

Toelichting door gemeente Dronten

Als opdrachtgever van het 18 maanden durende geluidsonderzoek geven we voor de lezer van deze rapportage vanuit onze rol een nadere toelichting, over de aanleiding, achtergrond en motivatie voor het onderzoek. Om deze rapportage te kunnen lezen is onderstaande informatie relevant.

De rapportage heeft een inleidende rol en biedt een eerst beeld, maar nog geen eindconclusie voor het doel van het totale onderzoek. De belangrijkste ingrediënten en voorwaarden om tot representatieve gegevens te komen zijn door DGMR, de onafhankelijk opdrachtnemer van de analyse en rapportage, vanuit hun expertise omschreven in deze rapportage.

Doel van het onderzoek is om gedurende 18 maanden, vanaf juni 2023 een beeld te vormen van de invloed van de windturbines op de totale geluidssituatie, in de nabijheid van de kernen Dronten, Swifterbant, Biddinghuizen en Ketelhaven. Het doel van het onderzoek is niet om te onderzoeken of er normen of regels worden overschreden. Voor het beoordelen of normen of regels in de vergunningen worden overschreden zijn afspraken gemaakt met de Omgevingsdienst, die voor ons de wettelijke taken uitvoert rondom toezicht en handhaving voor de vergunningseisen van de windparken. Het 'meten' van overlast is niet het doel van het onderzoek, omdat het ervaren of beleven van overlast per definitie niet te vatten is in normen of regels en ook niet als zodanig te toetsen of controleren. De analyses van de geluidsmetingen worden wel betrokken in het gesprek over beleving van overlast door inwoners, dat wij twee wekelijks voeren in het meldingenoverleg met Windplanblauw en Windplan Groen. Daarnaast kan het een faciliterende rol hebben.

De geluidsmetingen (incl. nulmeting) worden momenteel uitgevoerd. Eerder zijn er webinars georganiseerd om alle inwoners en geïnteresseerden te informeren over het meetplan. De meetgegevens zijn via live feed beschikbaar voor inwoners en terug te kijken vanaf juni 2023. Er wordt op 10 locaties gemeten in Dronten, Biddinghuizen, Swifterbant en Ketelhaven, gedurende 18 maanden (tot eind 2024). De informatie over het meetplan en de webinars is terug te vinden op de website van de gemeente Dronten, en op te vragen via windparken@dronten.nl
Live feed Sensornet: https://www.sensornet.nl/project/dronten_windmolenpark

Sensornet voert de metingen uit in technische zin, waarna adviesbureau DGMR de meetdata periodiek analyseert. De analyse is nodig om te begrijpen wat de geluidsmeters en trilling meters waarnemen en van welke externe factoren de waarnemingen afhankelijk zijn, om uiteindelijk te onderscheiden welk waargenomen geluid van een windturbine komt. Of dit geluid als overlast wordt ervaren, is niet de hoofdzaak van het onderzoek of advies van DGMR.

Omdat de metingen zijn gestart in de bouwperiode en er feitelijk geen 'nul situatie' was, heeft het adviesbureau dat de meetdata analyseert voorafgaand aan het onderzoek al aangegeven dat deze situatie wel in beeld gebracht kan worden op een representatieve manier, maar dit meer tijd en input van aanvullende gegevens vereist. Denk hierbij aan gegevens over geluid in de omgeving (verkeersbewegingen, bedrijvigheid), meteorologische gegevens en gegevens van de windturbines.

Met het adviesbureau is op basis van hun adviezen over het inrichten van het meetplan afgesproken dat er steeds een half jaar wordt gemeten en daarna wordt geanalyseerd en gerapporteerd. Voor de duur van het totale meetplan, 18 maanden, betekent dit dat we als opdrachtgever drie keer een rapportage ontvangen.

Na een half jaar metingen, wordt de data van de meetpunten aangevuld met relevante andere data en geanalyseerd.

Wanneer er in de rapportage wordt gesproken over ontbrekende gegevens, dan gaat dit over de rapportageperiode (juni 2023 - januari 2024). Tijdens deze maanden werden de laatste meetpunten geïnstalleerd en werden ook de afspraken rondom aanleveren van gegevens van de windparken verder ingericht. Gedurende de eerste meetperiode en de volgende rapportageperiode (januari 2024-juni 2024) zijn en worden deze gegevens continue aangevuld en wordt er gefaciliteerd door de gemeente regelmatig overleg gepleegd met de windparken.

De analyse kost tijd, wat betekent dat er tussen eindmoment meetperiode en opleveren van de rapportage een periode van minimaal 6 weken wordt aangehouden. We verwachten de tweede tussenrapportage medio eind september te mogen ontvangen. Deze geeft dan een analyse weer over de metingen die gedaan zijn in de periode van januari 2024 tot en met juni 2024 en een verdieping op de analyse van de eerste periode.

Windparken Dronten

Rapportage monitoringsperiode 1 (juni - dec 2023)

Status	definitief
Versie	001
Rapport	M.2021.1373.02.R001
Datum	22 mei 2024

o:\projecten\wind\communicatie\bijeenkomsten\informatiebijeenkomst 27 mei 2024\m2021137302r001 - definitief.docx 23-05-2024



Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Dronten De Rede 1 8251 ER Dronten
Contactpersoon opdrachtgever	S. Teunissen
Project Betreft Uw kenmerk	Dronten geluidmonitoring windparken Analyse periode 1 -
Rapport Datum Versie Status	M.2021.1373.02.R001 22 mei 2024 001 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Raadgevende Ingenieurs B.V. Lavendelheide 2 9202 PD Drachten Postbus 671 9200 AR Drachten
Contactpersoon	D. (Dennis) Kempen 088 346 78 86 DKE@dgmr.nl
Auteur	F. (Floor) Dogger MSc 088 346 78 84 fdo@dgmr.nl
Projectadviseur	ing. A.G. (Gerard) van Kempen 088 346 78 05 gke@dgmr.nl
2e lezer/secr.	DKE/HDU DMI

Inhoud

1. Inleiding	6
2. Achtergrond & kader	7
2.1 Situatie	7
2.2 Opzet geluidmonitoringsonderzoek DGMR	8
2.3 Verwachte geluidniveaus	10
2.4 Analyse- & beoordelingsmethoden	10
3. Gegevens meetlocaties en windturbines	19
4. Resultaten periode 1 - juni 2023 tot en met december 2023	20
4.1 Maatgevende windturbines	20
4.2 Overzicht van het gemeten geluid	21
4.3 Analyse effect van windturbines	22
4.4 Akoestische foto periode 1	24
4.5 Verdieping windturbinegeluid	26
4.6 Overige locaties	26
5. Conclusie	29
Bijlagen	
Bijlage 1	Resultaten Klaversingel
Bijlage 2	Resultaten Parksingel
Bijlage 3	Resultaten Troffel
Bijlage 4	Resultaten Herfst
Bijlage 5	Resultaten Patrijs
Bijlage 6	Resultaten Bloemenzoom
Bijlage 7	Resultaten Boslaan
Bijlage 8	Resultaten Koningshof

1. Inleiding

Binnen de gemeente Dronten liggen Windplan Blauw en Windpark Groen. Windplan Blauw bestaat uit 61 turbines met een opgesteld vermogen van 250 MW. Windpark Groen bestaat uit 86 turbines met een opgesteld vermogen van 500 MW. Beide parken zijn recent gerealiseerd en in bedrijf genomen.

De gemeente Dronten heeft aan DGMR en Sensornet gevraagd om een meetplan op te stellen voor monitoring. Dit meetplan is inmiddels vertaald in het in uitvoering zijn van geluidmonitoring op een tiental locaties. Hierbij verzorgt Sensornet de metingen, dataverstrekking en online weergave en voert DGMR de analyse uit.

Het doel van deze metingen is het inzichtelijk maken van de invloed van de windturbines op de algehele geluidssituatie in de omgeving. Hiervoor monitoren we de geluidsniveaus bij tien woningen in de nabijheid van de windparken gedurende een periode van 1,5 jaar. De resultaten rapporteren we periodiek in een voortgangsrapportage. In deze voortgangsrapportages vatten we de resultaten van circa zes maanden monitoring per keer samen.

In dit eerste voortgangsrapport rapporteren wij de monitoringsperiode van 13 juni 2023 tot en met december 2023 op negen locaties. Aangezien de monitoring van de tiende locatie (Ploegschaar 74 in Biddinghuizen) pas in december 2023 is gestart, zijn de monitoringsresultaten van deze locatie niet meegenomen in deze analyse. Tijdens de analyse van deze periode is nog niet alle benodigde informatie met betrekking tot de windturbines beschikbaar. De gedeeltes van de analyse waar deze data relevant voor is, worden in voortgangsrapport 2 aangevuld. Dit betreft voornamelijk de koppeling tussen draaidata en gemeten niveaus.

Het rapport beginnen we met een korte weergave van de achtergrond, de werkwijze en het monitoringsplan gedurende dit 1,5-jarige traject. Daarna maken we de resultaten inzichtelijk. Het rapport sluit af met een tussentijdse conclusie inclusief doorkijk naar de periode vanaf 1 januari 2024.

Samenvatting

In deze rapportage treft u een samenvatting van de opzet van het akoestisch onderzoek, inclusief een overzicht van de eerste analyse. Hierbij is in verband met (nog) ontbrekende informatie, in beperkte mate de activiteit van de windturbines betrokken. De gedeeltes van de analyse waar deze data relevant voor is, worden in voortgangsrapport 2 aangevuld. Om in de analyse van periode 2 meer verdieping aan te brengen (in zowel periode 1 en 2) en om een beter vergelijking te kunnen maken tussen de referentiesituatie en de situatie waarin de windturbines significant in bedrijf zijn, is het van belang dat we langer monitoren op het moment dat de turbines niet significant in bedrijf zijn. De gemeente en de windparken hebben aangegeven mee te willen denken in het mogelijk maken en/of simuleren van deze situatie t.b.v. de analyse.

