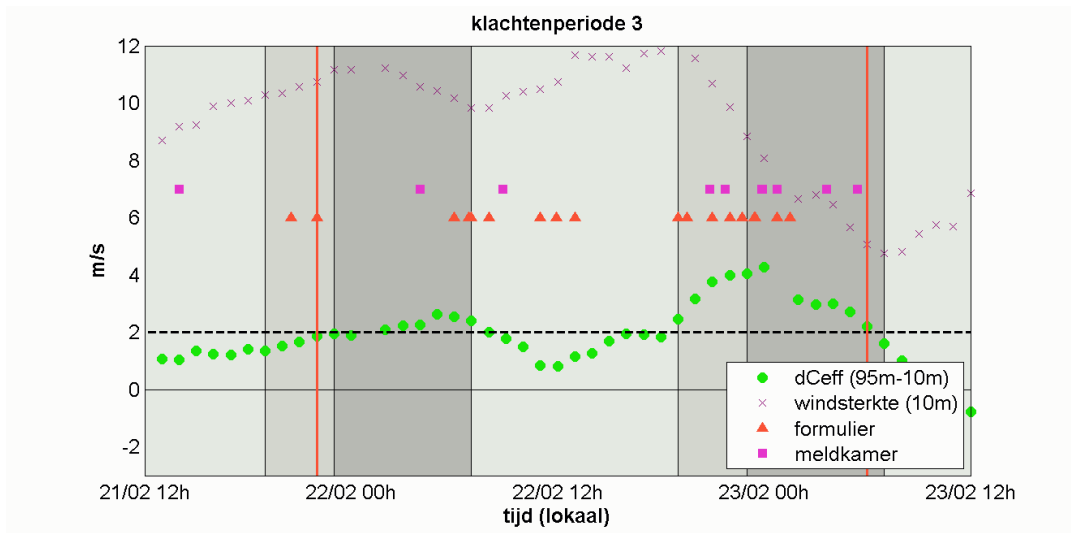
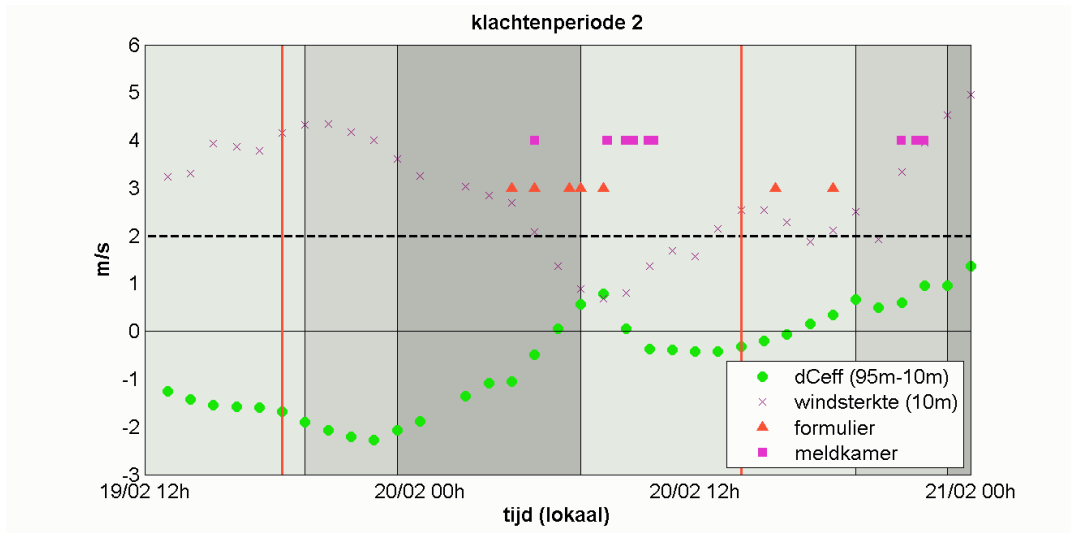
In de daarop volgende 3 figuren zijn dezelfde gegevens voor de referentie-perioden weergegeven.

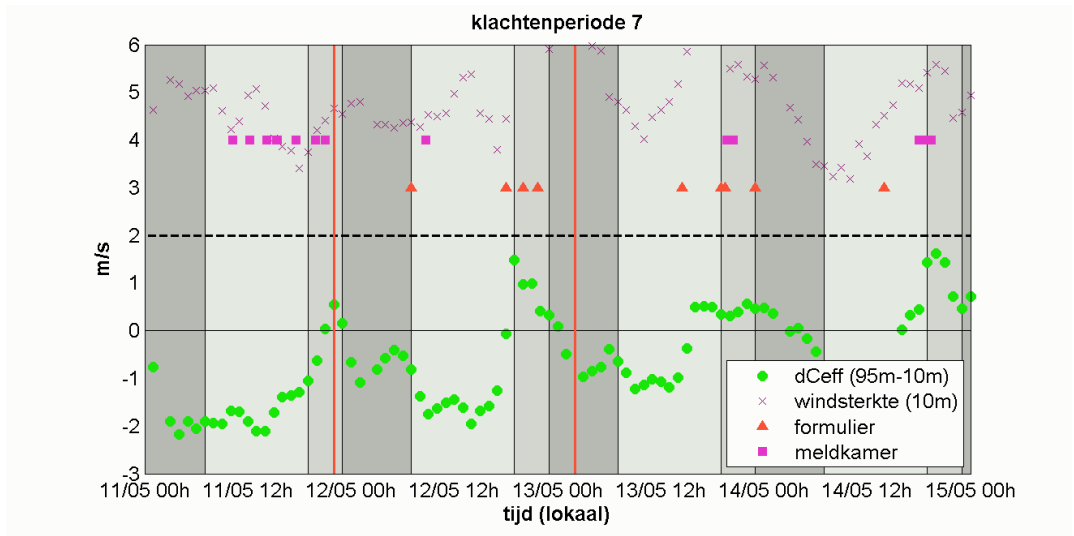
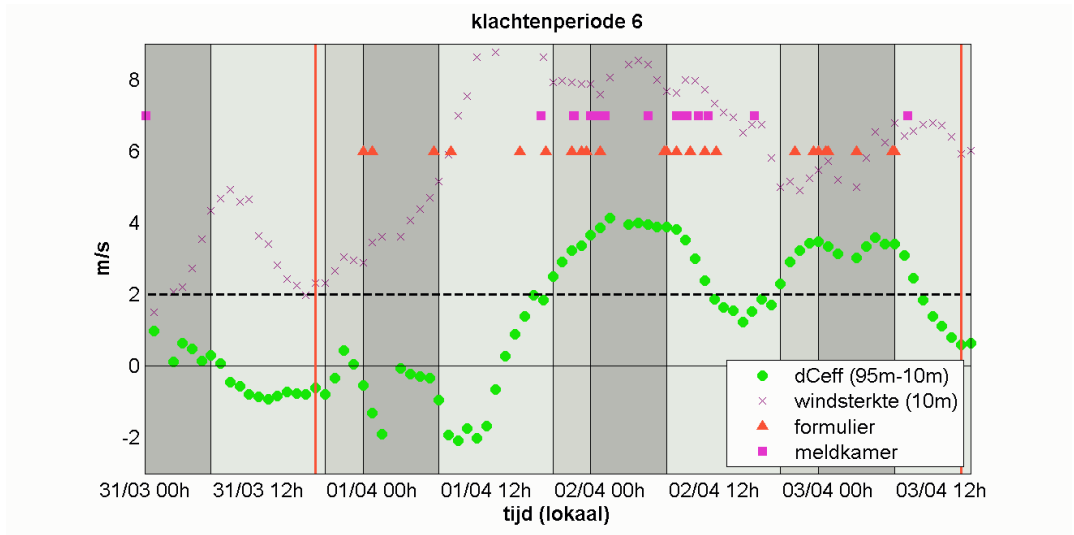
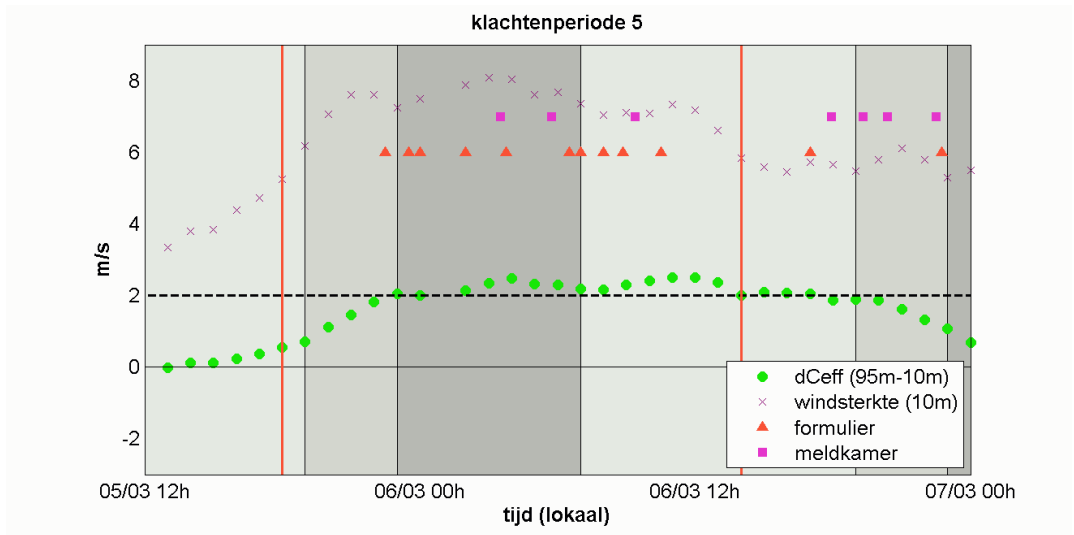
De laatste 4 figuren geven voor vier klachtenperioden tevens de berekende geluidoverdracht weer voor:

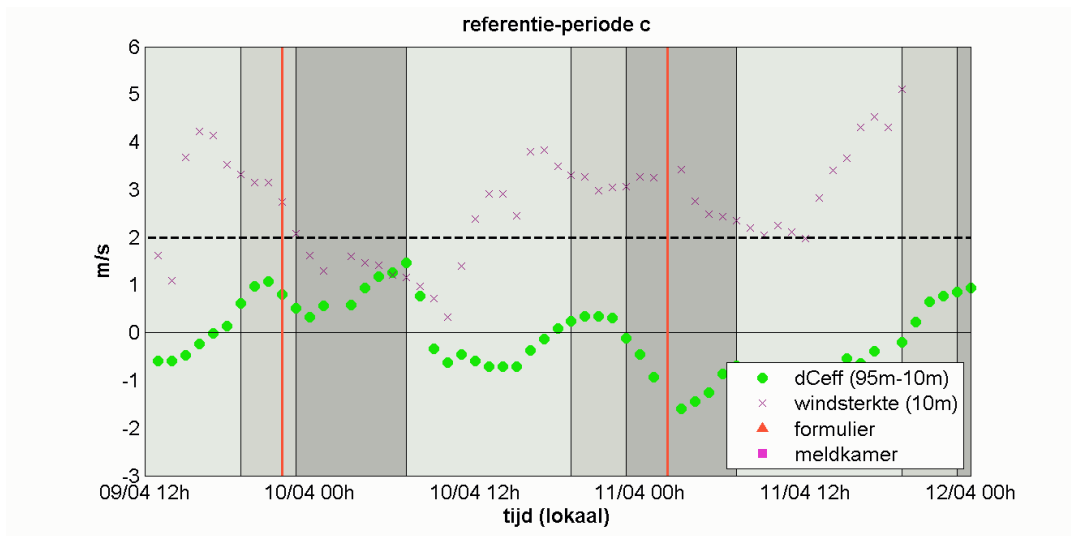
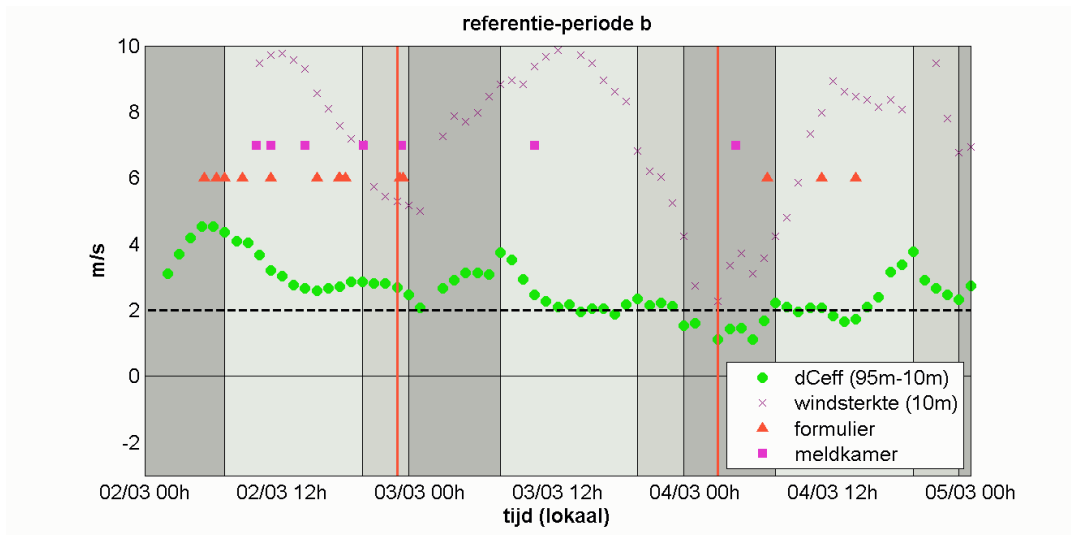
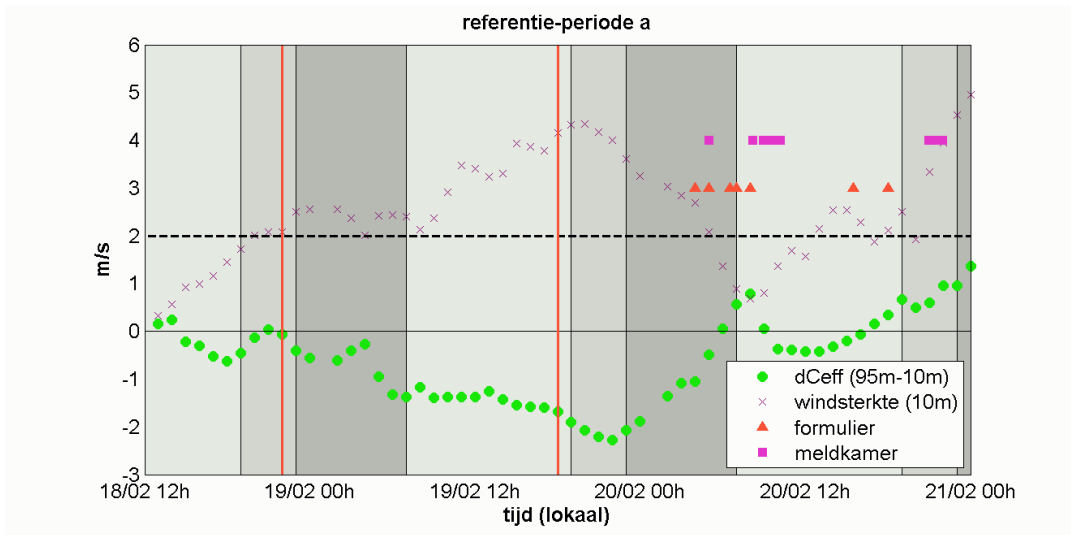
- het breedbandige geluid, voor octaafbanden 63 t/m 1000 Hz;
- de octaafband 250 Hz;
- de octaafband 63 Hz.

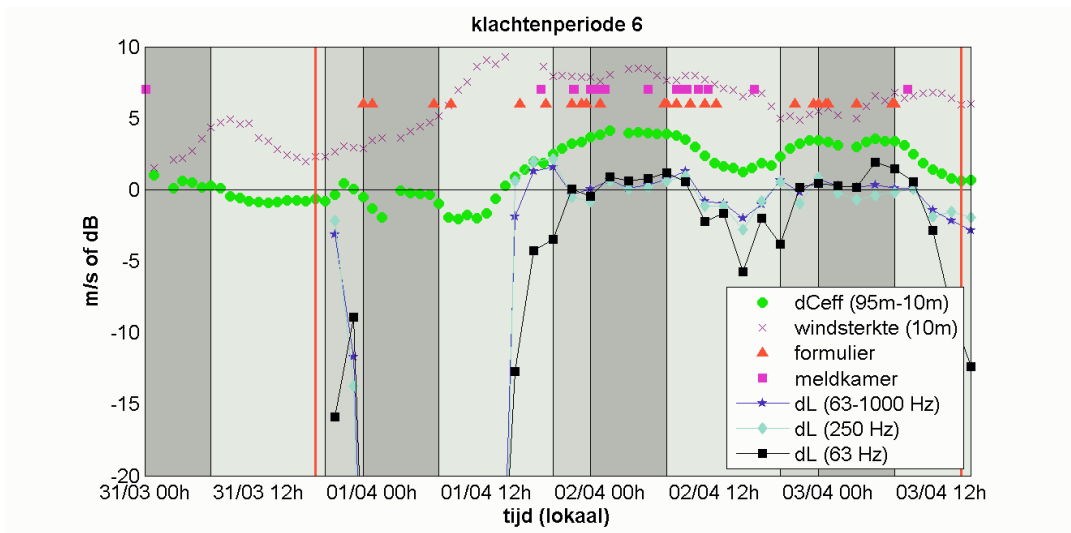
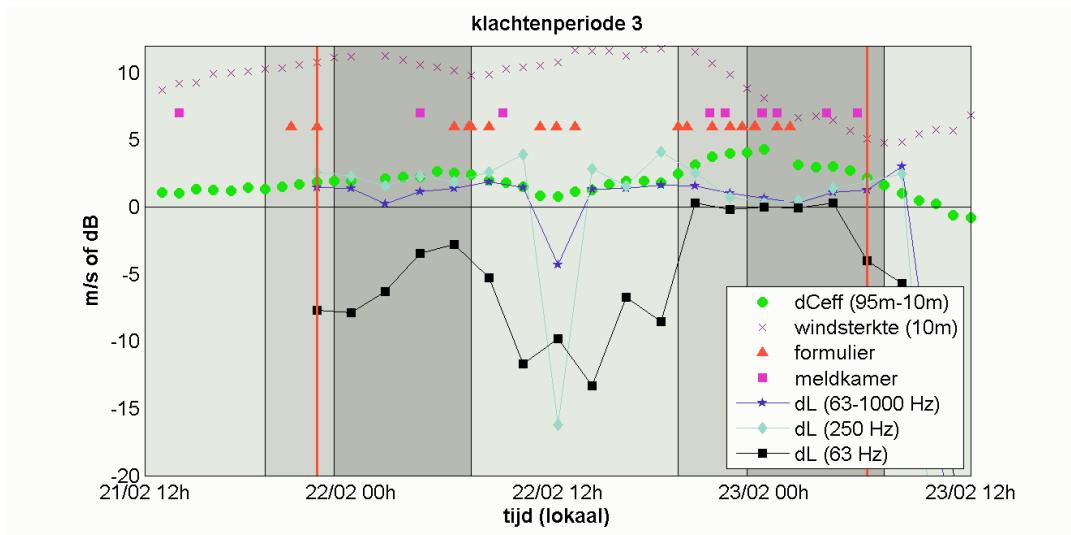
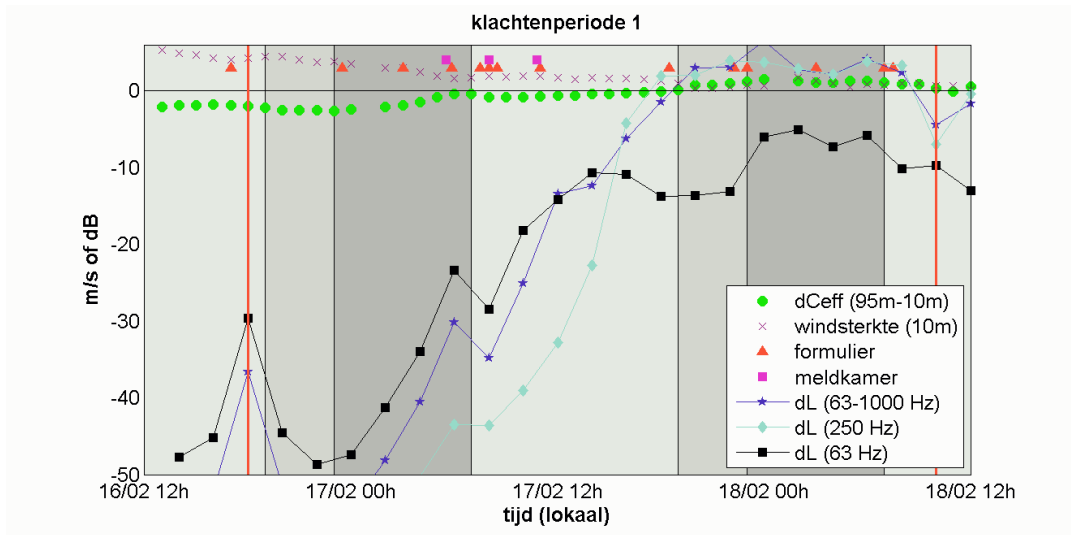
In Hoofdstuk 5 wordt een selectie van deze figuren nader besproken.



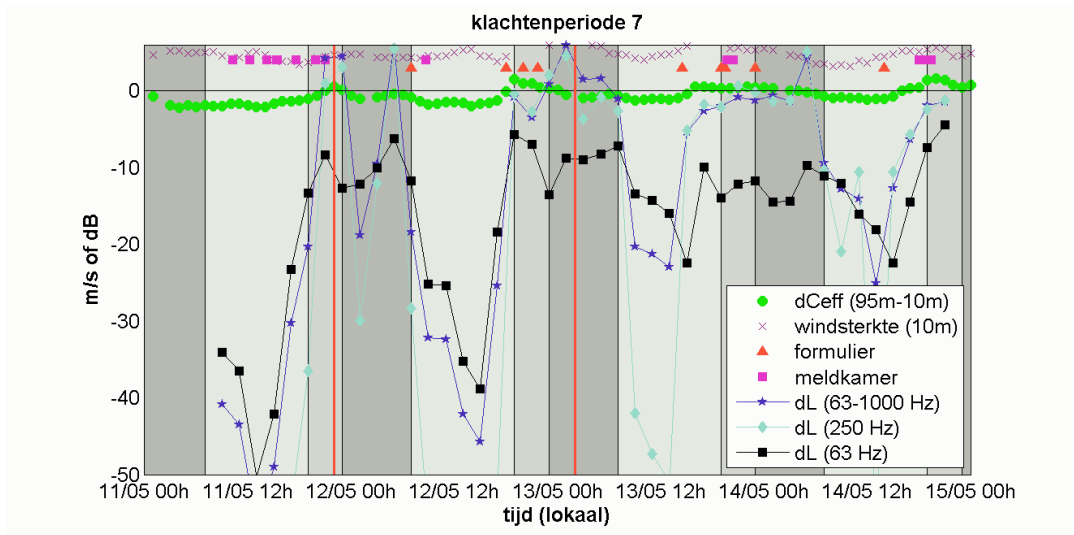












Bijlage 7: Geluidsmetingen en meldingen,  
grafieken van alle monitorings- en referentieperiodes



## Bijlage 7: Geluidsmetingen en meldingen, grafieken van alle monitorings- en referentieperiodes

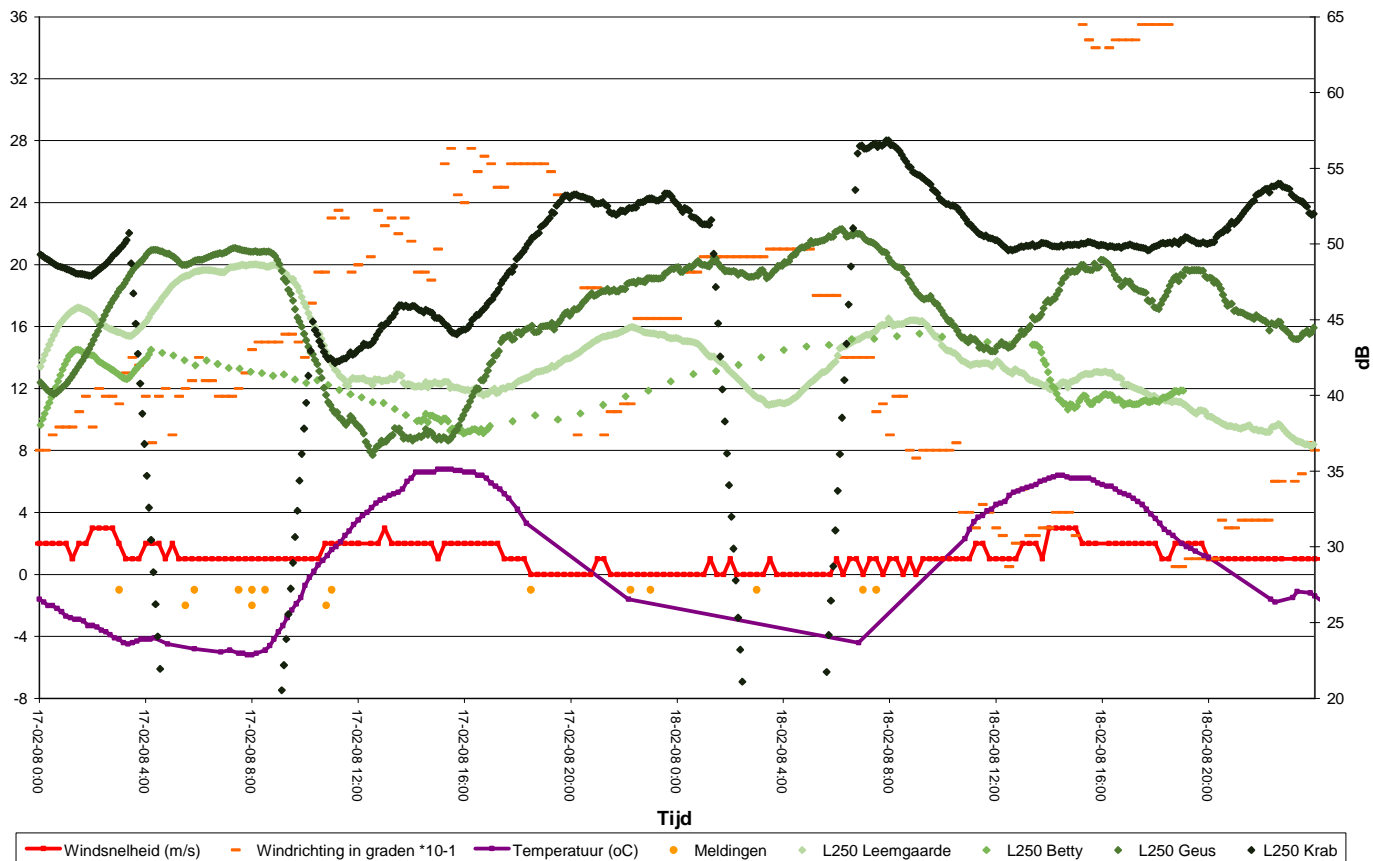


De meetlijnen Maasvlakte (links) en Europoort (rechts) waarover het geluid in dit project gemeten is met daartussen de verschillende meetposten.

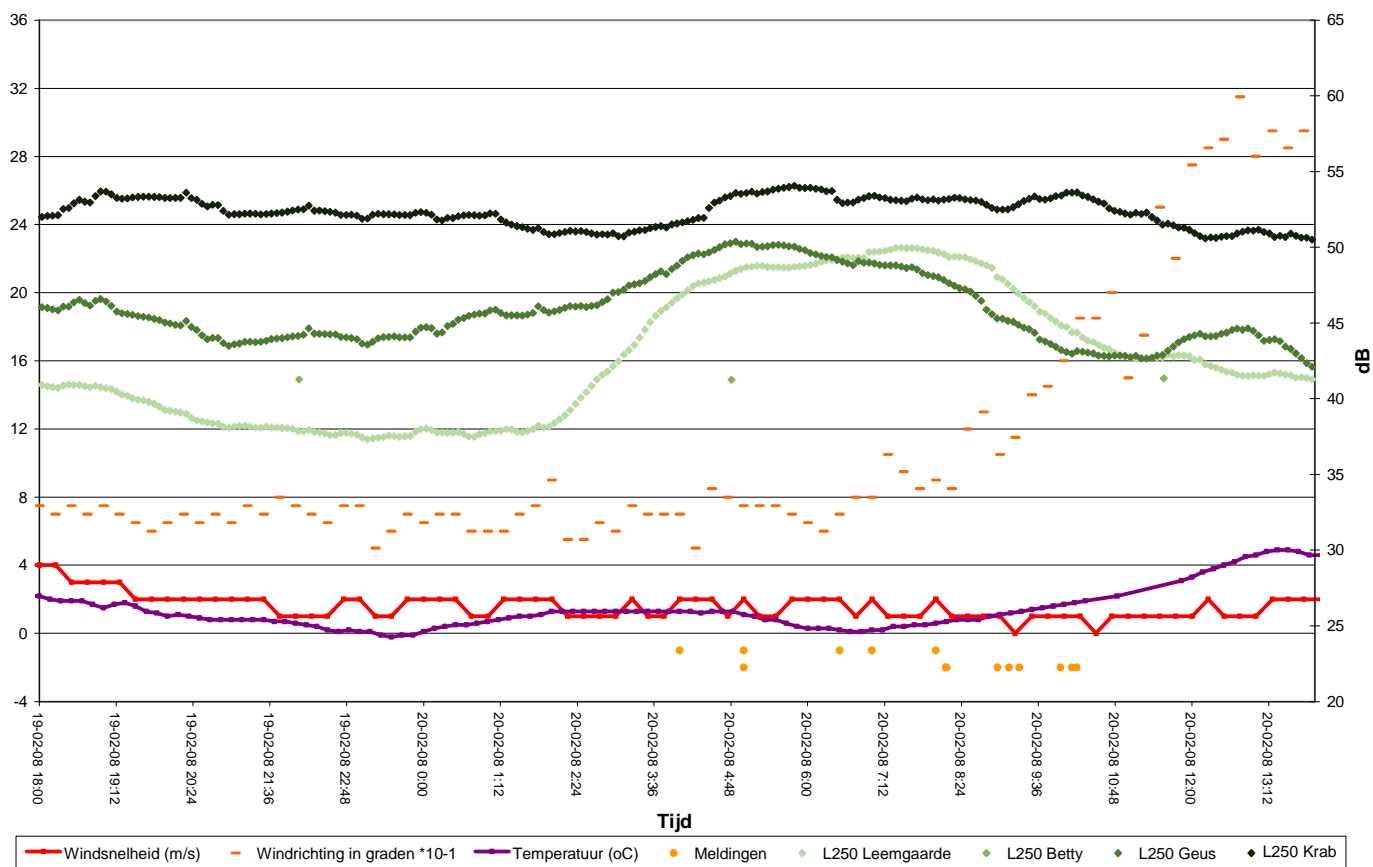
Maasvlakte: Beer – Vogel – Marion – Leemgaarden

Europoort: Krab – Geus – Betty – Leemgaarde

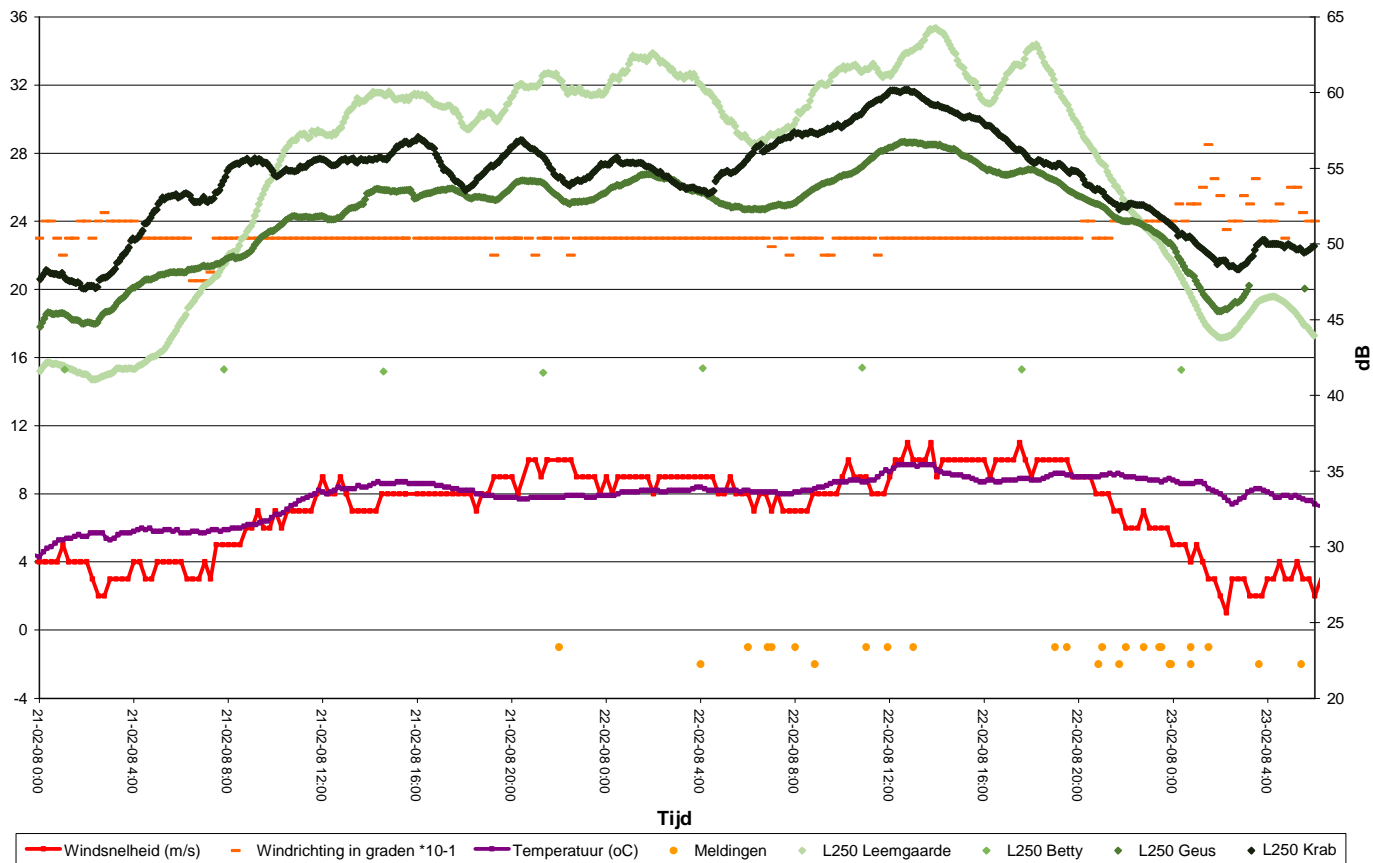
In de onderstaande grafieken is te zien dat op bepaalde momenten sommige meetlijnen onderbroken zijn. Dit is te wijten aan tijdelijke storingen waardoor data op deze momenten ontbreekt.