2. Achtergrond & kader

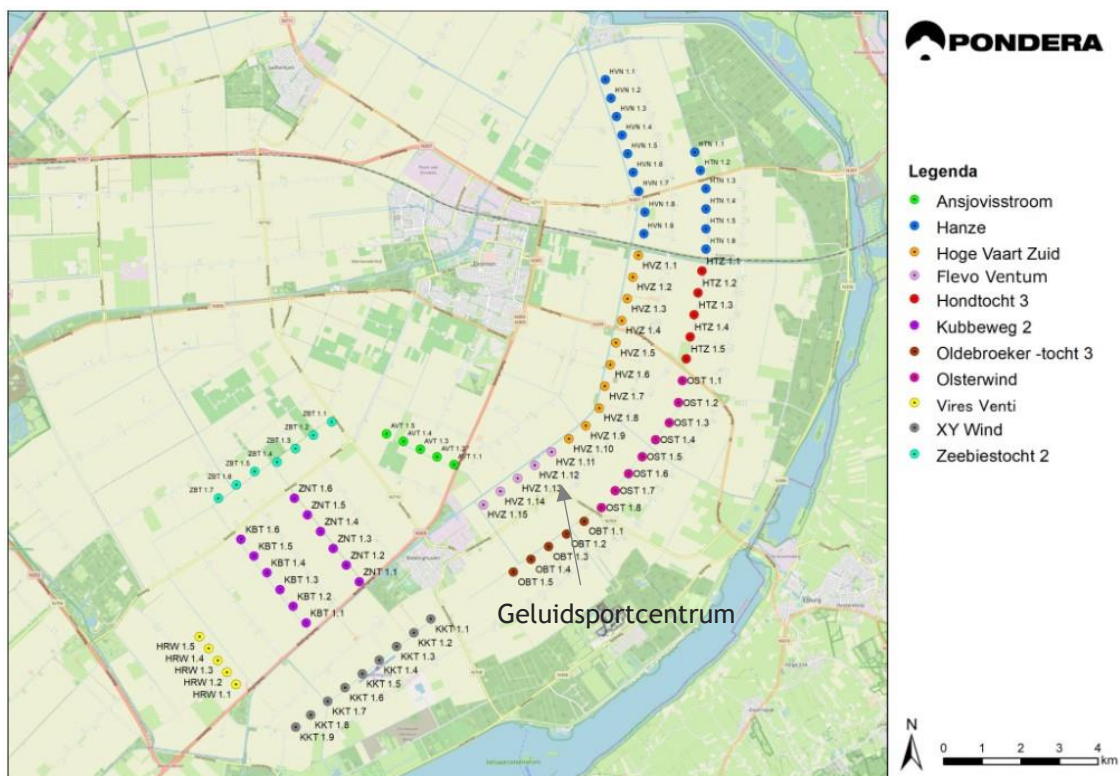
In dit hoofdstuk wordt de locatie nader toegelicht. Daarnaast treft u een beknopt overzicht van het (wettelijk) onderzoekskader en een nadere beschrijving van de onderzoeksmethode.

2.1 Situatie

De windturbines onderdeel van Windplan Blauw en Windpark Groen bevinden zich voornamelijk in het buitengebied van de gemeente Dronten. Beide windparken beslaan samen een groot deel van de gemeente en windturbines zijn daardoor gesitueerd in de nabijheid van woningen in het buitengebied en de omliggende plaatsen Swifterbant, Biddinghuizen en Dronten & Ketelhaven.



figuur 1: ligging Windplan Blauw



figuur 2: ligging Windpark Groen

2.2 Opzet geluidmonitoringsonderzoek DGMR

In afstemming met de gemeente is het meetplan opgesteld voor geluidmonitoring ter hoogte van diverse woningen in de gemeente binnen de invloedssfeer van de windparken. Deze onbemande geluidmonitoring legt langdurig de geluidssituatie in die omgeving vast. Hierdoor verkrijgen we geen momentopname, maar een goed langdurig beeld van het geluid op de verschillende locaties. Een vergelijking tussen situaties waarbij windturbines wel, niet of (in en later stadium) beperkt in bedrijf zijn, kunnen vervolgens inzicht geven in de gevolgen van de realisatie van de windparken op de akoestische situatie in het gebied. Daarnaast biedt deze langdurige monitoring mogelijk aanvullende informatie en/of handvaten in het voorkomen van hinder of het opsporen van hinderfactoren. Zo kan op verzoek van de gemeente bij meldingen van hinder, gericht op zoek gaan worden naar de eventuele oorzaak.

Voor de geluidmonitoring is een locatiestudie uitgevoerd naar geschikte meetlocaties. Hieruit zijn vijf meetlocaties liggend in het gebied van Windplan Blauw en vier (vanaf periode twee, vijf inclusief de meetlocatie aan de Ploegschaar) meetlocaties liggend in het gebied van Windpark Groen gekomen. Hierbij sluiten wij vooraf niet uit dat bepaalde meetlocaties binnen de invloedssfeer van beide windparken liggen.

Deze locaties zijn gekozen in samenspraak met de betrokken partijen en omwonenden op basis van de onderstaande criteria:

- beperkte afstand windturbine tot aan meetlocatie;
- spreiding van meetlocaties voor representativiteit voor gehele omgeving;
- minimale verstoring van andersoortig geluid (wegen, bomen, bedrijvigheid);
- vrij zicht op de windturbines;
- aanwezigheid van faciliteiten zoals stroom en internet.

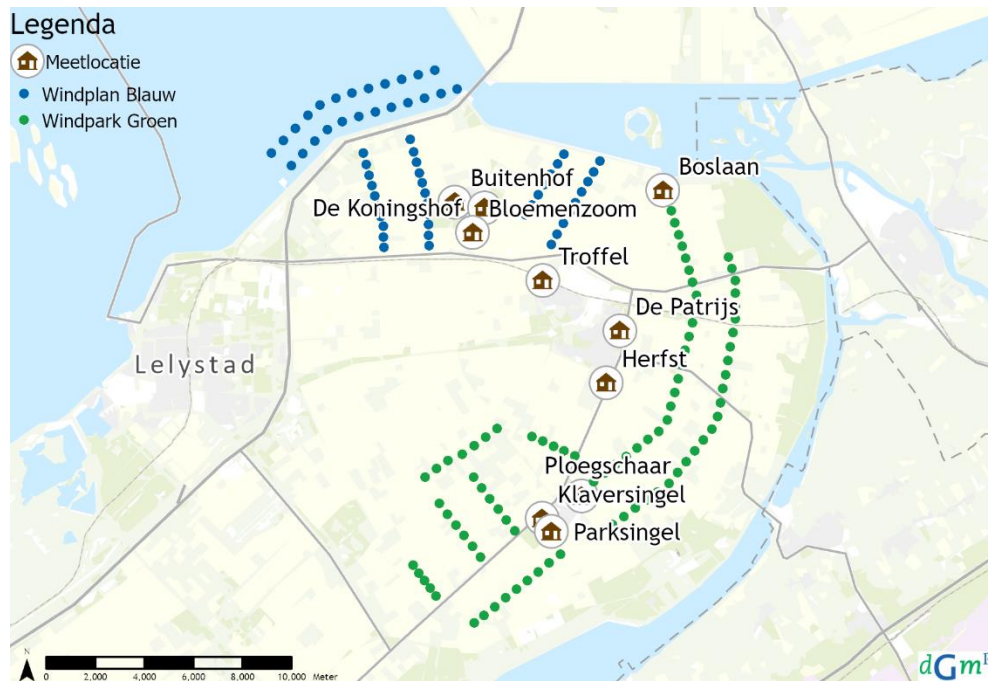
De geluidmeters zijn opgesteld bij de woningen op de locaties in tabel 1.

tabel 1: locatie geluidmeters

Straat	Locatie	Dichtstbijzijnde turbine	Afstand tot dichtstbijzijnde turbine	Richting dichtstbijzijnde turbine t.o.v. woning
Boslaan	Ketelhaven	HVN 1.1	900 m	Z
Buitenhof	Swifterbant	RD05	1100 m	W
Bloemenzoom	Swifterbant	RD02	1800 m	W
Koningshof	Swifterbant	ET01	1700 m	O
Troffel	Dronten	RT01	1500 m	N
Patrijs	Dronten	HVZ 1.3	2800 m	O
Herfst	Dronten	HVZ 1.7	2800 m	O
Klaversingel	Biddinghuizen	ZNT 1.1	1200 m	W
Parksingel	Biddinghuizen	KKT 1.1	1000 m	Z
Ploegschaar*	Biddinghuizen	HVZ 1.15	800 m	NW

* nog geen onderdeel van deze analyse

In figuur 3 zijn deze meetlocaties in relatie tot de windturbines weergegeven.



figuur 3: ligging 10 meetlocaties met Windplan Blauw en Windpark Groen

Op 13 juni 2023 is gestart met de geluidmonitoring van Windplan Blauw en Windpark Groen. Het exacte startmoment wisselt per meetpunt. De totale periode van monitoring bedraagt 1,5 jaar. De windturbines zijn vanaf het begin van de monitoring operationeel.

Deze 1,5 jaar delen we op in drie monitoringsperiodes. Iedere periode sluiten we af met een rapportage. De periodes zijn als volgt verdeeld:

- periode 1 (13 juni 2023 tot en met december 2023);
- periode 2 (januari 2024 tot en met juni 2024);
- periode 3 (juli 2024 tot en met december 2024).

2.3 Verwachte geluidniveaus

In de monitoringsresultaten onderzoeken we het mogelijke effect van de windturbines op de geluidssituatie in de omgeving. In het voortraject is voor beide windparken theoretisch onderzoek gedaan naar dit mogelijke effect. Deze resultaten betrekken we in ons onderzoek.

Windplan Blauw

Als onderdeel van de vergunningsverlening heeft Witteveen+Bos het rapport ‘Akoestisch onderzoek Windplan Blauw’ van 24 mei 2022 opgesteld waarin de definitieve turbinekeuze wordt meegedeeld aan het bevoegd gezag. In dit rapport wordt de geluidbelasting op de omgeving inzichtelijk gemaakt voor de gekozen turbines. De gerealiseerde windturbines zijn van het type Vestas V162-5.6 MW. Het betreft de versie inclusief de zogenaamde ‘serrated trailing edges’.

Met behulp van het akoestisch rekenmodel behorende bij het akoestisch onderzoek van Witteveen+Bos hebben we de jaargemiddelde geluidbelasting van de windturbines op de meetlocaties liggend in het gebied van Windplan Blauw berekend. De berekende geluidbelastingen op de meetlocaties staan in tabel 1.

tabel 2: berekende geluidbelasting van de windturbines op de drie meetlocaties

	Dag 7:00 - 19:00	Avond 19:00 - 23:00	Nacht/L _{night} 23:00 - 7:00	L _{den}
Boslaan	26	26	26	33
Buitenhof	35	36	36	42
Bloemenzoom	32	32	32	39
Koningshof	30	30	31	37
Troffel	28	29	29	35

De bovenstaande waarden geven de jaargemiddelde geluidbelasting vanwege het windturbinepark op de onderzoekslocaties weer. De daadwerkelijk optredende (momentane) geluidniveaus variëren gedurende het jaar en zijn onder andere afhankelijk van de windsnelheid en windrichting.

Windpark Groen

De data van Windplan Groen komt van 11 windparken. Deze data zijn enigszins versnipperd en soms laat binnengekomen, waardoor het niet gelukt is om dit mee te nemen in de eerste analyse. Inmiddels is de datastroom goed op gang gekomen en kunnen we alle data meenemen in de volgende rapportage. Hierbij zal ook periode 1 voorzien worden van een aanvullende analyse.