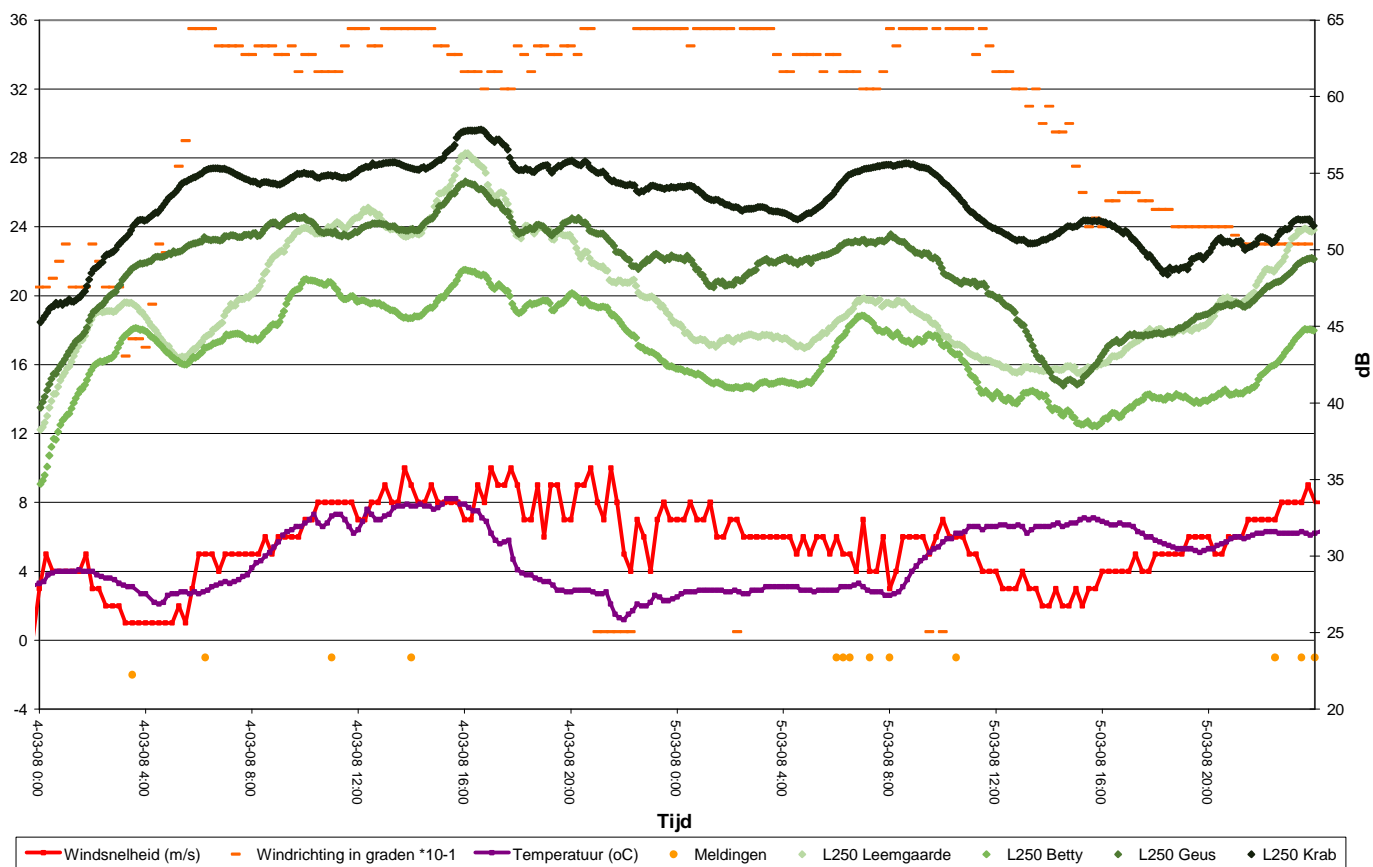
Geluidspannen meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van zaterdag 16 februari 18:00 tot maandag 18 februari 10:00



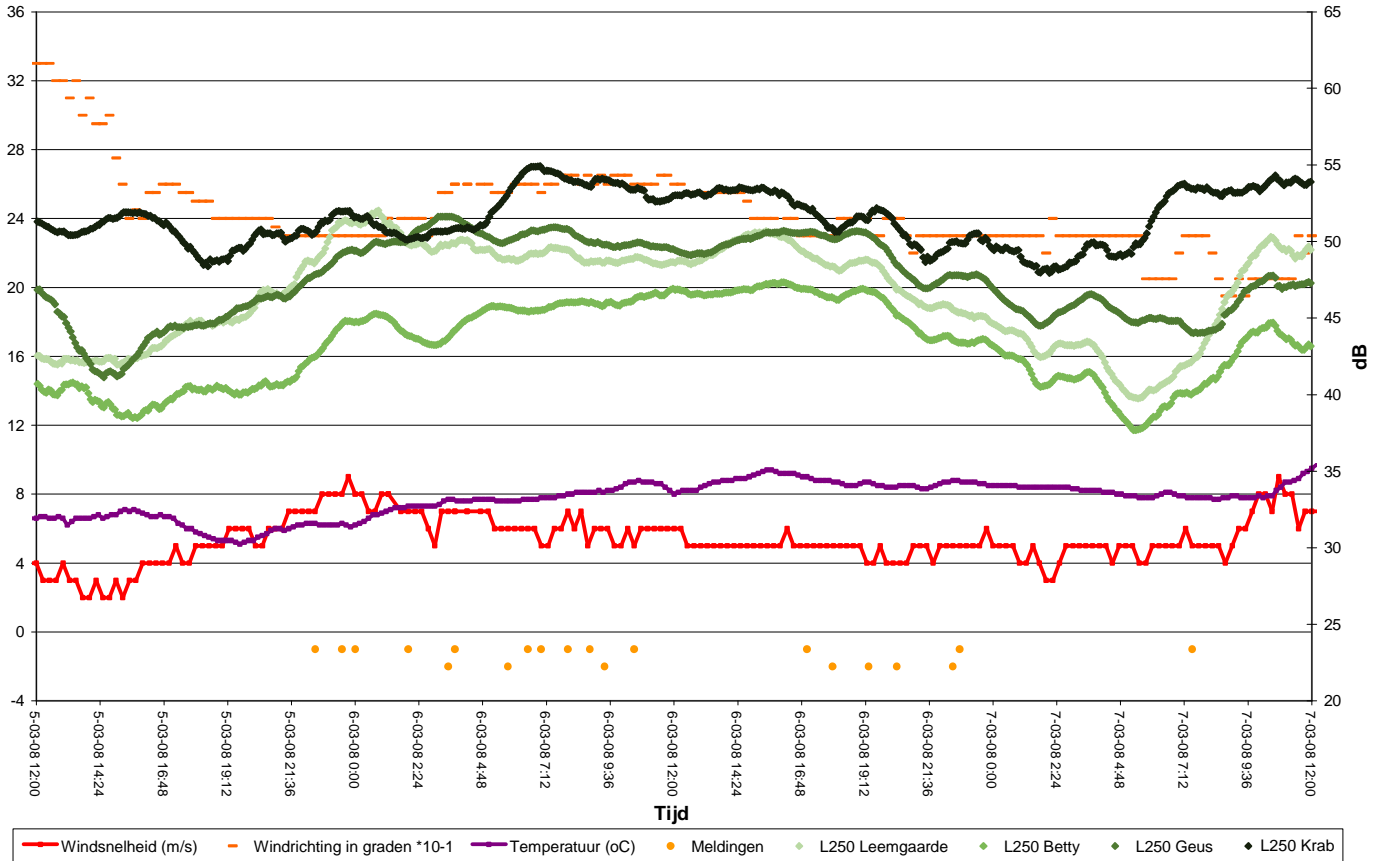
Geluidspannen meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van woensdag 19 februari 18:00 tot donderdag 20 februari 14:00



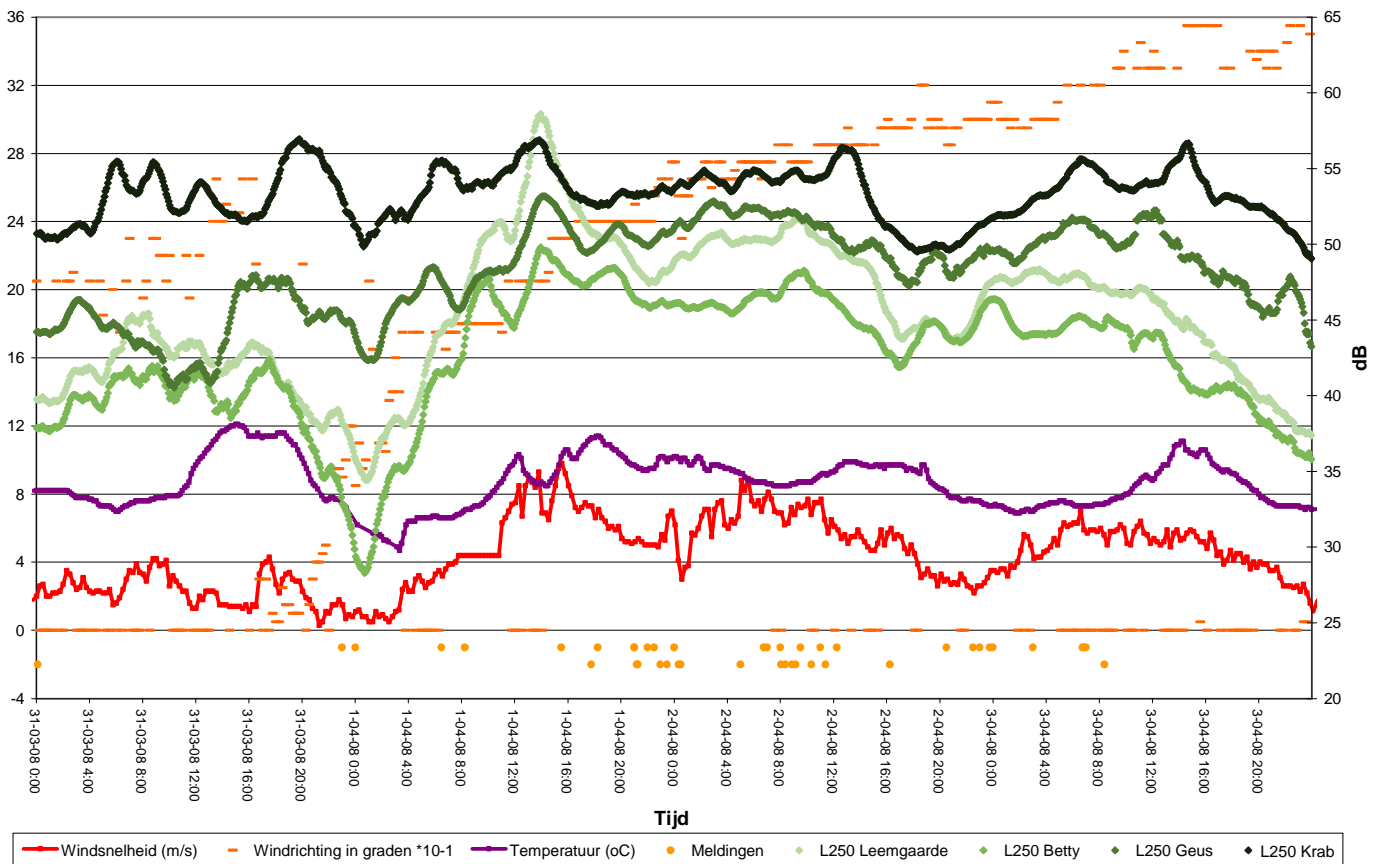
Geluidsparemeters meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van vrijdag 21 februari 22:00 tot zondag 23 februari 06:00



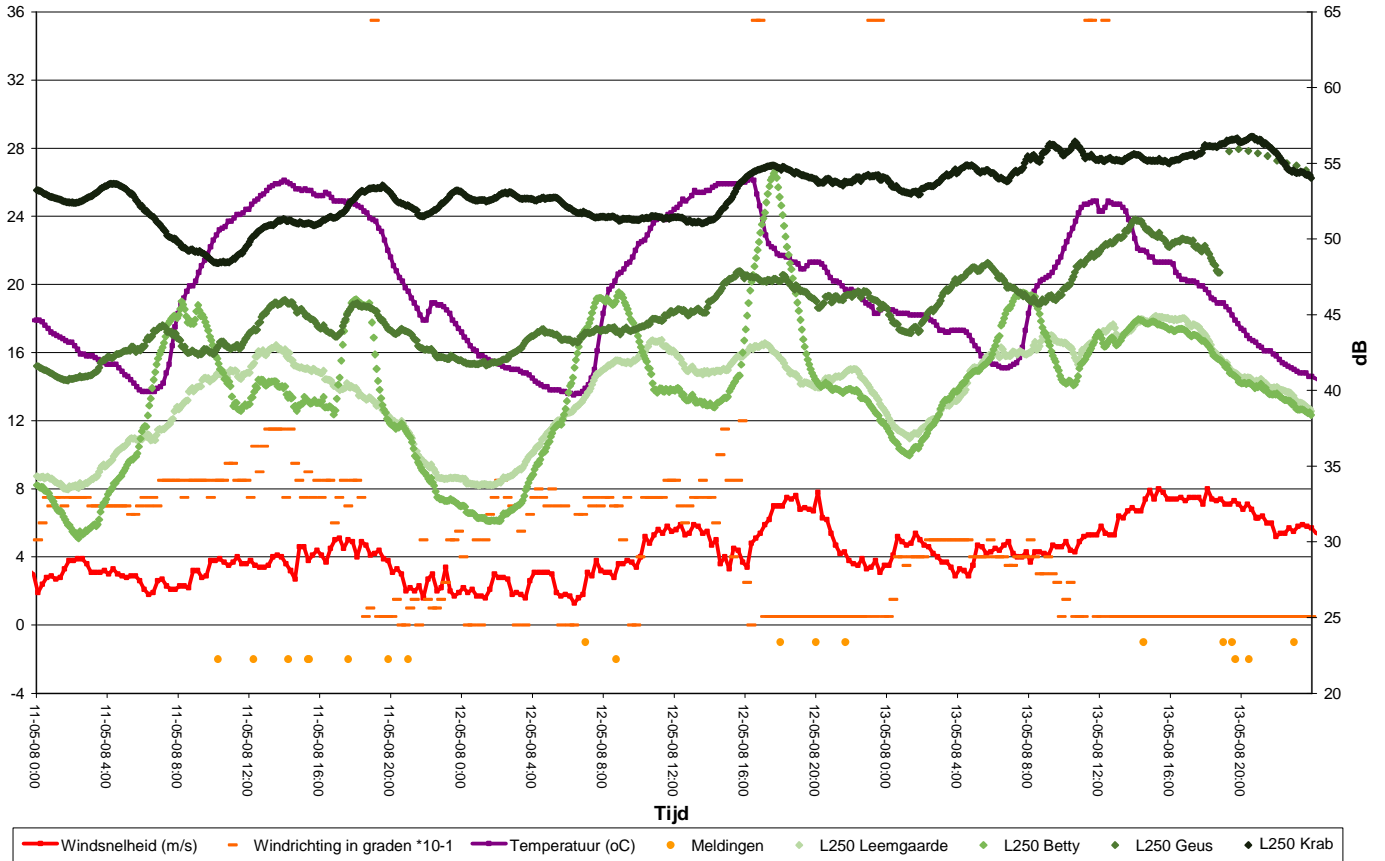
Geluidsparemeters meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van dinsdag 4 maart 22:00 tot woensdag 5 maart 14:00



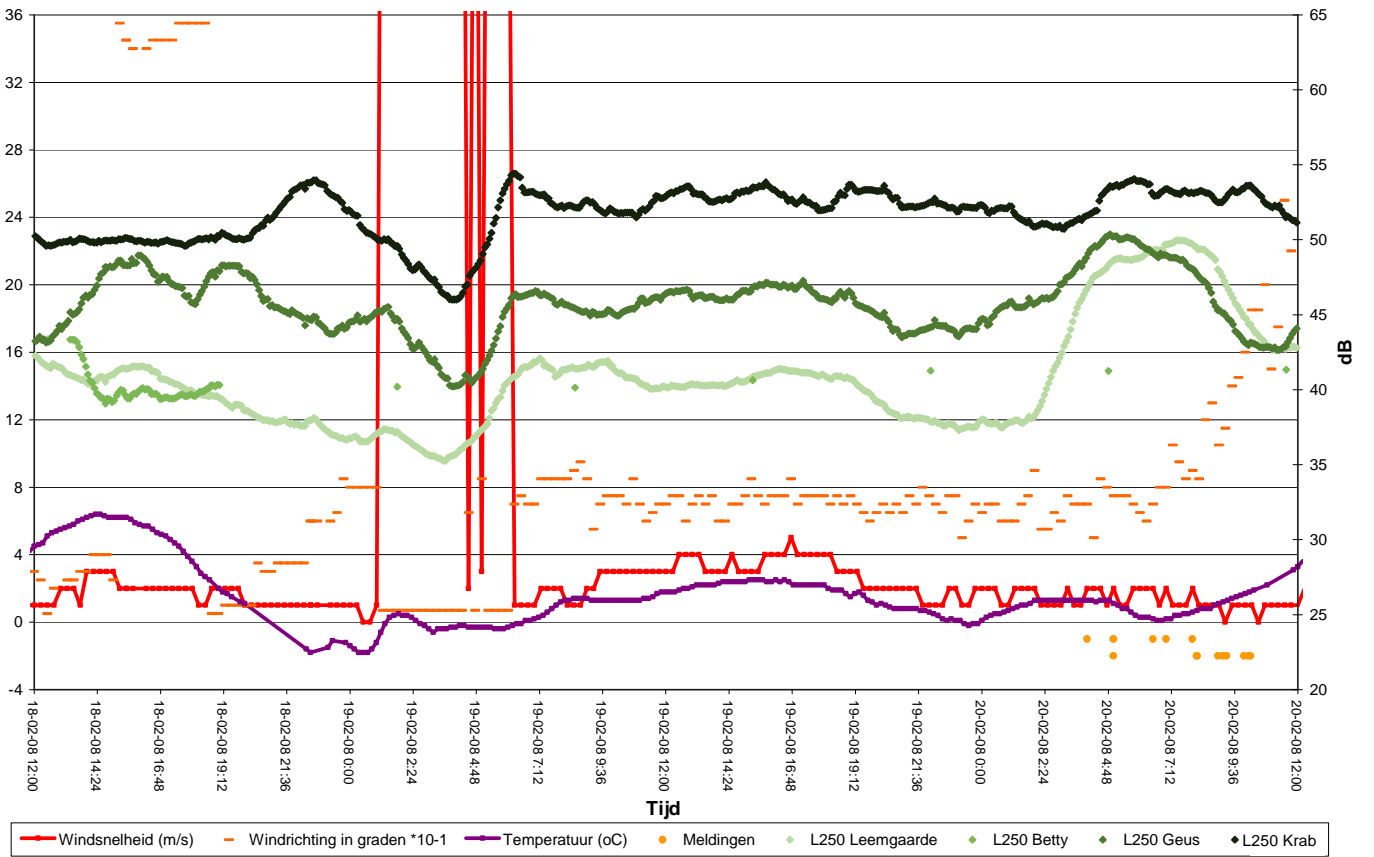
Geluidparameters meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van woensdag 5 maart 18:00 tot donderdag 6 maart 14:00



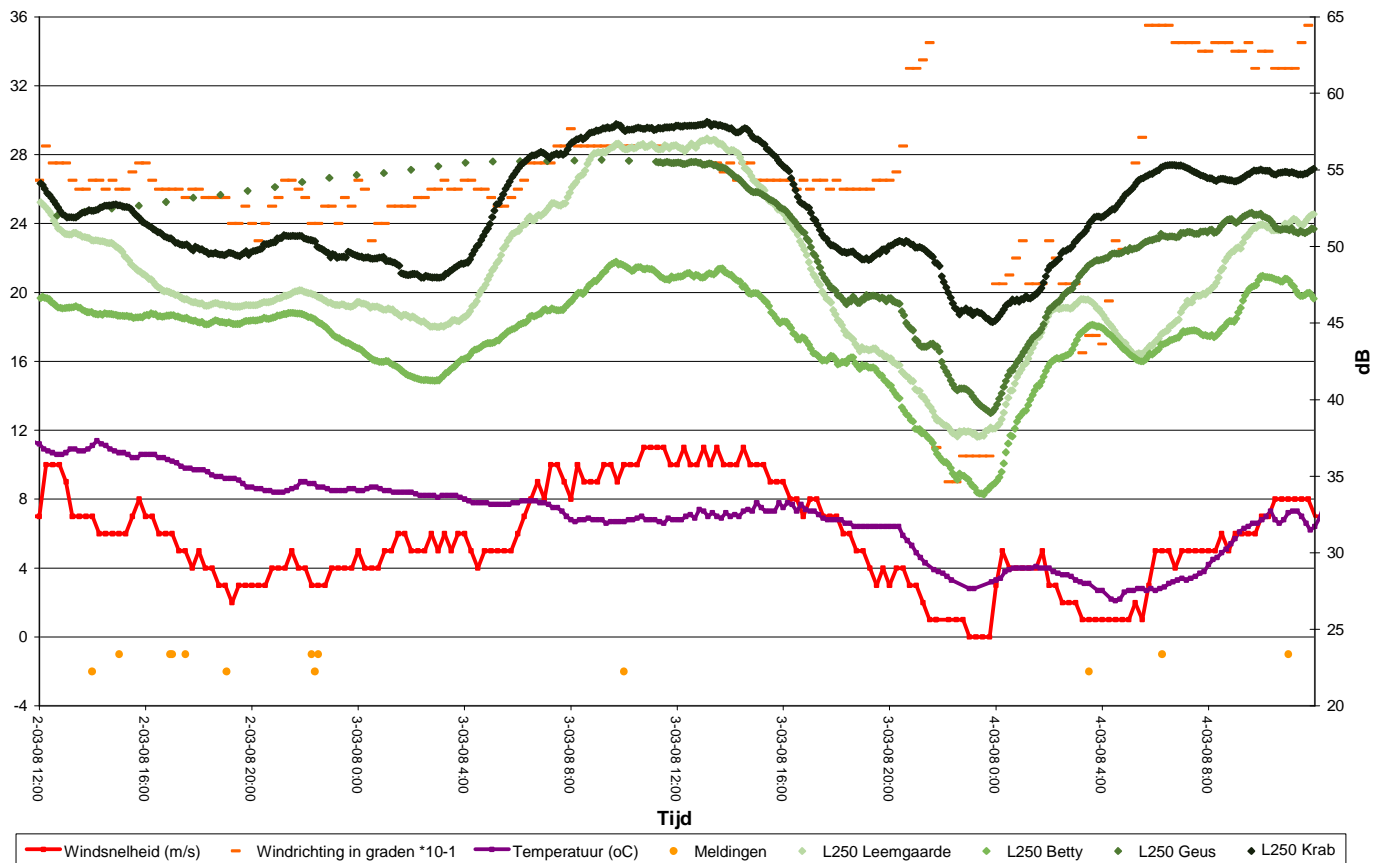
Geluidparameters meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van maandag 31 maart 18:00 tot donderdag 3 april 14:00



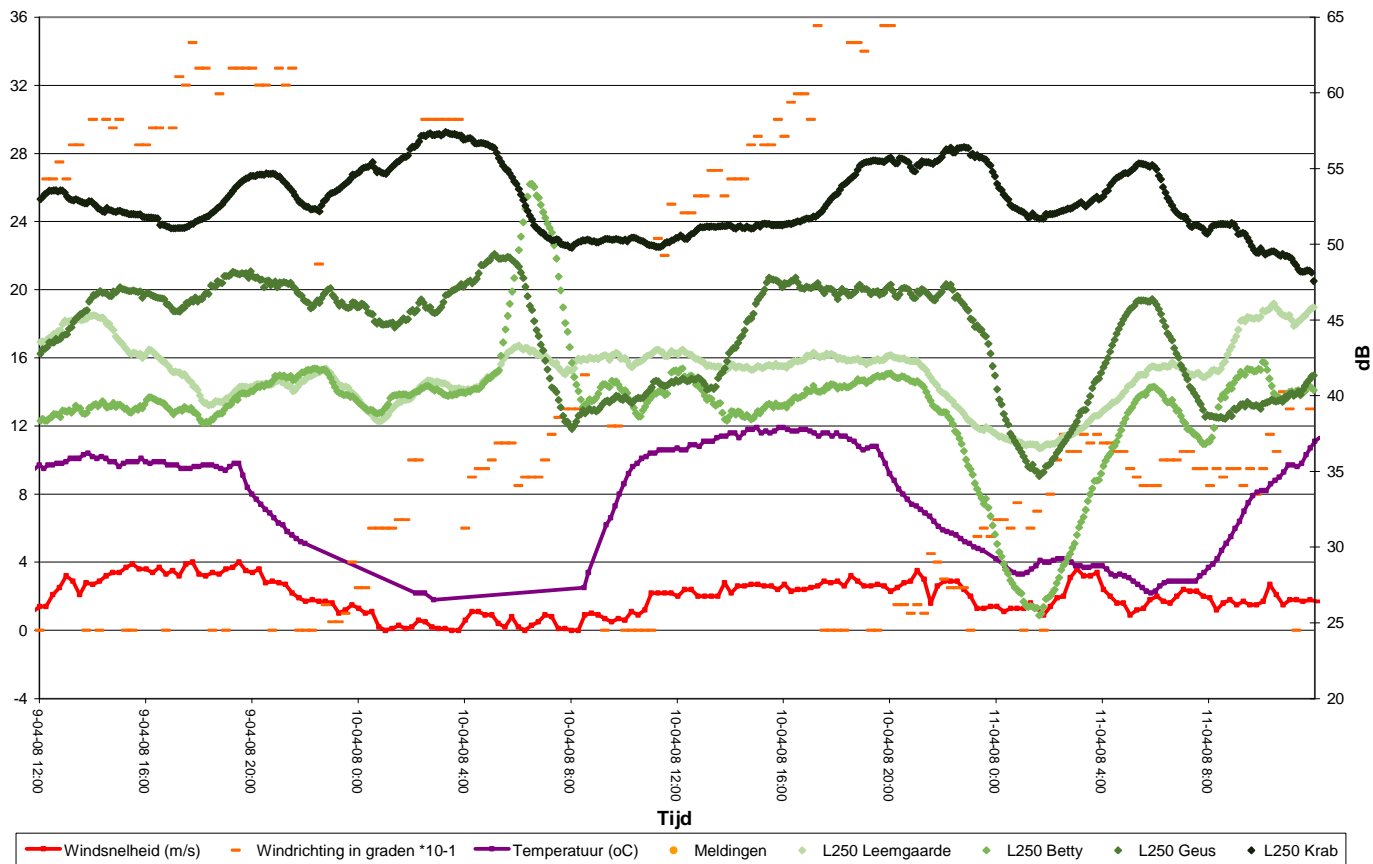
Geluidsparameters meetlijn Alie tijdens de meldingrijke periode van zondag 11 mei 22:00 tot dinsdag 13 mei 02:00



Geluidsparameters meetlijn Alie tijdens de referentieperiode van dinsdag 18 februari 22:00 tot woensdag 19 februari 18:00

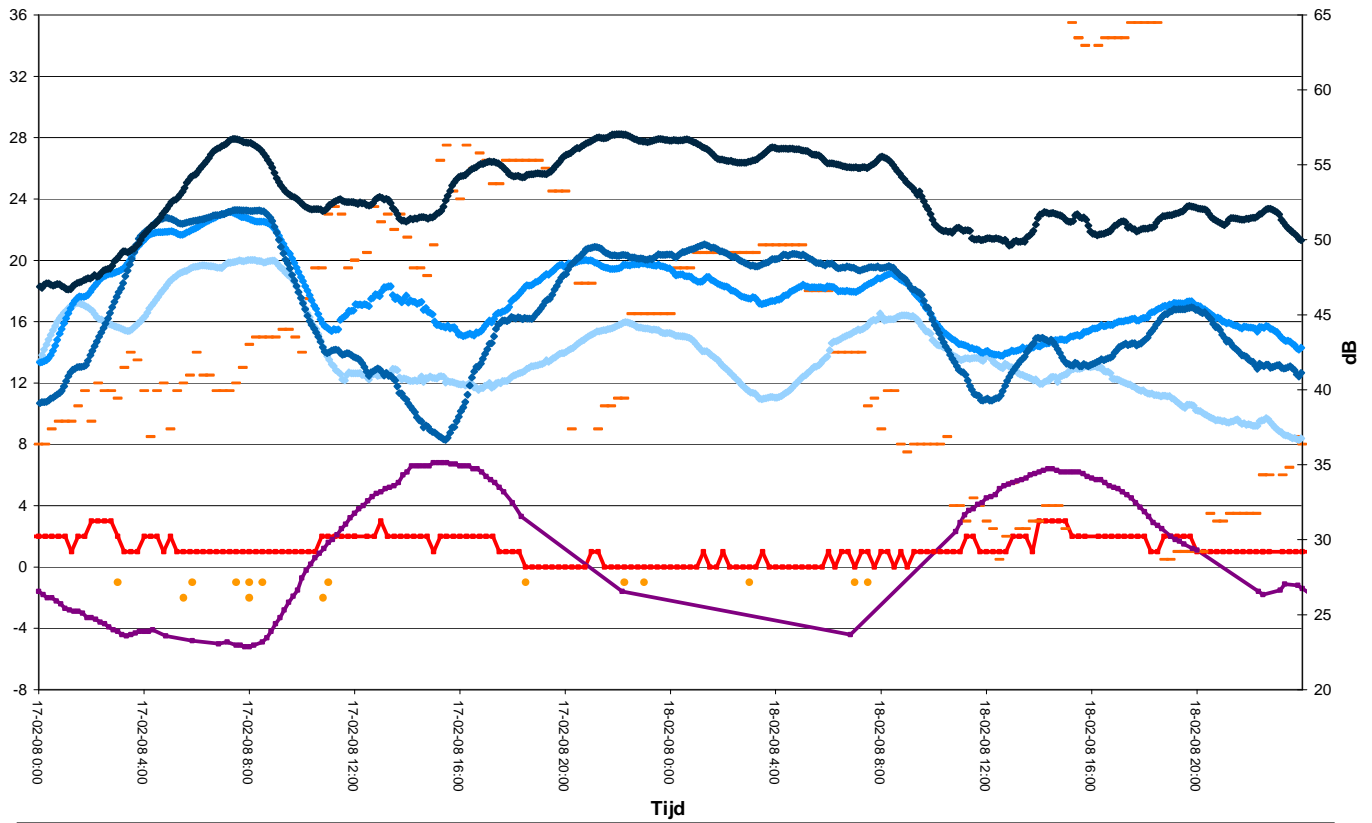


Geluidparameters meetlijn Alie tijdens tijdens de referentieperiode van zondag 2 maart 2008 tot dinsdag 4 maart 2008

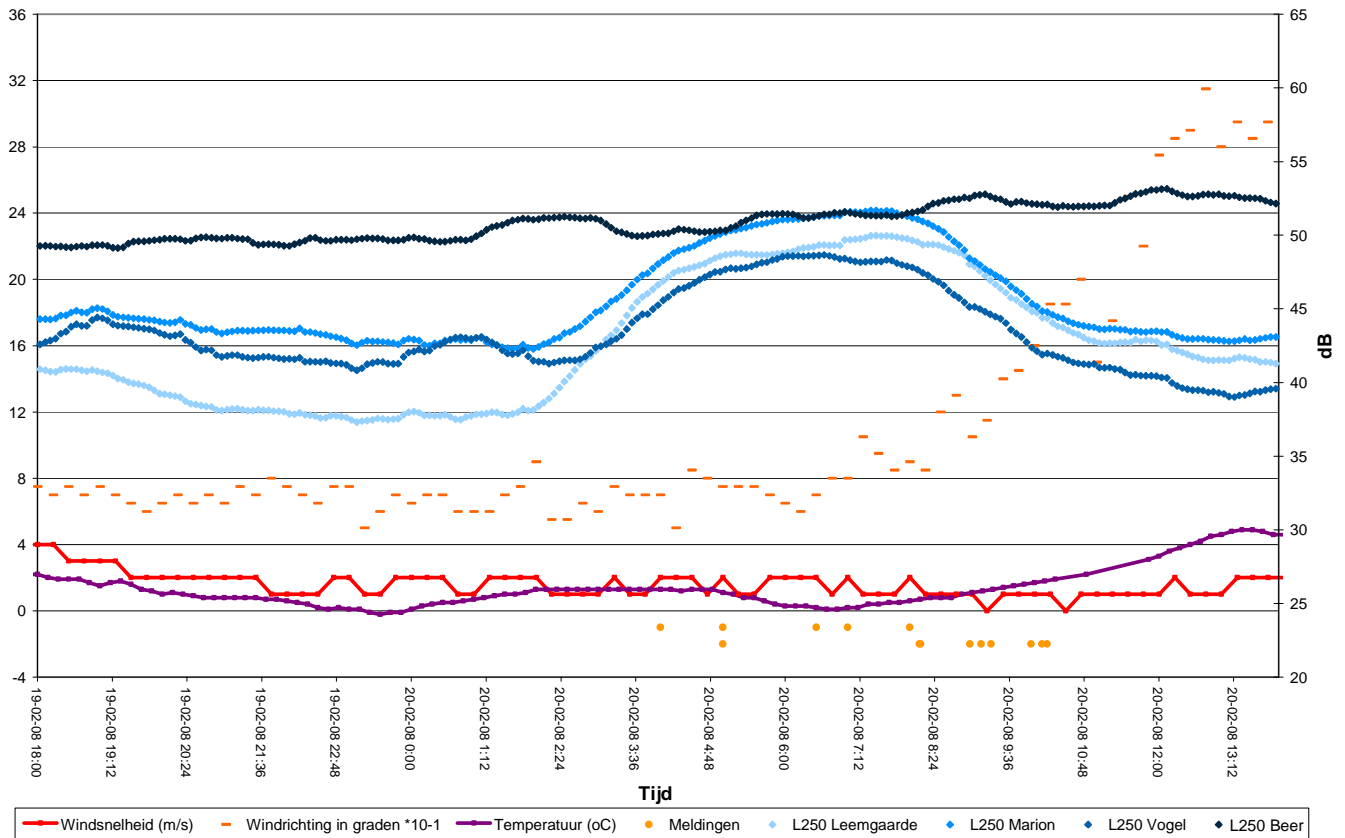


Geluidparameters meetlijn Alie tijdens de referentieperiode van woensdag 9 april 2008 tot vrijdag 11 april