2.4 Analyse- & beoordelingsmethoden

Gedurende het onderzoek meten we de geluidniveaus op de meetlocaties. Dit gemeten geluidniveau wordt veroorzaakt door verschillende activiteiten zowel op de voorgrond, bijvoorbeeld het maaien van het gras bij de woning waar gemonitord wordt, als op de achtergrond, bijvoorbeeld wegverkeersgeluid.

De verschillen in activiteiten en in omstandigheden, zoals de windrichting en windsnelheid, zorgen er daarbij voor dat twee specifieke situaties vaak lastig te vergelijken zijn. Daarom kijken we in het onderzoek naar de eigenschappen van het geluid beschouwd over een langere periode. Korte-termijn-variaties vallen hierdoor weg in de breedte van het gemiddelde. Gericht kunnen we in een later stadium, wanneer meer data voorhanden is, nog wel de keuze maken gericht naar specifieke situaties te kijken. Dit bijvoorbeeld op basis van specifieke klachten vanuit de omgeving of op aanwijzing van de windparken.

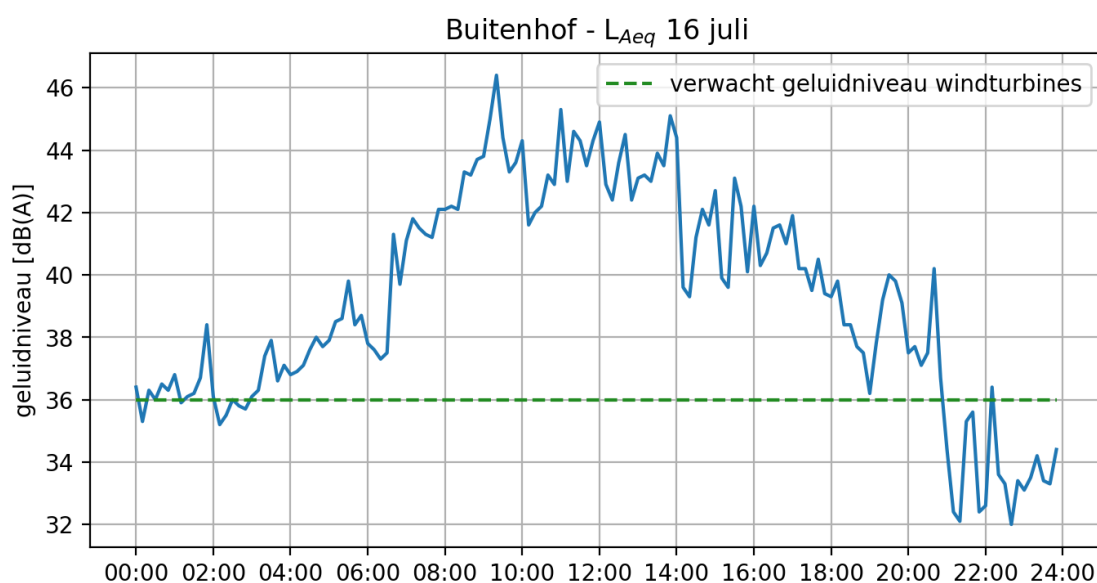
In paragraaf 2.5.1 tot en met 2.5.4 gaan we in op de eigenschappen van de gemeten geluidniveaus die we beschouwen in de analyse en daarmee gebruiken voor de karakterisering van de geluidssituatie op de meetlocaties. Dit doen we aan de hand van enkele voorbeelden. Hierbij kijken we naar de equivalente geluidniveaus.

2.4.1 Equivalente geluidniveaus

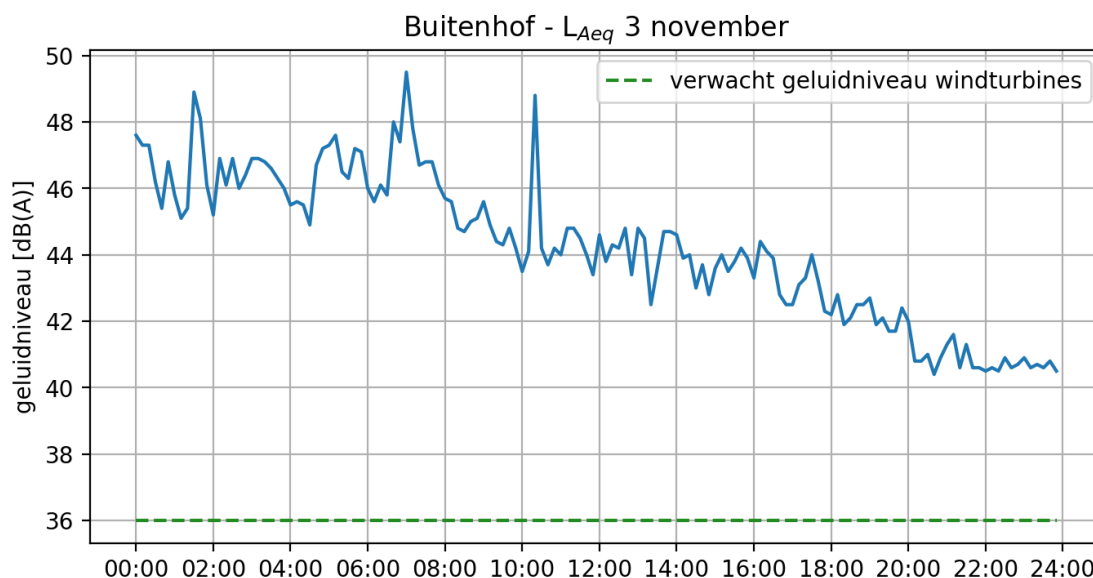
Voor de karakterisering van de geluidssituatie gebruiken we de equivalente geluidniveaus per 10 minuten (L_{Aeq}). Dit zijn de gemiddelde geluidniveaus gemeten over een periode.

De geluidniveaus geven we weer in decibellen (dB). Hierbij passen we in de standaard situatie de zogenaamde A-weging toe. Deze weging corrigeert het geluid op basis van de gevoeligheid van het menselijk gehoor. Geluidniveaus gemeten in dB(A) komen zo overeen met de beleving van het geluid voor het grootste deel van de menselijke populatie.

Om een goed begrip te krijgen van de geluidssituatie op de meetlocaties en om de variatie in etmaalgemiddelde geluidniveaus duidelijk te maken, hebben we in figuur 4 en figuur 5 de data van een respectievelijk standaard- en bijzondere dag weergegeven. Deze figuren geven het gemiddelde geluidniveau per tien minuten weer.



figuur 4: Buitenhof, L_{Aeq} op 16 juli - standaarddag



figuur 5: Buitenhof, L_{Aeq} op 3 november - dag met bijzonderheden

De standaarddag, weergegeven in figuur 4, begint in de nachtperiode met weinig geluid. Een enkele activiteit zoals een langsrijdende auto of een overvliegend vliegtuig zorgt voor een kortdurende piek. Vanaf ongeveer 5:00 uur beginnen de vogels te fluiten, waardoor het geluidniveau toeneemt. Even later komt het wegverkeer en het dagelijkse leven op gang. Overdag ligt het geluidniveau hoger vanwege meer activiteiten in de omgeving. Op deze specifieke dag is er meer wind tussen 8:00 en 14:00 uur, wat resulteert in verhoogde geluidniveaus. Vanaf 21:00 uur nemen de voorgrondactiviteiten, op korte afstand van de geluidmeter, af en zien we dat het geluidniveau verder daalt.

De 'bijzondere dag', weergegeven in figuur 5 begint met geluidniveaus die hoger liggen dan verwacht. Een van de oorzaken is harde wind dat voor windgeruis op de microfoon zorgt. Regenbuien zorgen voor pieken in het geluidniveau. In de ochtend nemen de wind en regen af en zakt het geluidniveau. De scherpe, hoge piek wordt veroorzaakt door een activiteit op korte afstand van de geluidmeter. In dit geval loopt iemand met een kliko langs de geluidmeter. De rest van de ochtend en middag verloopt rustig. Richting de avond nemen de activiteiten in de omgeving, zoals langsrijdende auto's en fluitende vogels af en meten we het altijd aanwezige achtergrondgeluid.

Het gemiddelde geluidniveau op 16 juli 2023 gemeten over het hele etmaal is 41 dB(A). Op 3 november bedraagt het gemiddelde 45 dB(A). Deze gemiddelden liggen boven het verwachte geluidniveau van de windturbines op deze locatie van 36 dB(A). Resultaten uitgedrukt in etmaalwaarden zullen daardoor maar beperkt worden beïnvloed door de mogelijke bijdrage van de windturbines. De geluidssituatie gaan we daarom in de resultaten gedetailleerder inzichtelijk maken door ook naar de diepe nacht te kijken.

In akoestische onderzoeken gelden in standaardsituaties de volgende periodedefinities:

- Dag 07.00 - 19.00 uur
- Avond 19.00 - 23.00 uur
- Nacht 23.00 - 07.00 uur

In de bovenstaande analyse zien we dat de niveaus in de nachtperiode vergelijkbaar zijn met de niveaus vanwege de windturbines. In de nachtperiode kan de potentiële invloed van de windturbines het meest zichtbaar zijn. Onze ervaring is dat dit met name geldt voor de 'diepe nachtperiode'. Dit is de periode tussen 1:00 en 4:00 uur waarbij we activiteiten in de late avond en vroege ochtend niet meenemen. In de resultaten geven we de analyse van deze periode weer.

Met deze nadere detaillering kunnen we de geluidssituatie beter inzichtelijk maken. In onze analyse maken we daarbij gebruik van spreidingsdiagrammen waarin we het geluidniveau uitzetten tegen de windsnelheid en geluidhistogrammen. Daarnaast maken we het laagfrequent geluid op de locatie inzichtelijk. Deze begrippen zijn in de hierop volgende paragrafen nader uitgelegd.

2.4.2 Spreidingsdiagram

Met behulp van een spreidingsdiagram onderzoeken we verbanden tussen twee grootheden. In dit onderzoek maken we het verband tussen het gemeten geluidniveau en de windsnelheid inzichtelijk. Verrijking van deze gegevens met de verschillende bedrijfstoestanden van de windturbines maakt het mogelijk het effect van de windturbines inzichtelijk te maken met een vergelijking tussen gelijkwaardige omstandigheden.

De verschillende bedrijfstoestanden van de windturbines delen we in op basis van het aantal toeren per minuut dat de windturbines draaien. Het maatgevende geluid dat een windturbine produceert, is namelijk afkomstig van het draaien van de wieken.