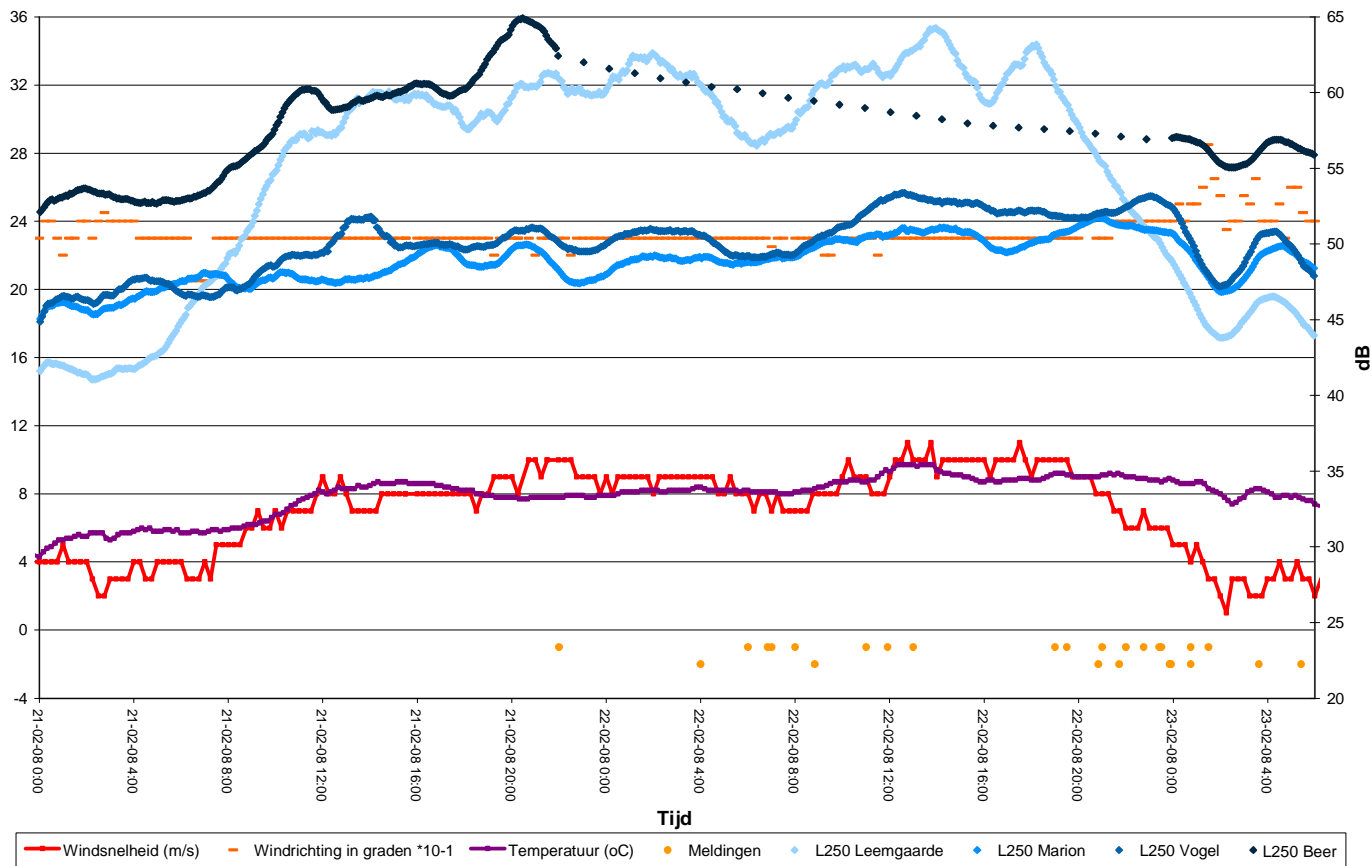




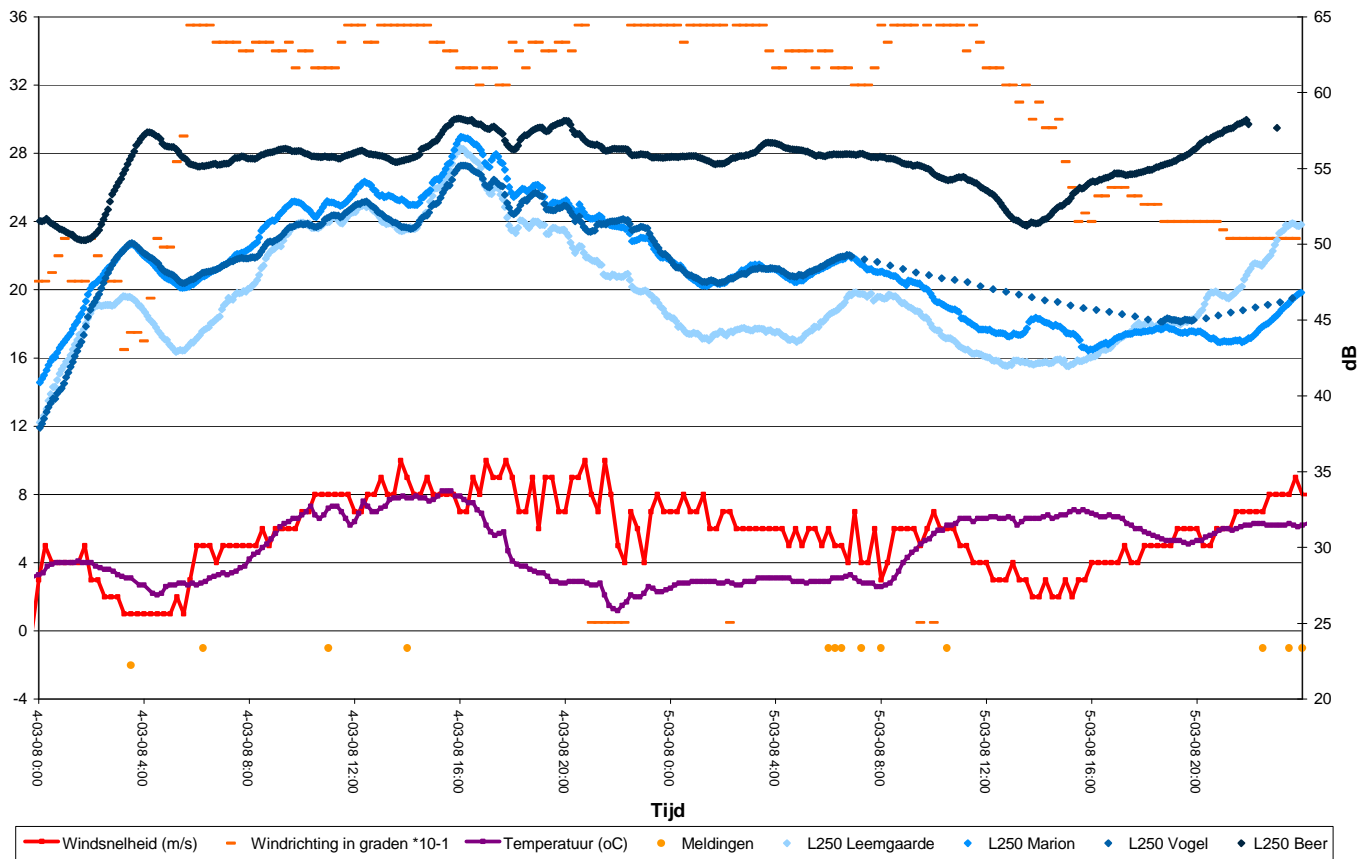
Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van zaterdag 16 februari 18:00 tot maandag 18 februari 10:00



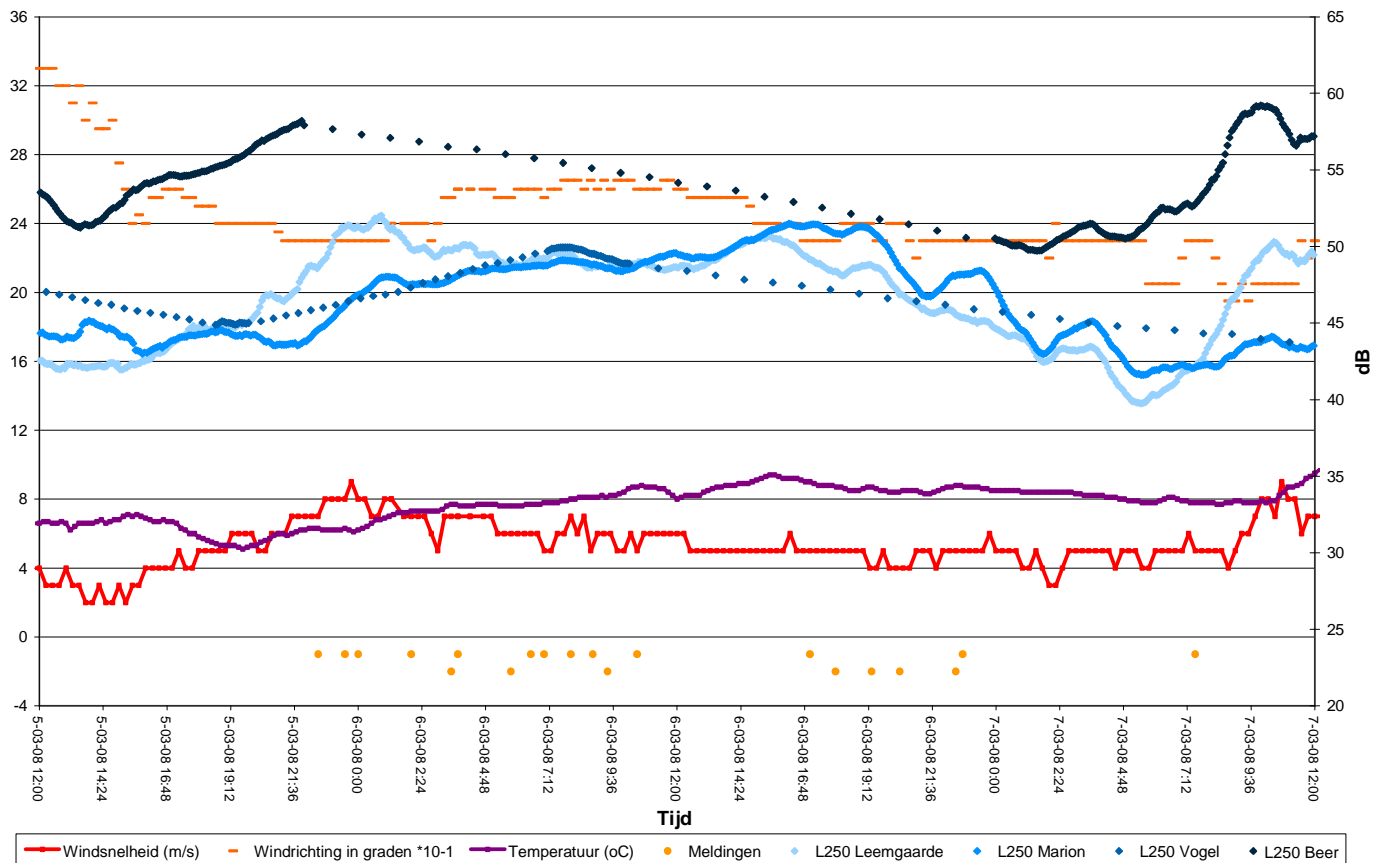
Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van woensdag 19 februari 18:00 tot donderdag 20 februari 14:00



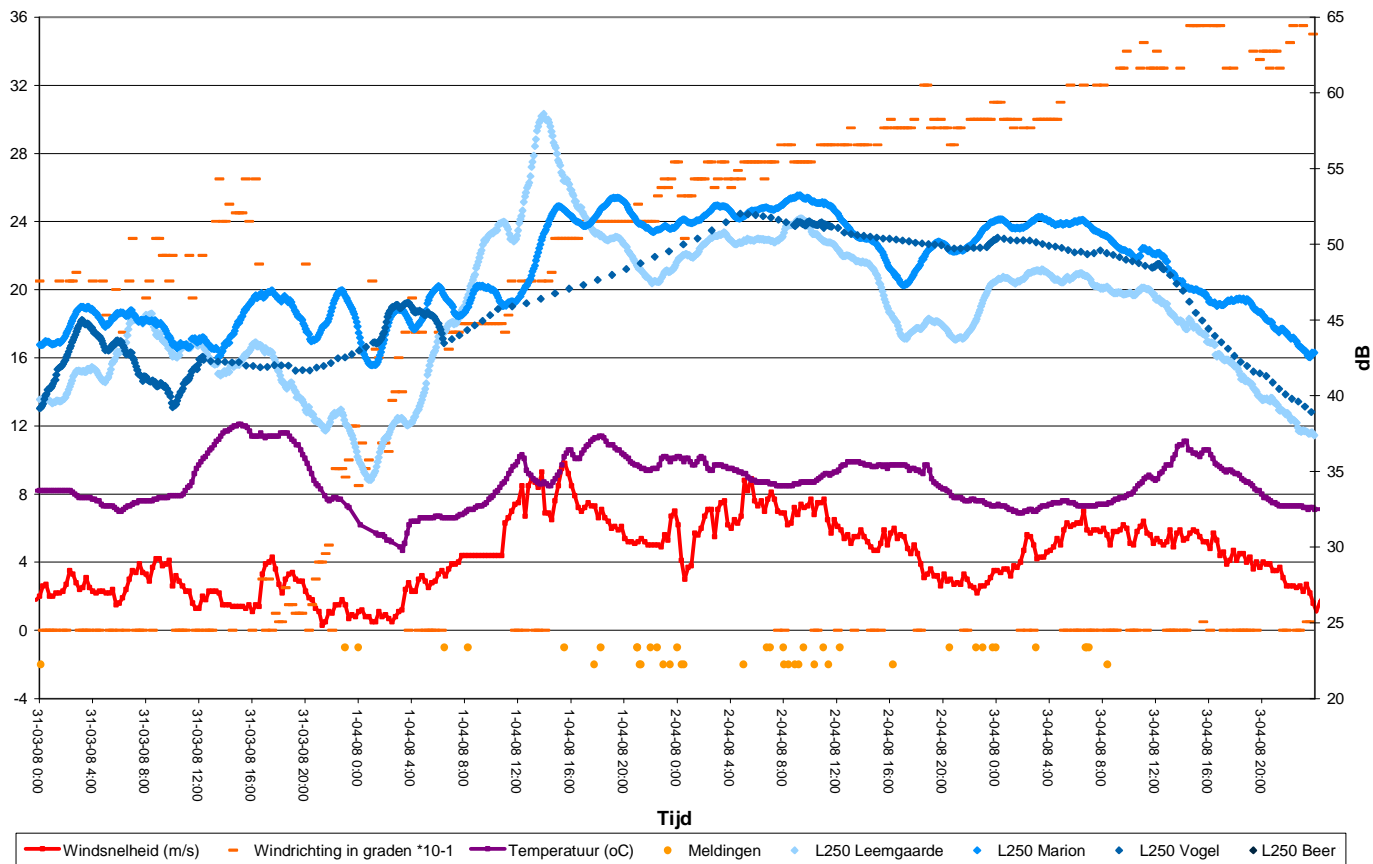
Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van vrijdag 21 februari 22:00 tot zondag 23 februari 06:00