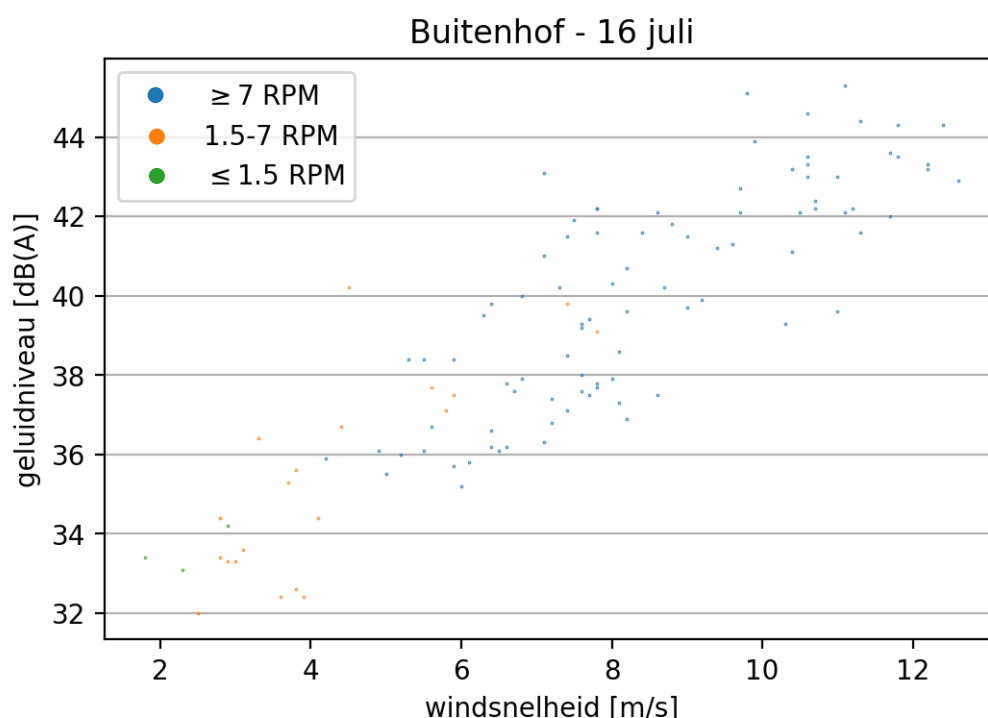
In het rapport 'Akoestisch onderzoek Windplan Blauw' van Witteveen+Bos staat de geluidproductie van de windturbines voor iedere windsnelheid op ashoogte aangegeven. Op basis van de ontvangen gegevens van de windturbines hebben wij de windsnelheid op ashoogte kunnen relateren aan het aantal toeren per minuut dat de windturbines draaien. Door beide te combineren kunnen we het verband tussen het aantal toeren per minuut dat de windturbines draaien en het geluidbronvermogen van de windturbines inschatten. Op basis van dit onderzoek stellen we dat:

- $\leq 1,5$ RPM de windturbines produceren geen/beperkt geluid;
- 1,5-7 RPM de windturbines produceren geluid;
- ≥ 7 RPM de windturbines produceren maximaal geluid en zijn significant in bedrijf.

Voor de drie hierboven beschreven standen van de windturbines hebben we het gemeten equivalente geluidniveau per 10 minuten uitgezet tegen de windsnelheid verkregen via het KNMI (weerstation Lelystad-airport). Deze windsnelheid representeert de windsnelheid op meethoogte beter dan de windsnelheid op ashoogte. Daarmee is de windsnelheid verkregen via het KNMI een betere indicator voor de hoeveelheid stoorgeluid als gevolg van windgeruis op de microfoon.

Windgeruis heeft vooral invloed op het gemeten geluidniveau wanneer het geluidniveau in de omgeving laag is. Voorgroundactiviteiten en hoge geluidniveaus maken meer geluid dan het windgeruis, waardoor deze niet of zeer beperkt beïnvloed worden door de windsnelheid. Aangezien de verwachte geluidniveaus als gevolg van windturbinegeluid door de grote afstand tot de windturbines laag zijn, spelen stoorgeluid door windgeruis en drukwisselingen nabij de microfoon een rol. Het is daarom belangrijk de geluidniveaus bij verschillende standen van de windturbines voor gelijke windsnelheden te vergelijken gedurende een zo lang mogelijke periode. Dit vergroot de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de resultaten.

Deze vergelijking doen we met een spreidingsdiagram. In figuur 6 is een voorbeeld van één dag weergegeven met de equivalente geluidniveaus per 10 minuten bij de drie verschillende standen uitgezet tegen de windsnelheid. Met kleuren is de stand van de maatgevende windturbines aangegeven.



figuur 6: Buitenhof, 16 juli: spreidingsdiagram

Effecten van windturbines zijn zichtbaar wanneer bij gelijke windsnelheden de blauwe stippen hoger liggen dan de oranje en groene stippen. Dit laat zien dat het geluidniveau bij het significant in bedrijf zijn van de windturbines hoger is dan bij geen of matige activiteit van de windturbines. Bij een effect van windturbinegeluid verwachten we dat lage geluidniveaus afnemen wanneer de windturbines significant in bedrijf zijn.

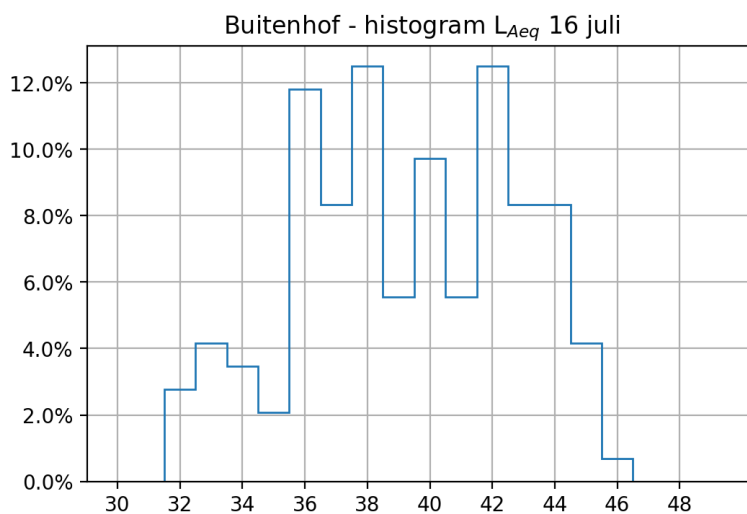
In het spreidingsdiagram zien we de drie bedrijfstoestanden. Bij lage windsnelheid (2 m/s) zijn de windturbines geen/beperkte geluidbronnen. Bij toenemende windsnelheid neemt de draaisnelheid van de windturbines, en daarmee de geluidproductie, toe.

In figuur 6 zien we bij dezelfde windsnelheden weinig overlap in de verschillende kleuren stippen. Boven windsnelheden van 4 m/s zijn de windturbines altijd in bedrijf en vanaf ca. 6m/s zijn de turbines significant in bedrijf. De groene stippen komen alleen voor bij 2-3 m/s. Door deze scheiding is voor deze dag geen vergelijking mogelijk tussen de bedrijfssituaties bij gelijkwaardige omstandigheden.

We zien daardoor in het spreidingsdiagram voornamelijk het effect van de windsnelheid. Een toename in windsnelheid is gecorreleerd aan een toename in geluidniveau.

2.4.3 Geluidhistogram

Om de verdeling van de voorkomende geluidniveaus op een locatie te visualiseren, maken we gebruik van een geluidhistogram. In deze visuele methode plotten we de frequentie van voorkomen van de equivalente geluidniveaus die op de locatie voorkomen. Een scherpe hoge curve geeft aan dat er een relatief constant geluidniveau heerst. Dit betekent dat de bron, bijvoorbeeld wegverkeersgeluid, constant aanwezig is en niet afhankelijk is van weersomstandigheden. Een brede curve geeft juist variatie weer, door bijvoorbeeld wisselende bronnen. Figuur 7 toont een voorbeeld van een dergelijk histogram.



figuur 7: Buitenhof, 16 juli: histogram L_{Aeq}

In figuur 7 is te zien dat een relatief klein deel van het etmaal het geluidniveau 32 tot 35 dB(A) bedraagt. Dit is de avond- en vroege nachtperiode. Overdag varieert het geluidniveau tussen 36 en 44 dB(A) met enkele momenten 45 of 46 dB(A).

2.4.4 Laagfrequent geluid

Laagfrequent geluid (LFG) is geluid met een frequentie tot en met de 125 Hz tertsbands. Geluid met lage frequenties draagt verder en is daardoor op grotere afstand waarneembaar. Hierdoor kan laagfrequent geluid in de praktijk extra hinderlijk ondervonden worden en zijn er zorgen over de effecten op de gezondheid. Om deze reden nemen we het laagfrequente geluid aanvullend mee als analysethema.

Er is geen wettelijk toetsingskader en/of analysemethode specifiek ten behoeve van LFG vanwege windturbines. Om deze reden passen wij drie algemeen toepasbare onderzoeksmethodes toe om de aanwezigheid en/of hinderlijkheid van laagfrequent geluid vast te stellen.

Uit vaste jurisprudentie van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State blijkt dat er voldoende, reproduceerbare, informatie beschikbaar is over de dosis-effect-relatie, zodat LFG aangemerkt kan worden als objectieveerbare hinder. De meeste beoordelingscriteria zijn gebaseerd op de gehoordrempel, waarbij ervan wordt uitgegaan dat als LFG hoorbaar is, er ook hinder kan worden ondervonden.

De in Nederland meest toegepaste en door ons gehanteerde beoordelingsmethoden zijn:

- NSG-richtlijn (1999)
- Vercammen-curve 3-10%

NSG-richtlijn (1999)

De Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) heeft in 1999 een richtlijn laagfrequent geluid uitgebracht (Kramer, 1999). Het doel van deze richtlijn is om klachtenbehandelaars te helpen klachten over LFG te objectiveren. Als basis voor de richtlijn geldt dat het LFG daadwerkelijk aanwezig is. Om deze reden wordt in de richtlijn aangeraden de geluidmetingen door de gehinderde te laten uitvoeren. De gemeten niveaus worden vergeleken met de 10%-gehoordrempel van een groep oudere personen (50 tot 60 jaar). Bij de 10%-gehoordrempel hoort 10% van de proefpersonen het geluid, 90% van de mensen is niet in staat het geluid te horen. Als het gemeten geluidniveau deze gehoordrempel overstijgt, wordt ervan uitgegaan dat het geluid hoorbaar is en kan er sprake zijn van hinder door dit geluid.

Vercammen-curve

De Vercammen-curve hanteert een soortgelijke systematiek maar beschouwt een grenswaarde waarbij 3-10% van de mensen hinder ondervindt van LFG in het frequentiegebied 4 tot 160 Hz. Deze methode beschouwt daarmee niet de hoorbaarheid van LFG, maar de mate van hinderlijkheid. Onder de 20 Hz is deze methode relatief streng.

Toepassing methodes

In dit onderzoek passen we alle drie de methodes toe. De onderstaande tabel vat de methodes en de toepassing samen.

tabel 3: beoordelingsmethodiek laagfrequent geluid

Methoden	Toepassing
NSG-richtlijn (55 jr, P90)	Deze methode geeft weer of LFG op de meetlocatie hoorbaar kan zijn
Vercammen-curve:	Deze methode geeft weer of het LFG (ernstige) hinder kan veroorzaken

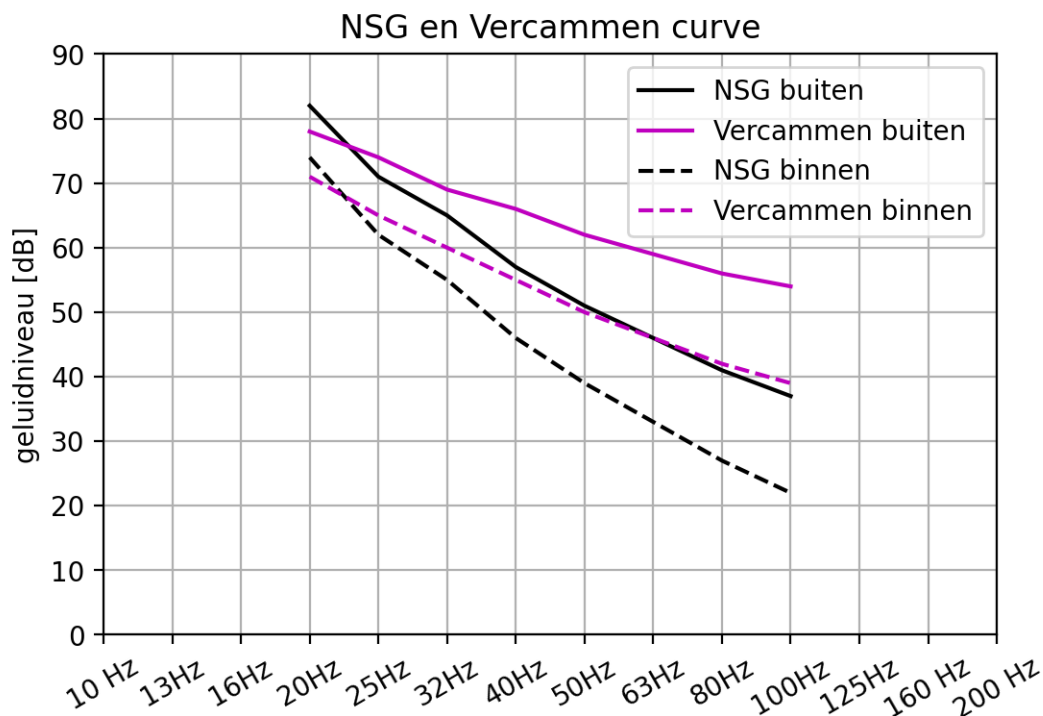
De NSG- en Vercammen-curves zijn methodes die worden toegepast op geluidniveaus binnen een woning. De geluidmonitoring vindt buiten plaats ter hoogte van de gevel van de woningen. Beide methodes zijn daardoor niet direct toepasbaar.

De Vercammen nachtcurve voor buiten is afkomstig uit het rapport R 548-12 van 19 maart 1990 van Peutz. De NSG-curve voor buiten is berekend door bij de NSG-curve voor binnen een geluidwering voor de gevel op te tellen. De toegepaste geluidwering voor de gevel is weergegeven in tabel 4. Hiervoor is uitgegaan van de gemiddelde geluidwering van de Nederlandse woningen.

tabel 4: geluidwering gevel

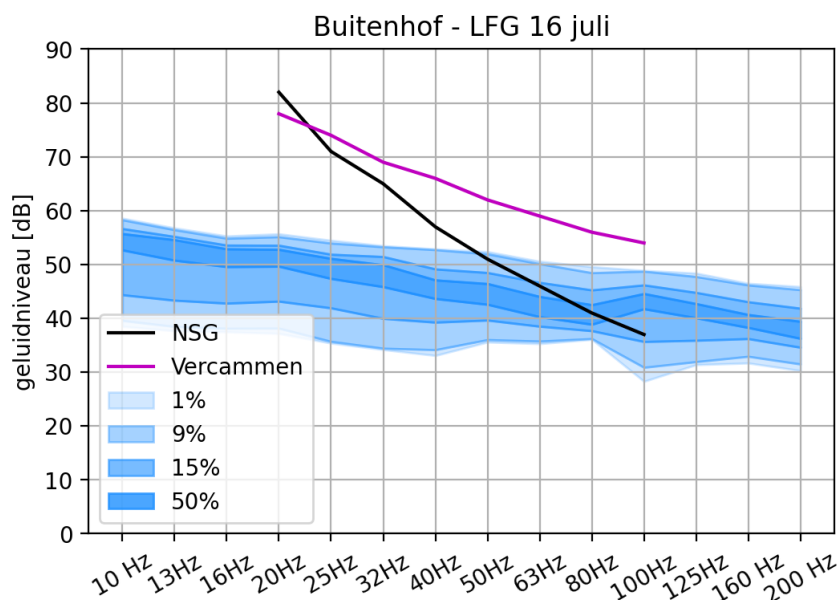
Tertsbanden	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz
Geluidwering (dB)	8	9	10	11	12	13	14	15

De gecorrigeerde curves voor buiten gebruiken we voor de beschouwing van het aspect laagfrequent geluid. In figuur 8 zijn de NSG- en Vercammen-curve voor binnen samen met de gecorrigeerde curves voor buiten weergegeven.



figuur 8: grafische weergave NSG- en Vercammen-curve

In de resultaten geven we de bandbreedte van de gemeten spectra en vergelijken die met de NSG- en Vercammen curve. Binnen de bandbreedte geven we met gekleurde vlakken weer hoe vaak die gemeten geluidniveaus in de bandbreedte voorkomen. Ter illustratie is in figuur 9 het laagfrequente geluid op 16 juli op de locatie Buitenhof afgebeeld.



figuur 9: Buitenhof, 16 juli: LFG

In het bovenste en onderste lichtste vlak vallen de 1% hoogste en laagste gemeten geluidniveaus. De twee vlakken een tint donkerder omvatten beide 9% van de gemeten niveaus. De twee vlakken weer een tint donkerder bevatten beide 15% van de gemeten niveaus. Het donkerste vlak in het midden bevat zoals in de legenda aangegeven 50% van de gemeten niveaus.

Door de blauwe vlakken in de bandbreedte te vergelijken met de NSG- en Vercammen curve, lezen we af hoeveel procent van de tijd laagfrequent geluid als hoorbaar (overschrijding NSG-curve) dan wel hinderlijk (overschrijding Vercammen curve) wordt geclassificeerd.

2.4.5 Meteoraam

De meetdata wordt sterk beïnvloed door de weersomstandigheden. Regen en harde wind zorgen voor verhoogde geluidniveaus die het verwachte geluidniveau als gevolg van windturbinegeluid overstemmen. Dit zien we op de bijzondere dag in figuur 5 waar regen en wind in de nacht en vroege ochtend voor verhoogde geluidniveaus zorgen.

De 'Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai' van 1999 (HMRI) beschrijft de meteorologische omstandigheden waaronder representatief gemeten kan worden. Deze zijn vastgelegd in het zogenaamde meteoraam. Hierin staan de eisen van een goede immissiemeting met betrekking tot windsnelheid, hoeveelheid regen en windrichting. De weergegevens gebruikt in dit onderzoek zijn afkomstig van het officiële weerstation Lelystad van de KNMI.

Rekening houdend met het meteoraam, filteren we de meetdata op de momenten dat het niet regent. We vergelijken de geluidbelasting bij het wel en niet in bedrijf zijn van de windturbines bij gelijke windsnelheden. Als we gericht op zoek gaan naar geluid van windturbines filteren we de windrichting per locatie op de richting waarin de windturbines staan.

3. Gegevens meetlocaties en windturbines

Bij de negen monitoringssystemen zijn op verschillende momenten geplaatst. Hierdoor zijn er niet voor iedere locatie resultaten vanaf het begin van de monitoringsperiode in juni 2023. In tabel 5 staat voor elke locatie aangegeven wanneer de geluidmonitoring is gestart.

tabel 5: start monitoring per locatie

Locatie	Adres	Start monitoring
Ketelhaven	Boslaan 91	13-06-2023
Swifterbant NW	Buitenhof 24	13-06-2023
Swifterbant	Bloemenzoom 117	10-10-2023
Swifterbant O	Koningshof 55	13-06-2023
Dronten West	Troffel 22	13-06-2023
Dronten Oost	Patrijs 36	30-06-2023
Dronten Oost	Herfst 103	14-10-2023
Biddinghuizen Zuidwest	Klaversingel 13	13-06-2023
Biddinghuizen	Parksingel 52	10-10-2023
Biddinghuizen	Ploegschaar 74	--

Op de locatie Buitenhof hangt de geluidmeter aan de gevel. Hierdoor wordt naast het invallende geluid ook de reflectie in de gevel gemeten. Om hiervoor te corrigeren is een reductie van 6 dB op de gemeten geluidniveaus toegepast op deze locatie. Op de overige locaties is de omgeving rond de geluidmeter vrij en is geen correctie nodig.

In de analyse maken we naast de geluidgegevens van onze geluidmeters, ook gebruik van gegevens van de windturbines. Hiermee kunnen we verbanden tussen de gemeten waarden en de bedrijfstoestand van de windturbines bepalen. De gegevens beschrijven de bedrijfstoestand van iedere turbine en de weersomstandigheden op ashoogte.

De bedrijfstoestand van de windturbines is van invloed op de geluidbelasting op de meetlocaties als gevolg van de windturbines. De meest dichtbijgelegen windturbines hebben de meeste invloed en noemen we de 'maatgevende windturbines'. Per locatie hebben we de maatgevende windturbines bepaald. Niet voor iedere locatie beschikken we over de gegevens verzameld door de maatgevende windturbines. In tabel 6 zijn de maatgevende windturbines per locatie samengevat. In de laatste kolom geven we het aantal turbines met beschikbare data aan.

tabel 6: maatgevende windturbines per locatie

Locatie	Adres	Maatgevende turbines	Aantal turbines met beschikbare data
Ketelhaven	Boslaan 91	HVN 1.1	0/1
Swifterbant NW	Buitenhof 24	RD04, RD05, RD06, RD07	2/4
Swifterbant	Bloemenzoom 117	RD01, RD02, RD03, ET01	3/4
Swifterbant O	Koningshof 55	ET01, ET02	1/2
Dronten West	Troffel 22	RT01, RT02	0/2
Dronten Oost	Patrijs 36	HVZ 1.1, HVZ 1.2, HVZ 1.3	3/3
Dronten Oost	Herfst 103	HVZ 1.6, HVZ 1.7, HVZ 1.8, HVZ 1.9	4/4
Biddinghuizen Zuidwest	Klaversingel 13	ZNT 1.1, ZNT 1.2	0/2
Biddinghuizen	Parksingel 52	KKT 1.1, KKT 1.2	0/2

4. Resultaten periode 1 - juni 2023 tot en met december 2023

In dit hoofdstuk beschrijven we de meetresultaten van monitoringsperiode 1. In dit hoofdstuk laten we de analyse voor één locatie zien. Dit is de locatie Buitenhof. De resultaten van de overige locaties zijn opgenomen in bijlage 1 t/m 8.