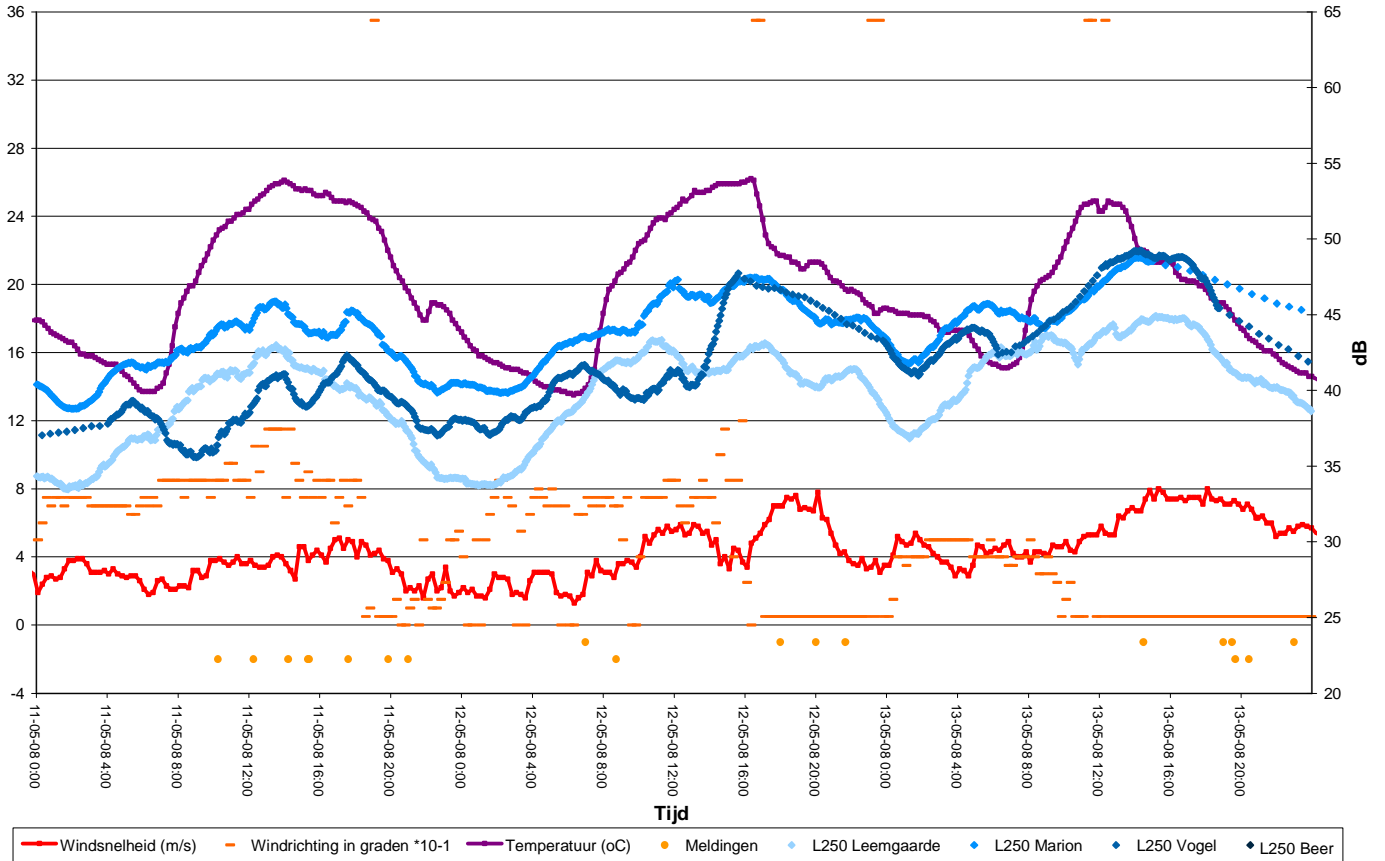
Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van dinsdag 4 maart 22:00 tot woensdag 5 maart 14:00



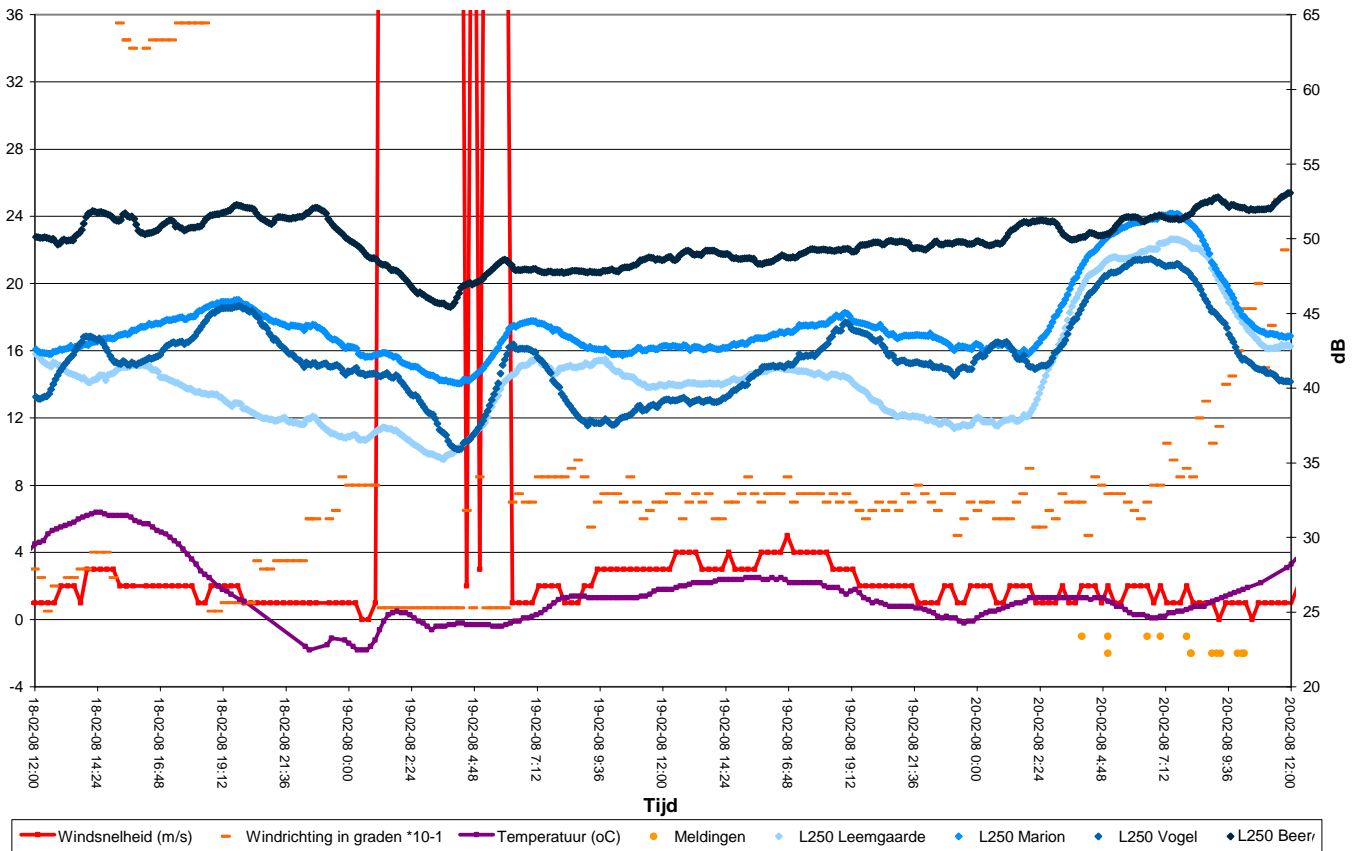
Geluidparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van woensdag 5 maart 18:00 tot donderdag 6 maart 14:00



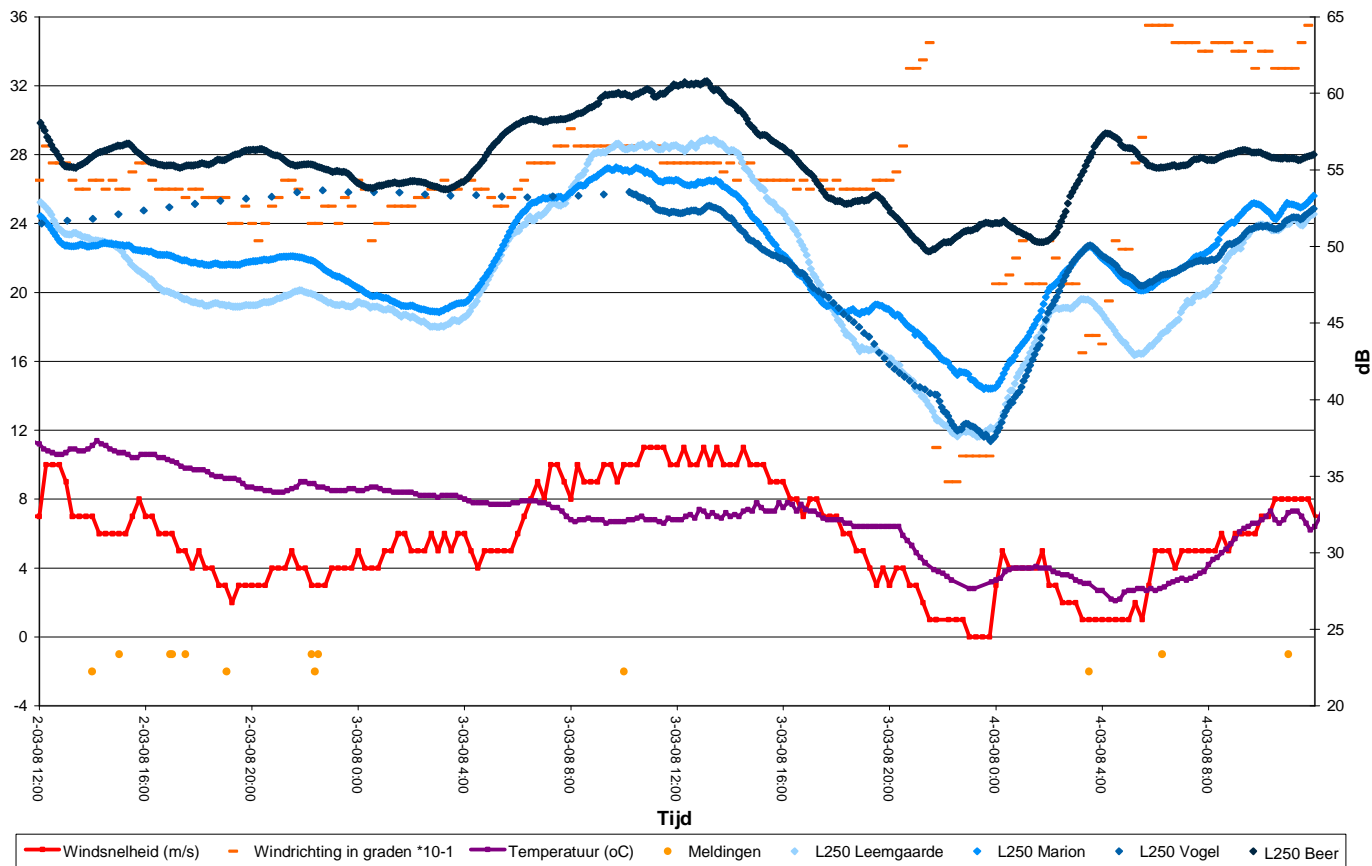
Geluidparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van maandag 31 maart 18:00 tot donderdag 3 april 14:00



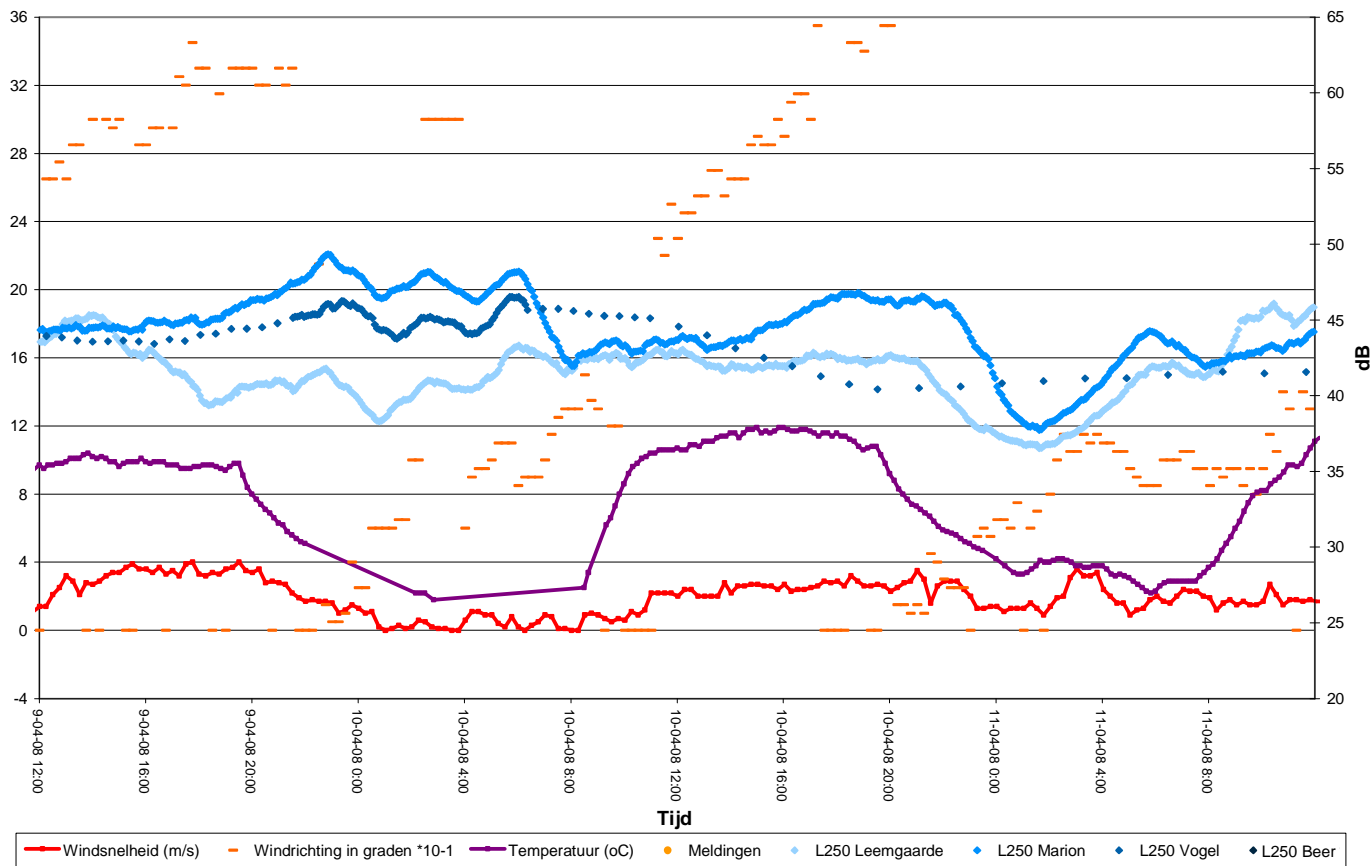
Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de meldingrijke periode van zondag 11 mei 22:00 tot dinsdag 13 mei 02:00



Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de referentieperiode van dinsdag 18 februari 22:00 tot woensdag 19 februari 18:00



Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de referentieperiode van zondag 2 maart 2008 tot dinsdag 4 maart 2008



Geluidsparameters meetlijn Elly tijdens de referentieperiode van woensdag 9 april 2008 tot vrijdag 11 april

## Bijlage 8: Verslag bewonersbijeenkomst 27 mei 2009



# GELUID IN BEELD



## Verslag

### Presentatie resultaten onderzoek Geluid in Beeld in Oostvoorne

P/A Deltalings

P. van Loo

Postbus 54200

3008 JE Rotterdam

Van **Projectgroep Geluid in Beeld**

Datum **27 mei 2009**

Locatie **Van Marion, Oostvoorne**

Telefoon (010) 40 20 337

Fax (010) 41 20 687

[vanloo@deltalings.nl](mailto:vanloo@deltalings.nl)

Aanwezig

De projectgroep: HBR, DCMR, EMO, ECT, Gemeente Westvoorne, provincie Zuid-Holland, Kuiper & Burger, TNO, DHV en DGMR en diverse afgevaardigden

Voorzitter: dhr. D. Monster (Platform Hinder & Veiligheid Westelijk Voorne)

Platformleden

Bewoners vanuit Westelijk Voorne

**Verslaglegging:** A. Verhoek, "SIS" Secretaresse Interim Service namens DCMR

### 1. Opening

De heer Monster, voorzitter van het platform Hinder & Veiligheid Westelijk Voorne opent de bijeenkomst. Een aantal bedrijven, de Vereniging van Verontruste Burgers, het platform en de gemeente Westvoorne heet de aanwezigen een hartelijk welkom. Het onderwerp van deze avond is zeer complex gebleken. Stof en geluid zijn al eerder onderwerp van gesprek geweest, vooral de beleving van geluid en geluidsoverlast.

Al jaren zijn bedrijven met DCMR in gesprek wat betreft geluid. Als platform was er geen grip te krijgen op 'geluid'. Je kunt geluid meten maar wat houdt het dan in. Het moest grondig en beter worden opgepakt.

Diverse partijen, Havenbedrijf Rotterdam, DCMR, EMO, ECT, gemeente Westvoorne, Provincie Zuid-Holland, Kuiper & Burger, TNO, DHV en DGMR, hebben in een project geparticipeerd met het doel d.m.v. een gedegen onderzoek te weten te komen wat geluid is, wat er aan wordt gedaan en wat er verder eventueel nog meer aan kan worden gedaan.

Het onderzoek duurde langer dan oorspronkelijk gepland maar het heeft resultaat gehad.

In deze bijeenkomst worden de uitkomsten van dit onderzoek in een paar onderdelen duidelijk gemaakt. Er is gelegenheid tot het stellen van vragen. Het doel van deze bijeenkomst is kennisoverdracht van de projectgroep naar de bewoners.

Er is gekozen voor het zo snel mogelijk presenteren van de verkregen gegevens aan de bewoners nog voordat het rapport in zijn geheel is afgerond.

### 2. Initiatief voor het onderzoek, weergave van het onderzoek en de resultaten

#### Initiatief

In 2007 namen het Havenbedrijf Rotterdam, EMO en de DCMR het initiatief voor het project Geluid in Beeld. Daarnaast participeerden ECT en de Gemeente Westvoorne. De reden voor het project was dat men meer

inzicht wilde krijgen in het ontstaan van de meestal plotselinge deken van industriegeluid die de inwoners van Oostvoorne als hinderlijk ervaren. Aan het onderzoek werkten ook tientallen inwoners van Oostvoorne mee. De intentie van de betrokken partijen is om te verklaren hoe deze deken van industriegeluid ontstaat en indien mogelijk hoe deze te verminderen.