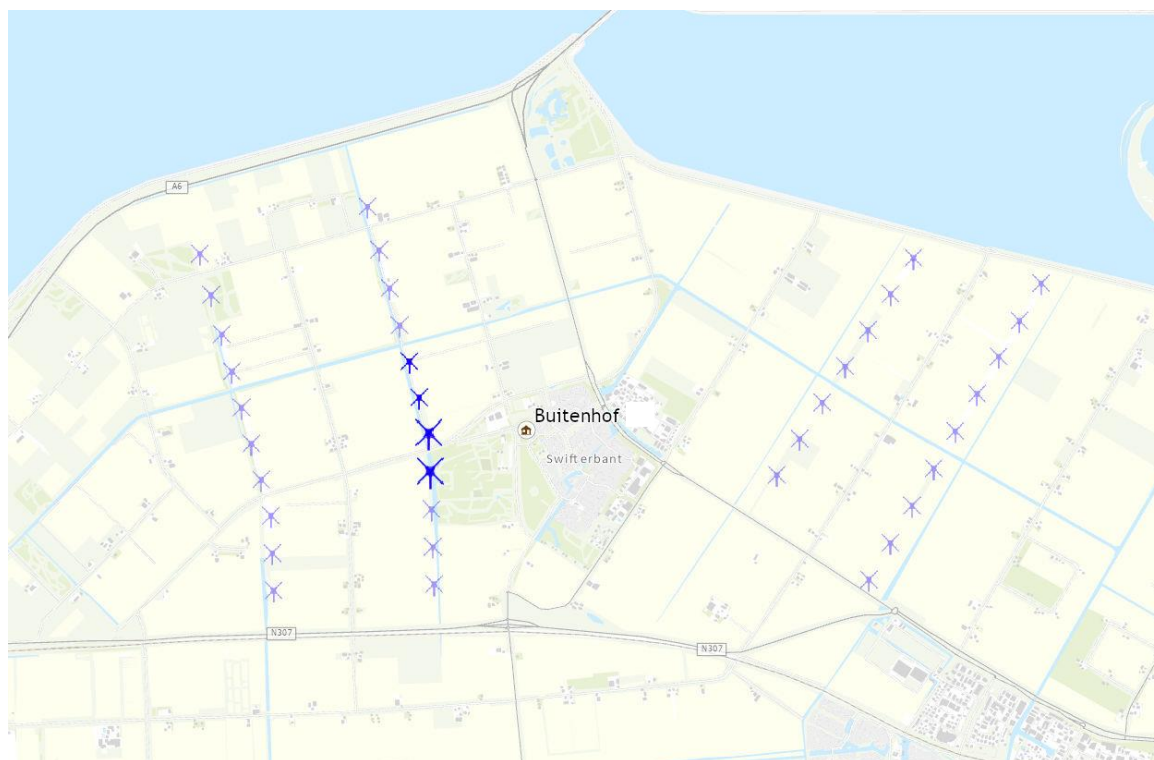
We beginnen de analyse met een overzicht van het gemeten geluid op de locaties. Daarna onderzoeken we of een effect van windturbines terugzien in de meetdata. Vervolgens beschrijven we de geluidssituatie met behulp van histogrammen en maken we het laagfrequente geluid op de locatie inzichtelijk. Tot slot vatten we de resultaten van de overige locaties samen.

Het geluid bij de woningen wordt beïnvloed door veel factoren, bijvoorbeeld door activiteiten van de omwonenden, wegverkeer, de windturbines maar ook door weersomstandigheden. Harde wind en regen leiden bijvoorbeeld tot een toename in geluid. Regen is daarbij een relevante bron van verstoring in de resultaten. Voor elk van de figuren in deze analyse geldt daarom dat de achterliggende meetdata zijn gefilterd op de momenten zonder regen.

De analyse is gebaseerd op de gemeten equivalente geluidniveaus per 10 minuten tenzij anders is aangegeven.

4.1 Maatgevende windturbines

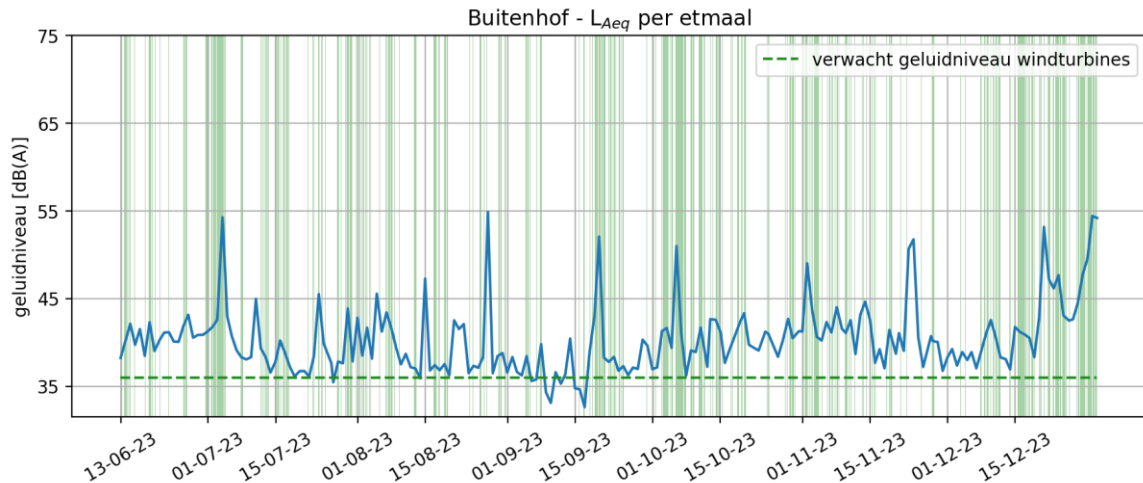
Voor de locatie Buitenhof beschikken we over de informatie van twee van de vier maatgevende windturbines (zie tabel 6). In figuur 10 zijn de vier maatgevende windturbines weergegeven met in het groot de turbines waarvoor we over data beschikken.



figuur 10: de vier maatgevende windturbines met in het groot de twee turbines waarvoor we over data beschikken

4.2 Overzicht van het gemeten geluid

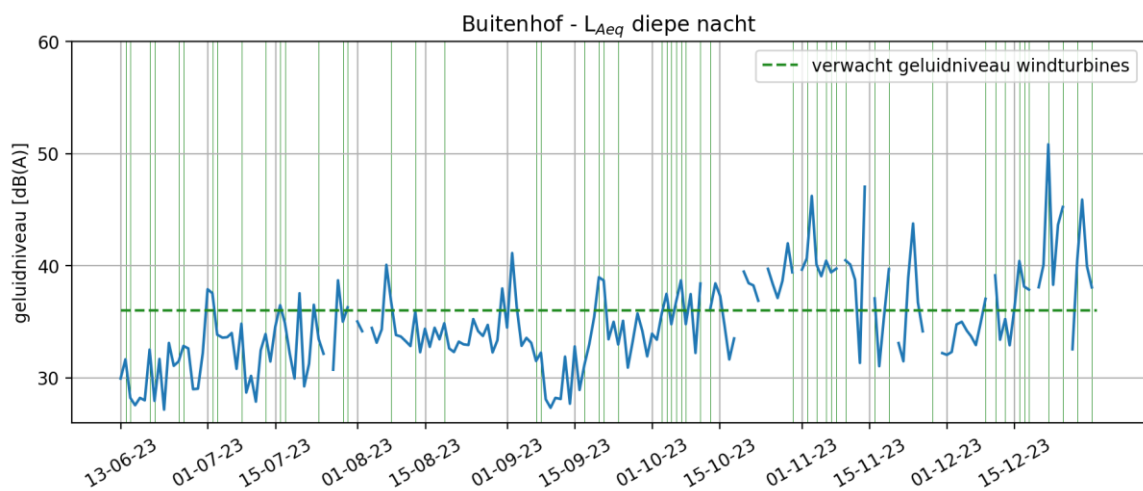
Het onderstaande figuur toont het equivalente geluidniveau per etmaal. In de achtergrond zijn in groen de momenten gemarkeerd waarop de windturbines significant in bedrijf zijn (RPM \geq 7).



figuur 11: L_{Aeq} per etmaal

In figuur 11 zien we dat de blauwe lijn grotendeels boven het verwachte geluidniveau van de windturbines ligt. Er is ook geen duidelijk verband te zien tussen de momenten dat de turbines significant in bedrijf zijn en het geluidniveau. Dat geeft aan dat er op basis van de etmaalwaarden stoorgeluid aanwezig is om de eventuele aanwezigheid van windturbinegeluid in figuur 11 te onderscheiden.

Op de standaarddag in figuur 4 zien we dat het etmaalgemiddelde voor een groot deel veroorzaakt wordt door hogere geluidniveaus overdag die uitstijgen boven het verwachte geluidniveau van windturbinegeluid. Door in te zoomen op de diepe nacht tussen 1:00 en 4:00 uur vermijden we de uren waarop de meeste activiteiten plaatsvinden en voor stoorgeluid zorgen. In de diepe nacht is het achtergrondgeluid, bijvoorbeeld mogelijk geluid van windturbines, beter zichtbaar.



figuur 12: L_{Aeq} in de diepe nacht

Wat als eerste opvalt zijn de onderbrekingen in de blauwe lijn. We hebben de meetdata gefilterd op momenten dat het niet regent. De onderbrekingen zijn de momenten dat het wel regent.