Havenontwikkeling brengt geluid met zich mee. De bedrijven in de nabijheid van Oostvoorne op de Maasvlakte en in de Europoort nemen hiervoor maatregelen en voldoen aan de wettelijke voorschriften. Desalniettemin hebben bedrijven, overheid en bewoners het project 'Geluid in Beeld' gestart. Om deze 'bovenwettelijke' inspanning gedegen te kunnen verrichten, zijn alle mogelijke facetten die van invloed zouden kunnen zijn op de beleving en herkomst van het geluid onderzocht.

Zo zijn er bijvoorbeeld in de winter van 2008 geluidspoeven gedaan. De onderzoekers trachtten daarmee een beeld te krijgen van de factoren die de overdracht van geluid van de Maasvlakte naar Oostvoorne beïnvloeden. De onderzoekers hebben naast de geluidsniveaus ook de luchttemperatuur, de watertemperatuur, de windrichting, de windsnelheid en de bodemgesteldheid gemeten. Omdat verondersteld werd dat ook wisselende meteorologische omstandigheden van invloed kunnen zijn op de overdracht van het industriegeluid.

Tevens zijn allerlei mogelijke bronnen die de overdracht van het geluid kunnen veroorzaken onderzocht, en analyseerden de onderzoekers ook wat het effect is van mogelijke maatregelen die genomen zouden kunnen worden om de deken van industriegeluid te verminderen.

#### Weergave

De meldingen van de bewoners zijn als startpunt voor het onderzoek gebruikt. Er is enorm veel data verzameld. Het is niet het volume van het geluid maar juist de verandering, kleur en klank, van het geluid dat klachtmeldingen veroorzaakt. De meldingen die bewoners hebben gedaan zijn er. Ze roepen terecht.

De weersomstandigheden veranderen het geluid, waardoor bepaalde lage tonen worden getransporteerd.

Er is duidelijk verband tussen meldingen en bepaalde weersomstandigheden.

Duidelijk was dat met name de lage geluidsfrequenties meldingen veroorzaakten. De meldingen zijn opgesplitst in 10 perioden waaronder het Pinksterweekend. In dit weekend zijn met name veel meldingen gedaan terwijl er bedrijven totaal stil lagen!

Vaker is een vreemd fenomeen waargenomen: in het dorp wordt geluid verschillend gehoord en gemeten.

Bij de industrie gebeurt weinig; het gebeurt in het dorp!

Het betreft onlogische gegevens. De westelijke winden sluiten aan op het historisch onderzoek; 's avonds en 's ochtends zijn er meer meldingen. De geluidsniveaus zijn niet hoger en het komt zeker niet van de Maasvlakte.

TNO legt uit dat wind en temperatuur geluid beïnvloeden. Geluid gaat niet 'uit' maar wordt afgebogen.

Aan de hand van voorbeelden wordt geïllustreerd hoe geluid beweegt, klinkt en kan afbuigen.

Het meteorologisch model wordt getoond en toegelicht.

Gekeken is hoe de windsnelheid van invloed is op de geluidsoverdracht en naar de verschillen in temperatuur van het water van het Oostvoornse meer en het land: dit was gering. Het geluid vertoont golfbewegingen. Het theoretisch model wordt getoond in samenhang met de gedane meldingen.

Er is ook een relatie met de seizoenen. Blijkbaar zijn er veel meer klachten in de winter. Heel veel meldingen werden 's morgens gedaan en 's avonds; niet overdag. Van de Maasvlakte zou het uit de noordwest hoek moeten komen maar dat was maar een fractie van de meldingen. Op het moment dat er een westelijke component in zat veroorzaakte dat wat meer klachten. Zelfs waren er klachten met de wind 'tegen'. De temperatuur en de temperatuuropbouw speelden eveneens een rol. Er is meer aan de hand dan alleen de 'verdachte bronkant'.



Vanuit het HBR is gekeken naar de schepen: hoe lang liggen ze, welke meldingen zijn gedaan, vertrek en aankomst. Daarnaast zijn snelweg en treinverkeer bekeken: de N15 geeft een redelijk continue geluid maar dit reikt niet ver. De treinen leveren relatief veel geluid bij passage maar verder niet: heel geringe invloed.

In Oostvoorne zijn 7 meetstations geplaatst met als centraal meetpunt Leemgaarde.

Hierdoor werd het mogelijk om overdracht van het geluid te meten. Hierbij is ook gekeken naar meteo, windrichting en windsnelheid. Ter plaatse van Leemgaarde is het hoogste geluid bij de westelijke wind, en niet noordwestelijke wind. Er gebeurt iets in de overdrachtfase. Verschillen in geluidsniveaus.

In dit gebied bevinden zich hoofdzakelijk continue bedrijven. De variaties in geluid zijn echter heel klein over een wat langere tijd: in uren en dagen. Binnen Oostvoorne was er wel meer variatie maar niet noemenswaardig. Bedrijven zijn gemonitord. Gekeken is hoe het bedrijfschema in elkaar stak van bijv. EMO. Daarnaast zijn meerdere bedrijven op de Maasvlakte en in Europoort bezocht. Wat de bedrijven betreft leveren alle bedrijven een even grote bijdrage; er springt er niet één uit.

### Resultaten

De projectgroep meldt in de eindrapportage dat de oorzaak helaas niet kan worden weggenomen. Dit is slechts nieuws en heel jammer. Zowel voor de bedrijven, de projectgroep en de bewoners.

Wat zou er aan kunnen worden gedaan? Draconische maatregelen zoals:

- een scherm plaatsen langs de N15
- een scherm plaatsen langs het Oostvoornse meer
- een bos plaatsen ten zuiden van het Oostvoornse meer
- kunstmatige tegenwind creëren door middel van windmolens
- verwarmen van het Oostvoornse meer.

Bij met name de twee laatste is het middel erger dan de kwaal. Een scherm van bijv. 50 meter hoogte geeft op korte afstand veel effect maar voor Oostvoorne niet afdoende. Een bos heeft iets meer effect maar het levert niet genoeg op. En het weegt niet tegen de kosten op.

Voor wat betreft de toekomst kan gezegd worden dat een meteorologisch model kan worden ontwikkeld dat in combinatie met voorspellingen in van het KNMI een voorspelling kan worden gedaan en verwachtingen kunnen worden uitgesproken. Een 'akoestisch weerbericht'. Het is niet bekend of dit gewenst is. Dit bevindt zich in een experimenteel stadium.

### **3. Eindconclusie**

Het betreft een complex samenspel van oorzaken waarbij geen enkele bron kan worden aangewezen; het is een samenspel van bronnen. De meldingen komen door verandering van klank/kleur van het geluid. Met name de lage frequenties zorgen voor een zgn. rommelend geluid. Ook door het wegvallen van andere geluiden wordt dit hoorbaar. De bedrijven EMO, BP en ECT zijn breed bekeken; er bevindt zich geen correlatie met de meldingen. Ondersteuning hiervan werd in de situatie van Pinksteren 2008 gezien. Trein, verkeer, schepen en N15 vertoonden geen correlatie met de meldingen.

Wellicht ligt er een relatie met het aantal schepen aan de kade en de gedane meldingen; dit behoeft nader onderzoek.

Een samenspel van de weersomstandigheden veroorzaakt het geluid; de bron blijft het zelfde maar de meteo verandert het geluid. Het verschil tussen gunstige en ongunstige situaties kan oplopen tot 30dB.

De voorgestelde draconische maatregelen zijn niet haalbaar. Al deze maatregelen hebben als doel het geluid tegen te houden of de overdracht te verstoren maar dat lukt nauwelijks.

De enige winst van het gedane onderzoek is de wetenschap dat het geluid veroorzaakt wordt doordat het veranderd wordt door meteo omstandigheden en de oorzaak van het geluid niet daardoor niet kan worden weggenomen.

#### 4. Gelegenheid tot het stellen van vragen

Vraag: bedrijven die geluidsoverlast veroorzaken hebben ooit een vergunning gekregen voor een bepaald niveau; op welk niveau ligt dat.

Antwoord: er ligt een lijn waarbinnen 55dB geproduceerd mag worden.

Opmerking: de bewoners zijn hier aanwezig om duidelijk te maken dat het niet langer acceptabel is. De geluidscontouren in dit hele gebied moeten strakker worden aangehaald; het toegestane geluidsniveau van de bestaande bedrijven moet omlaag worden gebracht. Het is een bevestiging van de grootschalige industrie die schuldig is aan de geluidsniveaus die hier worden ervaren.

Opmerking: er wordt altijd van de ideale situatie uitgegaan.

Antwoord: alle betrokken partijen hebben hun best gedaan; u haalt met dit betoog een streep door het hele onderzoek.

Vraag: de temperatuur zou een van de veroorzakers zijn. De temperatuur loopt echter op gedurende de dag. De klachten over de onderzochte maanden zijn echter gedaan bij lage temperaturen: hoe kan dit worden verklaard.

Antwoord: het Oostvoornse meer houdt de temperatuur vast en daardoor buigt het geluid af. Overdag gaat het geluid omhoog; 's nachts gaat het naar beneden. In de wintermaanden geeft dit overdag een hoger geluid en 's nachts een lager geluid.

Vraag: de industrie voldoet aan de geluidsnormen maar tegelijkertijd ondervindt men in Oostvoorne geluidsoverlast. De gestelde normen zijn dus te hoog.

Antwoord: dit kan worden meegenomen in de discussie. Dit houdt in dat er gezocht wordt naar een oplossing op de langere termijn. De bestaande wetgeving is niet alleen voor deze regio gemaakt; ook is de wetgeving in Brussel hieraan gekoppeld. De bedrijven zijn al goed bezig met het kijken naar afdoende maatregelen.

Opmerking: ook zou gestopt kunnen worden met een verdere uitbreiding van bedrijfsactiviteiten. In de Hartelomgeving komen waarschijnlijk ook weer geluidsproducerende bedrijven.

Antwoord: deze bedrijven voldoen aan de wettelijke regels. Wel is een zgn. zorgbrief naar hen uitgegaan om 'bovenwettelijke' maatregelen te vragen.

Vraag: kan het HBR maatregelen nemen.

Antwoord: de Rotterdamse haven moet bloeien is het motto. De haven moet zich blijven ontwikkelen. De nieuwe bedrijven worden zo veel mogelijk in bestaande havengebieden geplaatst; daarnaast op Maasvlakte II. Ten allen tijde wordt er voor gezorgd dat nieuwe ondernemingen voldoen aan wettelijke normen en waar mogelijk inspanningen verrichten voor boven wettelijke zaken. Zo houdt vestiging op Maasvlakte II het voldoen aan een eisenpakket in.

Vraag: de boodschap is niet best; er kan niet veel veranderen. Als je iets aan de bron verandert geeft dit weinig effect. Van Maasvlakte II zal er meer overlast komen voor meerdere woonplaatsen zoals Rockanje.

Antwoord: de zgn. deken is maar voor een bepaalde tijd aanwezig. Wat Maasvlakte II betreft: land ten opzichte van water zorgt voor meteo en akoestisch effect.

Door het uitgevoerde onderzoek is een beeld verkregen van deze effecten en gemeld kan worden dat de effecten niet bijzonder zullen zijn.

Het nieuwe land ten opzichte van het water zal effect kunnen hebben maar dat is nog niet bekend. Is ook niet meegenomen in de MER. Daar zal nader onderzoek naar gedaan moeten worden.

Opmerking: het bestaande model kan daar toch voor gebruikt worden.

Antwoord: dit behoeft nader onderzoek.

Vraag: heeft het zin om te klagen; wat wordt er mee gedaan.

Antwoord: het heeft zin om te blijven klagen. Klachten worden geregistreerd en het is belangrijk te weten hoe bewoners een en ander ervaren.

Opmerking: samengevat kan worden dat er veel geluidshinder wordt ervaren. Aan de bron is in feite niets te doen. Aan de oorzaak van de overlast kan niets worden gedaan. Ook komt er een Maasvlakte II waar niets aan veranderd kan worden. Het resultaat is dat economische belangen belangrijker zijn dan bewoners van Oostvoorne en Tinte.

Antwoord: ja, Rotterdam zoekt expansie in deze hoek. Dit betekent een belasting voor het milieu. De gemeente Westvoorne kent de normen en vraagt de bedrijven inspanningen te verrichten boven deze norm. We kunnen met elkaar streven naar verhoging van de bestaande normen.

Vraag: kunnen we iets verwachten van het Platform.

Antwoord: ten opzichte van twee jaar geleden is de winst dat de klachten in kaart zijn gebracht. Nu is bekend wat er aan de hand is. Alleen is niet bekend hoe wij de gegevens kunnen verdelen over de grote hoeveelheid bronnen. Daar kan nog eens naar gekeken worden. Wat Maasvlakte II betreft zal dit zeker niet betekenisvol zijn.

Opmerking: het is zaak dat de bedrijven weten hoe bewoners een en ander ervaren; ze kunnen dan in maatregelen investeren.

Vraag: is DCMR bereid deze maatschappelijke druk te organiseren.

Antwoord: een totaal aan maatregelen betreft een lange termijn periode. DCMR kan hierin een rol spelen. Het is echter van belang dat er niet slechts met een 'schot hagel' geschoten wordt. Overigens hebben deze bedrijven al reeds geïnvesteerd in dit onderzoek.

Opmerking: er is heel veel werk verricht maar het is voor de bewoners heel frustrerend dat al jaren de zelfde klachten worden geuit en het antwoord is dat de wind het doet. Dit kan niet.

Antwoord: wat nu bekend geworden is, is dat er in Oostvoorne iets aan de hand is.

Vraag: zou het een optie zijn om de bedrijven van de Maasvlakte tezamen met de bewoners te informeren over de overlast.

Antwoord: een bepaald aantal bedrijven hiervan neemt zitting in het Platform. Deze bedrijven hebben dit onderzoek gefinancierd en er aan meegewerkt. Deze bedrijven zijn al jaren in discussie met het Platform en de Vereniging van Verontruste Burgers om meer begrip te verkrijgen. Ze veroorzaken overlast maar doen er van alles aan om het te beperken. Ondanks alle inspanningen krijgen ook deze bedrijven niet de mogelijkheid om er nog iets meer aan te doen.

Vraag: als bedrijven zich willen vestigen worden er allerlei gegevens verstrekt aan DCMR teneinde een vergunning te verkrijgen. Kan er vanuit die gegevens, die bij DCMR vastliggen, onderzocht worden welke de bewuste bronveroorzakers zijn. Het is bekend welke bedrijven de pieken veroorzaken.

Antwoord: het gaat juist om de lage tonen; niet de pieken.

Vraag: voor Rozenburg komt er een aanvraag voor uitbreiding van de geluidscontouren t.b.v. de Betuwelijn. Staat ons dat ook te wachten?

Opmerking: het betreft railverkeer over de Calandbrug. Dit wordt in Tinte ook gehoord.

Antwoord: dit wordt meegenomen en aan ProRail doorgegeven.

Opmerking: we horen geen specifieke geluiden maar gewoon lawaai: een combinatie van alles.

Antwoord: als we verder grip willen krijgen op de specifieke bronnen zal er verder onderzoek moeten worden gedaan. Zoals bijvoorbeeld naar de scheepvaart.

Vraag: binnenkort komen er twee bronnen bij: de kolencentrale en de brammenterminal.

Kan DCMR ons ervan verzekeren de strengste maatregelen te nemen zodat we hier geen hinder van zullen ondervinden. Het is namelijk bekend dat ze herrie zullen gaan veroorzaken omdat er o.a. met verouderde kranen zal worden gewerkt.

Antwoord: vanuit de gemeente is al te verzocht boven wettelijke maatregelen te nemen. Verder is bekend dat zij met nieuwe elektrische kranen zullen werken die geluidsarm zijn. Er wordt dus wel degelijk gekeken naar de ontwikkelingen in dit gebied. De opmerking m.b.t. de kranen zal worden meegenomen.

## 5. Afsluiting

De voorzitter zegt de teleurstelling over de resultaten bij de aanwezigen te proeven. Er is veel informatie verstrekt en dat is wat het is. Deze avond is belegd om de aanwezigen een indruk te geven van de enorme druk die de verschillende partijen zich zelf hebben opgelegd om te weten hoe het geluid ontstaat. Maar ook complex de materie is. Het is ook een kwestie van beleving, zoals je dit in de stad niet ervaart maar wel in het Voorne's Duin.

Een aantal zaken zal worden meegenomen en aandacht krijgen.

De voorzitter bedankt de aanwezigen voor hun komst en sluit vervolgens de bijeenkomst.

## Bijlage 9: Geluidsbegrippen



## Bijlage 9: Geluidsbegrippen (www.wikipedia.nl)

De teksten hieronder zijn overgenomen uit Wikipedia, en zijn als bijlage aan het rapport van “Geluid in Beeld” toegevoegd om meer inzicht te geven over begrippen, zoals geluidssterkte, geluidshinder, dB(A), e.a. die in het rapport gebruikt worden.

### **Gehoor**

Gehoor is het vermogen van een organisme om geluiden waar te nemen, veelal richtingsgevoelig ten opzichte van de geluidsbron. Waarnemen met dit zintuig heet horen. Het oor is het gehoorsorgaan waarin geluidsgolven worden omgezet naar actiepotentialen in de gehoorzenuwen.