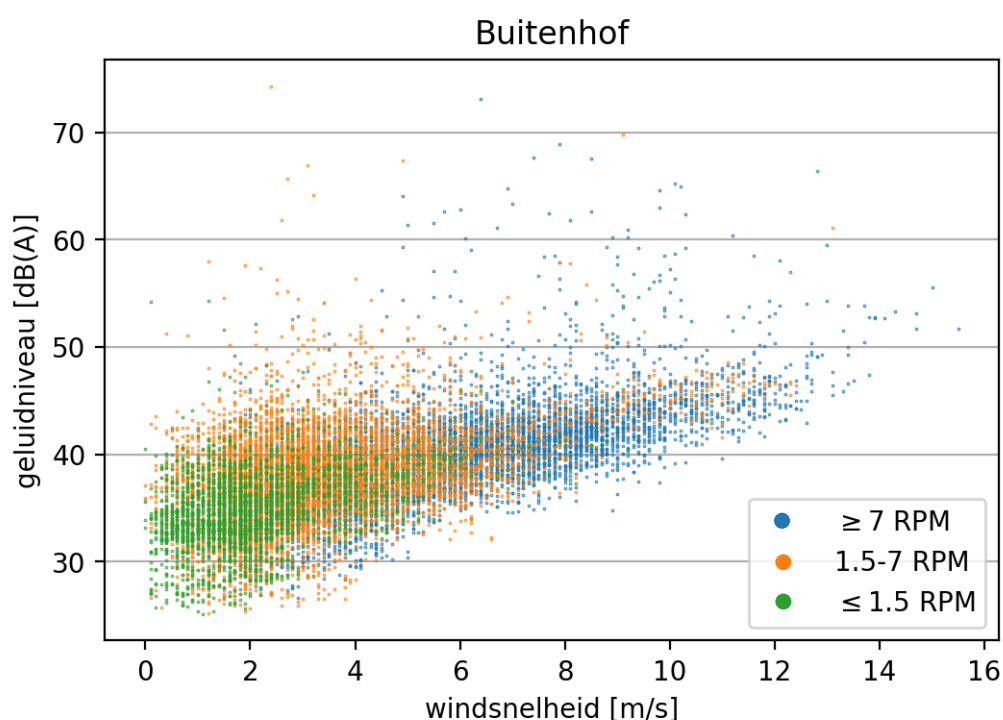
In de diepe nacht ligt het geluidniveau regelmatig onder het verwachte geluidniveau van de windturbines. Deze periode is daarmee geschikter om eventueel geluid van windturbines op te merken. In het figuur is geen duidelijk verschil te zien tussen de momenten met en zonder windturbines die significant in bedrijf zijn.

4.3 Analyse effect van windturbines

Het gemeten geluid is afkomstig van verschillende bronnen. Het doel van het onderzoek is het effect van de windturbines inzichtelijk te maken. We maken dit effect inzichtelijk door een vergelijking tussen twee situaties met gelijkwaardige omstandigheden anders dan de activiteit van de windturbines.

Er zijn geen metingen uitgevoerd aan een referentieperiode waarbij de windturbines niet in bedrijf waren. Daarom hebben we gekeken naar drie verschillende bedrijfstoestanden van de windturbines.

Voor de drie bedrijfstoestanden hebben we het gemeten geluidniveau uitgezet tegen de windsnelheid in een spreidingsdiagram. Effecten van windturbines zijn zichtbaar wanneer bij gelijke windsnelheden de blauwe stippen hoger liggen dan de oranje en groene stippen of wanneer lage geluidniveaus afnemen bij het significant in bedrijf zijn van de windturbines.

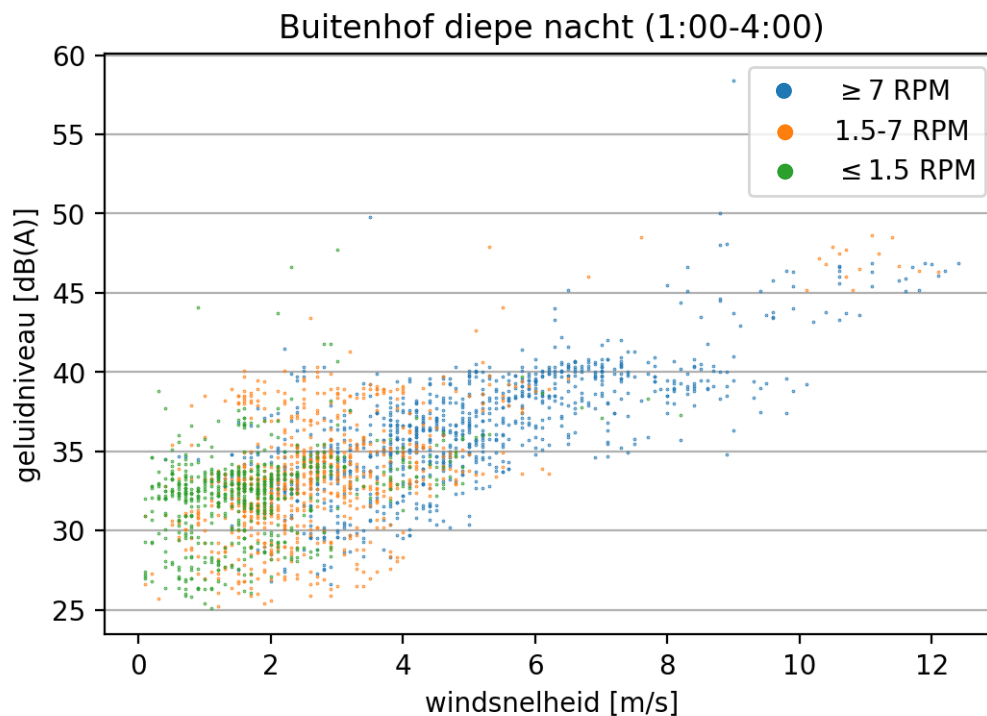


figuur 13: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI)

Bij windsnelheden lager dan 2 m/s en hoger dan 6 m/s zien we weinig overlap tussen de verschillende kleuren. Dit maakt een vergelijking van de geluidssituaties bij de verschillende bedrijfstoestanden niet goed mogelijk.

Bij windsnelheden tussen 2 en 6 m/s zien we niet dat de blauwe stippen hoger liggen dan de groene of oranje stippen. De geluidsniveaus bij de verschillende bedrijfstoestanden bevinden zich allemaal ongeveer in hetzelfde gebied. Hiermee zien we geen effect van windturbinegeluid.

Vervolgens zoomen we in op de momenten met weinig voorgrondactiviteiten: de diepe nacht tussen 1:00 en 4:00 uur. Dit zijn de momenten waarop het achtergrondgeluid, bijvoorbeeld geluid van windturbines, beter zichtbaar is.



figuur 14: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht

De groene stippen komen vooral voor bij windsnelheden onder de 3 m/s. De blauwe stippen daarentegen komen vooral voor bij windsnelheden boven de 3 m/s. Dit maakt een vergelijking tussen de geluidssituaties bij het amper in bedrijf zijn en het significant in bedrijf zijn van de windturbines niet goed mogelijk.

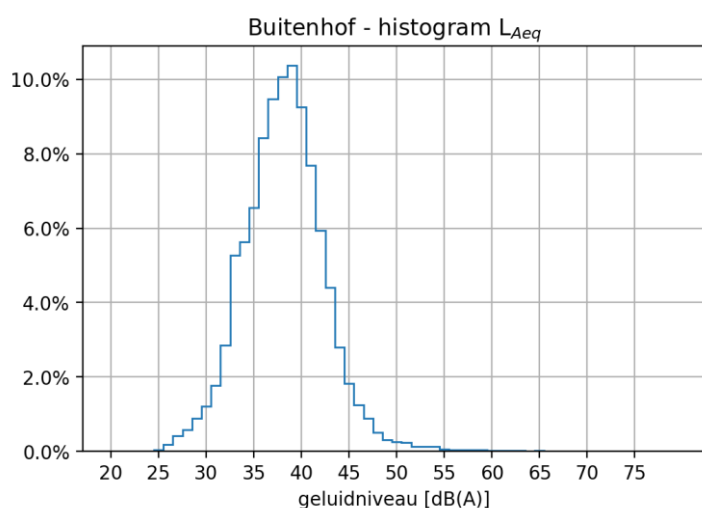
4.4 Akoestische foto periode 1

In de bovenstaande analyse zien we voor de locatie Buitenhof geen significant effect van de windturbines op het gemeten geluid. Bij gelijke windsnelheden zien we niet dat de blauwe stippen hoger liggen dan de oranje en groene stippen of dat lage geluidniveaus afnemen bij het significant in bedrijf zijn van de windturbines. Windturbines zijn in verhouding weinig momenten niet in bedrijf.

De momenten dat de windturbines amper in bedrijf zijn, zijn weinig gevarieerd in windsnelheid. Hierdoor is een goede vergelijking van de geluidssituaties op de locatie bij het amper in bedrijf zijn en het significant in bedrijf zijn van de windturbines niet mogelijk. Wel kunnen we de totale geluidssituatie inzichtelijk maken, ongeacht het wel of niet in bedrijf zijn van de windturbines.

4.4.1 Geluidhistogram

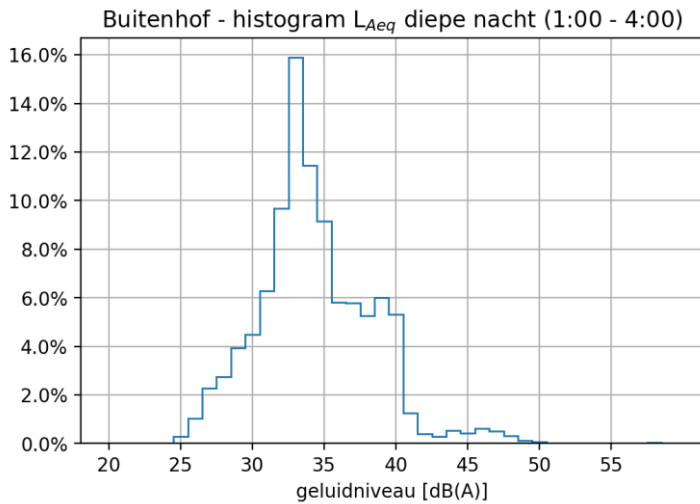
Een goede methode om de verdeling van geluidniveaus weer te geven is met een histogram. In figuur 15 is het histogram van het gemeten geluid in periode 1 weergegeven.



figuur 15: Histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})

Het histogram laat een smalle curve zien met de piek op 39 dB(A). Geluidniveaus boven de 50 dB(A) komen minder dan één procent van de tijd voor. Over de monitoringsperiode van 6,5 maanden voor deze locatie gefilterd op de momenten dat het niet regent, komt dit overeen met maximaal 1,5 dag.

Vervolgens zoomen we in op de momenten met weinig voorgrondactiviteiten: de diepe nacht tussen 1:00 en 4:00 uur.