### **Functie**

De functie van het gehoorszintuig is het lokaliseren van geluidsbronnen, het communiceren met gelijksoortige organismen, of herkennen van de geluiden van andersoortige organismen.

Het lokaliseren van geluidsbronnen is nodig voor oriëntatie van het organisme in de omvattende objectenwereld, voor zover die objecten geluid geven of geluid weerkaatsen.

De functie van communiceren met gelijksoortige organismen is vooral nodig voor het onderhouden van de sociale verbanden met de eigen groep, de eigen kudde. Vandaar dat de meeste organismen gespecialiseerd zijn in het herkennen van geluiden met een geluidssterke die overeenkomt met de normale geluidssterkte van de onderlinge communicatie, zoals spraak bij de mens. Ook voor de voortplanting is geluid een veelgebruikt communicatiemiddel tussen soortgenoten van de andere sexe, en ten opzichte van rivalen van dezelfde sekse. Wie het beste balkt of het mooiste fluit krijgt de meeste vrouwtjes.

Daarnaast is het herkennen van de geluiden van andere organismen een functie die bij veel dieren noodzakelijk is om prooien en roofdieren te kunnen lokaliseren. Het is daarmee een middel dat helpt bij bejagen van de prooi en een middel dat aan de andere kant het prooidier helpt bij het tijdig opmerken van de jager.

### **Werking van het gehoorszintuig**

Het gehoorsorgaan, ons allen bekend als oor, vangt de geluidsprikkels op, en is meestal tweevoudig uitgevoerd voor de richtingsgevoeligheid. Geluidsgolven passeren de volgende stations binnen het oor voordat ze zijn omgezet in actiepotentialen:

De oorschelp, de gehoorgang, het trommelvlies, het middenoor (met de gehoorbotjes hamer, aambeeld, stijgbeugel), het ovale venster, het binnenoor (met daarin het slakkenhuis, dat is gevuld met door het basilaire membraan gescheiden vloeistoffen endolymfe en perilymfe), en tenslotte de trilharen die de vloeistofschommelingen detecteren en omzetten naar actiepotentialen in de gehoorzenuwen.

In de hersenen leiden de door de gehoorzenuwen doorgegeven actiepotentialen tot de daadwerkelijke geluidsperceptie, oftewel het horen. Dit vindt plaats in de auditieve cortex.

## Soorten waargenomen geluidsprikkels

De geluidsprikkels worden opgewekt door geluidstrillingen die via de lucht of door het water het trommelvlies (of zwemblaas bij vissen) bereiken. En net als alle trillingen hebben ook geluidstrillingen een frequentie en een amplitude.

De geluidstrillingen hebben een frequentie, met een voor de mens waarneembaar frequentiebereik van 20 Hertz tot 20 duizend Hz. De in actiepotentialen doorgegeven trillingsfrequentie wordt door de hersenen als toonhoogte geïnterpreteerd. In de muziek spreekt men van octaaf om aan te geven dat een toon een twee keer zo hoge frequentie heeft als een andere.

Daarnaast hebben geluidstrillingen een amplitude, met een voor de mens waarneembare geluidsdruk tussen de gehoordrempel van 0,00002 (2-honderduizendste) pascal en 200 Pa. De in actiepotentialen omgezette trillingsamplitude wordt door de hersenen als geluidssterkte geïnterpreteerd. Omdat de waargenomen geluidssterkte niet lineair maar logaritmisch verloopt (een bijv. 4 keer zo hoge geluidsdruk, wordt als 2 keer zo hard gehoord), gebruikt men vaak de logaritmische schaal van Decibel. Op die schaal hoort de mens tussen de 0 decibel tot 140 dB.

Bij hogere decibellen dan 140dB gaan ook de pijnzenuwen in het oor pulsen afvuren. Voor het organisme het teken om uit de pijnlijke geluidsomgeving weg te komen. Of in het geval van de mens, de hoogste tijd om gehoorbeschermers op te doen.

## Menselijk gehoor

Het menselijk oor kan geluiden waarnemen met een geluidsdruk vanaf ca. 20  $\mu\text{Pa}$  (= 0.00002 Pa). Deze grens is indicatief en varieert per persoon, met de frequentie van het geluid, en met de leeftijd. Deze ondergrens noemt men de gehoordrempel. Als deze gehoordrempel is verhoogd kan er sprake zijn van gehoorschade.

Gehoorschade bij kortstondige blootstelling ontstaat vanaf een geluidsdruk van circa 20 Pa. De pijngrens, het niveau waarboven geluid als pijnlijk wordt ervaren, varieert sterk per persoon: getallen tussen de 20 Pa en 200 Pa worden genoemd.

## Geluidsdruk

De geluidsdruk is de variatie van de druk in lucht die samenhangt met hoorbaar of onhoorbaar geluid. De geluidsdruk varieert met een bepaalde frequentie.

Geluid is een trilling van de druk in de lucht rond de gemiddelde luchtdruk, zodat de gemiddelde waarde van de geluidsdruk gelijk is aan de atmosferische druk. De geluidsdruk wordt altijd weergegeven ten opzichte van de luchtdruk. Als er geen geluid is, is de geluidsdruk dan per definitie gelijk aan nul.

Een sterker geluid heeft een grotere momentane druk dan een zwakker geluid. De amplitude van de drukwisselingen is dan groter.

De geluidsdruk wordt meestal weergegeven als een effectieve waarde van de momentane druk.

## Wiskundige formulering

Geluidsdruk wordt formeel beschreven als de momentane afwijking  $p(t)$  van de atmosferische druk en wordt gemeten in de SI eenheid Pa (pascal). Omdat de geluidsdruk meestal zeer klein is, gebruikt men algemeen de  $\mu\text{Pa}$ .

Omdat het gehoorsvermogen van de mens en waarschijnlijk ook van andere dieren evenredig is met het kwadraat van de geluidsdruk, ligt het voor de hand om de middelbare, of effectieve (rms), geluidsdruk  $p_e$  als maat voor de sterkte van geluid te gebruiken.

Van een gedurende een periode  $T$  stationair geluid met drukverloop  $p(t)$ , is de effectieve waarde:

$$p_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

(Daarin zien we ook de betekenis van "rms", "root-mean-square", de wortel uit het gemiddelde van het kwadraat.)

Omdat de geluidsdruk zelf slechts momentaan betekenis heeft, wordt de 'effectieve geluidsdruk' meestal eenvoudig als 'geluidsdruk' aangeduid.

## Geluidsterkte

Het ene geluid klinkt zachter dan het andere. Geluiden verschillen onderling in geluidsterkte. Geluidsterkte is een populaire term, die wetenschappelijk niet goed is gedefinieerd. Men kan met geluidsterkte bijvoorbeeld bedoelen:

- geluidsdruk, de druk die door geluid in de lucht optreedt, gemeten in pascal.
- geluidsniveau, een logaritmische grootte die deze druk omzet naar een verhouding ten opzichte van een referentiedruk, gemeten in decibel
- geluidssintensiteit, een vectorgrootte die de grootte en richting aangeeft van een door de lucht of water lopende geluidsgolf. Meestal ook uitgedrukt in decibel.
- luidheid, een term die aangeeft hoe luid het geluid wordt ervaren door een persoon met gemiddeld gehoor, internationaal door de ISO gedefinieerd als de loudness.
- geluidbelasting, het geluidsniveau in de buitenlucht, in Europa sinds 2006 uitgedrukt in Lden

Die geluidsterkte is afhankelijk van het vermogen dat door het geluid aan ons oor wordt overgedragen. Omdat geluid bestaat uit kleine, snelle drukschommelingen om de atmosferische druk, is het ontwikkelde vermogen afhankelijk van de druk.

## Subjectieve geluidsterkte

De door het menselijk oor ervaren geluidsterkte loopt niet gelijk met zo'n exacte maat als het geluidsniveau. Zo blijkt een subjectieve verdubbeling van de geluidsterkte overeen te komen met een stijging van het geluidsniveau met 10 dB, dus met een factor 10 voor de intensiteit. Bij geluidsniveaus boven ca. 90 dB gedraagt het gehoor zich heel anders en bestaat gevaar voor gehoorschade als het gehoor dagelijks gedurende lange tijd aan dit niveau wordt blootgesteld. Bovendien is het menselijk gehoor niet voor alle frequenties even gevoelig. Er zijn curves opgesteld die voor de verschillende frequenties de geluidsdrukken van gelijke subjectieve geluidsterkte met elkaar verbinden; men noemt dergelijke curves isofonen. Deze maat wordt wetenschappelijk weergegeven als de luidheid.

Houdt men bij de bepaling van het geluidsniveau, door (elektronische) filtering van het geluidssignaal, rekening met enkele van deze effecten, dan drukt men het geluidsniveau uit in dB(A). Het zo verkregen geluidsniveau komt dan meer overeen met onze momentane subjectieve geluidswaarneming.

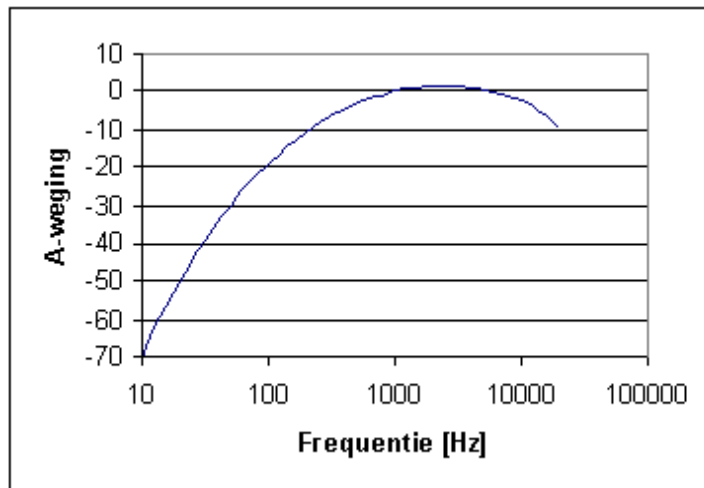
Het gemiddelde geluidsniveau over lange tijd wordt vaak weergegeven als een equivalente waarde, de LAeq. Maar ook de geluidshinder heeft geen evenredige relatie met dit equivalente niveau. Bij hogere niveaus wordt de hinder sterker dan je op grond van een lineair verband met het equivalent niveau zou verwachten.

## dB(A)

De dB(A) is de eenheid waarin de sterkte van het geluid in verreweg de meeste gevallen wordt weergegeven. De dB(A) heeft namelijk een direct verband met de menselijke waarneming.

De reden dat de dB(A) in plaats van een gewone decibel bij geluidmetingen en geluidberekeningen wordt toegepast heeft te maken met de gevoeligheid van het (menselijk) oor, die voor de verschillende frequenties van het geluid niet gelijk is. In de figuur hiernaast is deze weging weergegeven. Bij 1000 Hz wordt geen correctie uitgevoerd, de weging is daar 0 dB. Bij 10 Hz (helemaal links in de grafiek) bedraagt de weging -70 dB. Dat betekent dat een mens een toon van 10 Hz veel zachter hoort dan een toon van 1000 Hz met dezelfde fysische geluidsterkte, namelijk 70 dB zachter. Mensen zijn dan ook bijna doof voor zulke lage tonen. Een verhoging van de geluidsterkte met 1 dB [1] is voor het menselijk gehoor bij heel goed concentreren en luisteren nog nèt waarneembaar.





### de A-weging.

Een geluidsmeter met een "vlakke" respons zal de sterkte van het geluid met lage toonhoogte (bijvoorbeeld 100 Hz) even hard meten als het geluid met hoge toonhoogte (bijvoorbeeld 1000 Hz). Voor het menselijk oor klinkt die lage toon echter zachter. Het trommelvlies samen met de hamer, aambeeld en de stijgbeugel gedragen zich als een mechanisch filter met een bepaalde frequentieband. De "-3 dB" frequenties van dit filter bedragen 500 Hz aan de lage kant, en 8000 Hz aan de hoge kant. Daarom wordt vaak bij geluidsmetingen een elektronisch filter gebruikt dat net zo verzwakt als het menselijk oor. Bij Wegingscurves A en C staat een tabel met deze filter "weging", de A-weging. Geluid dat is gemeten met dit A-filter wordt uitgedrukt in dB(A).

De respons van het oor is in werkelijkheid echter complexer dan wordt uitgedrukt in de dB(A). Een exactere weergave hiervan is op grond van de phon. De A-weging is gebaseerd op de curves van gelijke geluidswaarneming van ca. 20-40 phon.

De menselijke ervaring van luidheid ten opzichte van frequentie is ook niet evenredig met de sterkte van het geluid. Als het geluid erg hard is (100 dB of meer), dan is de ervaring van de luidheid constanter over het hoorbare frequentiegebied (het filter is dan vlakker). Dan kunnen de "B" en de "C" weging gebruikt worden. In de praktijk worden deze wegingen echter maar weinig gebruikt. In de A-weging zit dit effect dus niet verwerkt.

## Geluidshinder

Geluidshinder is een subjectieve ervaring van mensen waarbij ze geluid of lawaai hinderlijk vinden. Geluid is een belangrijk element in de leefomgeving van mensen. Het heeft een signaalfunctie en is vaak sfeerbepalend. Het kan echter ook zo hard zijn, dat het hinderlijk wordt. Eén op de vier Nederlanders heeft regelmatig last van verkeerslawaai (situatie in 2003). Dertien procent van de Nederlanders ondervindt ernstige hinder van de burelen. De hinder varieert van een lichte irritatie over een grasmaaier tot een zodanig geluidsniveau van bijvoorbeeld een naastgelegen snelweg dat, als gevolg van stress en slapeloosheid, gezondheidsschade kan ontstaan.

In Nederland zijn er, door het bepalen van normen, afspraken gemaakt over wat acceptabele geluidsniveaus zijn en wat niet. Deze normen zijn voor een aantal belangrijke bronnen of groepen van bronnen vastgelegd in de wet. Dit is bijvoorbeeld het geval voor geluid afkomstig van wegen, spoorwegen, inrichtingen of vliegvelden. Voor burenlawaai zijn geen normen in de wet vastgelegd. Wanneer een wettelijke geluidsnorm wordt overschreden, is er sprake van een te hoge geluidsproductie. Of er ook sprake is van geluidshinder, hangt af van de beleving van de persoon die het geluid ervaart.

Naast de Nederlandse geluidswetgeving worden ook op Europees niveau richtlijnen en normen op het gebied van geluid vastgesteld. Nederland is verplicht deze richtlijnen in de eigen wetgeving op te nemen. Momenteel wordt onder meer gewerkt aan de implementatie van de EU-richtlijn Omgevingslawaai in de Nederlandse wetgeving en het maken van nieuwe wetgeving op het gebied van geluidshinder.

## Bepaling van de geluidshinder

Geluidshinder is een kwestie van beleving. Er is daardoor een verschil tussen individuele hinderbeleving en hinderbeleving door een groep. Een individueel persoon kan een bepaald soort geluid of een bepaald geluidsniveau als hinderlijk ervaren, terwijl een ander persoon dat niet doet. Het doet er daarbij niet altijd toe of dat geluidsniveau onder of boven de in de wet toegestane maximale waarde ligt. In Nederland zijn de wettelijke normen gebaseerd op de hinderbeleving van groepen. De ervaring leert dat, bij grotere groepen mensen, de hinder bij een bepaald geluidsniveau (naar tijd en plaats) slechts in beperkte mate varieert. Om de geluidshinder bij de beoordeling van nieuwe plannen te kunnen voorspellen, wordt daarom gebruik gemaakt van zogenoemde dosiseffectrelaties. Deze drukken de relatie uit tussen het geluidsniveau en de mate van hinder die de bewoners ervan ondervinden. Een dosiseffectrelatie kan worden weergegeven in een grafiek. Aan zo'n grafiek kunnen plannemakers bijvoorbeeld aflezen hoeveel hinder zal ontstaan als een bepaalde snelweg wordt aangelegd. Uit een schatting van de hoeveelheid verkeer die over de snelweg zal komen, wordt eerst de geluidsbelasting (de dosis) berekend. Vervolgens laat de grafiek zien voor welk percentage gehinderden (het effect) er bij die dosis geluidsbelasting te verwachten valt.

## Maatregelen tegen geluidshinder

Voor de bestrijding van geluidshinder kunnen verschillende soorten maatregelen worden getroffen.

- Bestrijding van geluid aan de bron; denk hierbij bijvoorbeeld aan stille autobanden[1], stille(re) auto's, geluidreducerende wegdekverhardingen[2], het verkeersluw maken van straten, het zachter zetten van de stereo, het dempen van de piano, etc.
- Maatregelen tussen bron en ontvanger; denk hierbij bijvoorbeeld aan het plaatsen van een geluidsscherm of geluidswal of een betere isolatie van de muren tussen woningen.
- Maatregelen aan de kant van de ontvanger; meestal gaat het dan om het aanbrengen van (extra) geluidsisolatie aan de woning en het rekening houden met geluidsnormeringseisen bij het ontwerpen van huizen.



Groeneweg 2d  
2718 AA Zoetermeer

t +31 (0)79 - 361 88 00  
f +31 (0)79 - 361 92 32  
e [info@kuiperburger.nl](mailto:info@kuiperburger.nl)  
w [kuiperburger.nl](http://kuiperburger.nl)