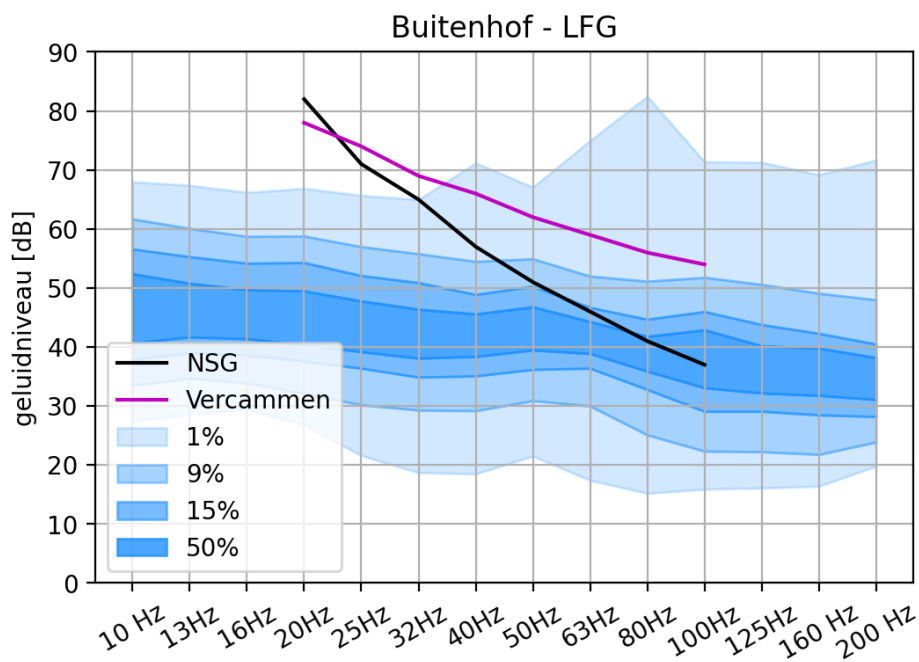


figuur 16: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht

Geluidniveaus tussen 32 en 35 dB(A) komen het meeste voor met een hoge piek op 33 dB(A). Verder zien we dat geluidniveaus tussen de 36 en 40 dB(A) ook regelmatig voorkomen.

4.4.2 Laagfrequent geluid

Tot slot hebben we een analyse gemaakt van het laagfrequent geluid op de locatie.



figuur 17: laagfrequent geluid (LFG)

Voor de locatie Buitenhof geldt dat laagfrequent geluid tussen de 50 en 75 procent van de tijd waarneembaar is. Dit zien we aan de overschrijding met de NSG curve. Het waarneembare laagfrequente geluid wordt maar voor minder dan één procent van de tijd als hinderlijk geclassificeerd (overschrijding Vercammen curve). Over de monitoringsperiode van 6,5 maanden voor deze locatie gefilterd op de momenten dat het niet regent, komt dit overeen met maximaal 1,5 dag.

4.5 Verdieping windturbinegeluid

In paragraaf 4.2 hebben we gezien dat er beperkt overlap is tussen de bedrijfssituaties. Hierdoor missen we een referentiesituatie om een verdiepend onderzoek te doen op basis van vergelijking bij gelijkwaardige omstandigheden. Daarom voeren we in dit rapport geen verdere analyse uit naar mogelijk windturbinegeluid.

4.6 Overige locaties

In tabel 7 hebben we de resultaten van de analyse naar overige meetlocaties samengevat. Deze resultaten zijn afgeleid van de figuren in bijlage 1 tot en met bijlage 8. Enkele bijzonderheden benoemen we onder de tabel.

tabel 7: analyse overige locaties

Locatie	L_{Aeq}	L_{Aeq} diepe nacht	Afstand tot dichtstbijzijnde turbine	Verwacht geluidniveau windturbines (nachtperiode)	Correlatie windturbines?	LFG (NSG/Vercammen overschrijding)
Klaversingel	40-50 dB(A)	30-40 dB(A)	1200 m	--	Geen gegevens activiteit windturbines	75% / 10%
Parksingel	37-47 dB(A)	34-41 dB(A)	1000 m	--	Geen gegevens activiteit windturbines	75% / 5%
Troffel	37-47 dB(A)	35-41 dB(A)	1500 m	29 dB(A)	Geen gegevens activiteit windturbines	75% / 20%
Herfst	42-57 dB(A)	36-47 dB(A)	2800 m	--	Vergelijking niet mogelijk	90% / 25%
Patrijs	38-48 dB(A)	37-41 dB(A)	2800 m	--	Verdere analyse nodig	75% / 5%
Bloemenzoom	40-50 dB(A)	38-47 dB(A)	1800 m	32 dB(A)	Geen vergelijking mogelijk	80% / 20%
Boslaan	38-50 dB(A)	37-50 dB(A)	900 m	26 dB(A)	Geen gegevens activiteit windturbines	80% / 50%
Koningshof	43-56 dB(A)	40-47 dB(A)	1700 m	31 dB(A)	Geen vergelijking mogelijk	80% / 10%

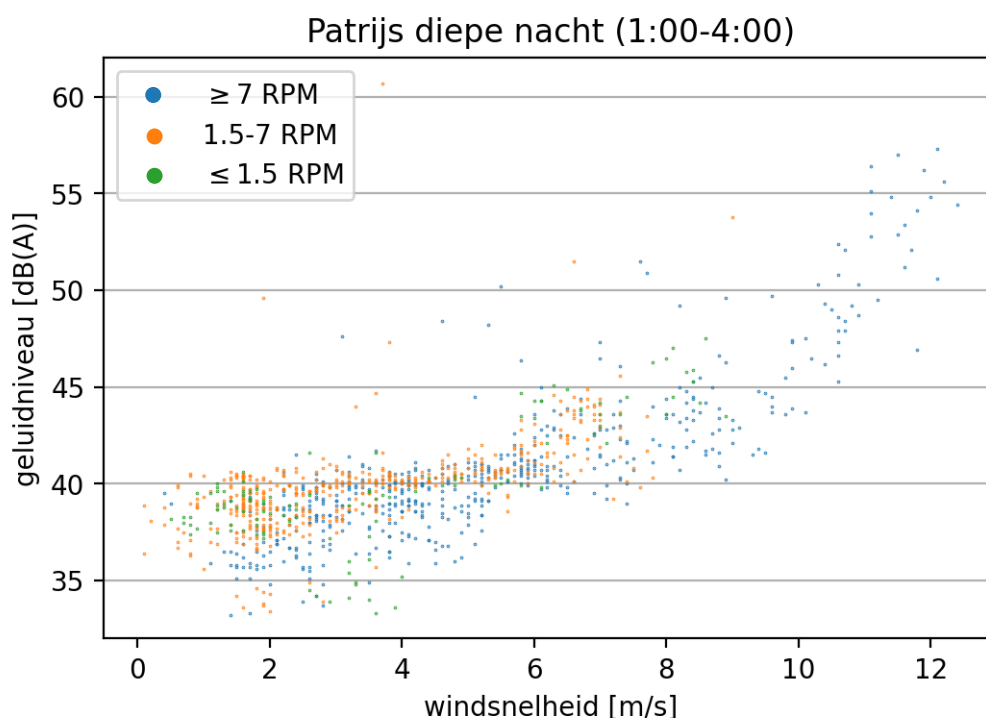
Voor de locaties Klaversingel, Parksingel, Troffel en Boslaan hebben we geen gegevens over de activiteit van de maatgevende windturbines. Hierdoor is het niet mogelijk het effect van windturbinegeluid te onderzoeken.

Op de locaties Herfst, Bloemenzoom en Koningshof is een goede vergelijking van de geluidssituaties op de locatie bij het amper in bedrijf zijn en het significant in bedrijf zijn van de windturbines niet mogelijk.

Op de locatie Patrijs is vergelijking van de geluidssituaties op de locatie bij het beperkt in bedrijf zijn en het significant in bedrijf zijn van de windturbines wel mogelijk. Deze locatie hebben we hieronder nader geanalyseerd.

4.6.1 Patrijs

In figuur 18 hebben we het geluidniveau uitgezet tegen de windsnelheid in de diepe nacht.

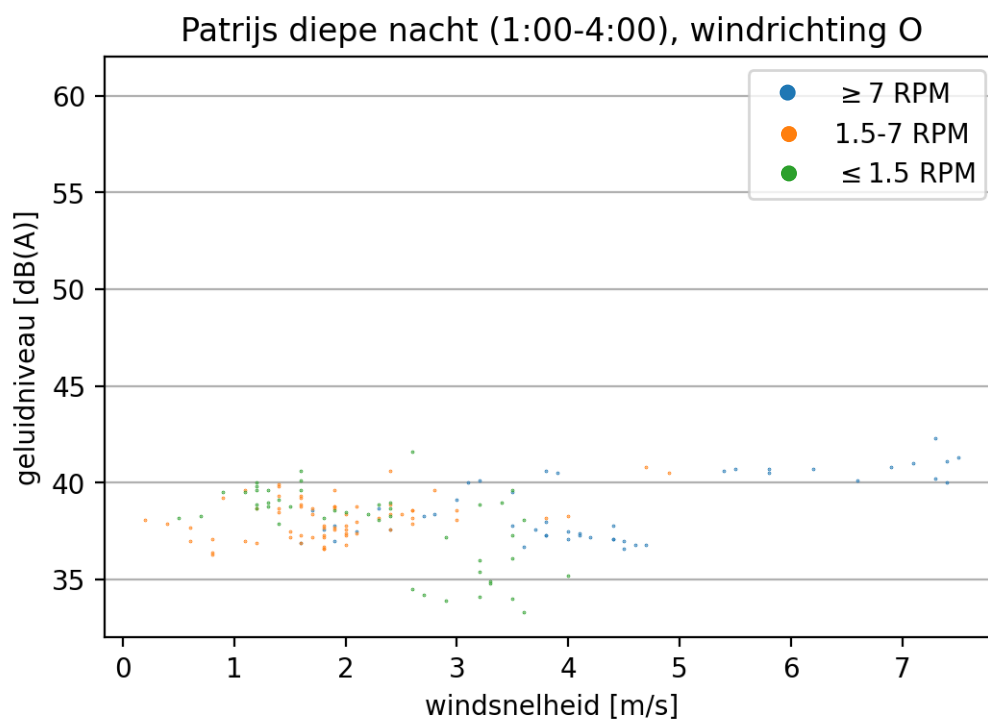


figuur 18: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht

Het bovenstaande spreidingsdiagram toont een overlap tussen de verschillende bedrijfssituaties. Een bijzonderheid is te zien bij windsnelheden tussen 3 en 4 m/s. We zien rond 34, 35 dB(A) een groepje groene stippen liggen. Bij gelijkwaardige windsnelheid zien we bij de blauwe stippen dat die hoger liggen. Bij een windsnelheid van 4-5 m/s zien we dat de blauwe stippen een ondergrens hebben van 36 à 37 dB(A). Deze verhoging van geluidniveaus kan veroorzaakt zijn door geluid van windturbines. Tegelijkertijd zien we bij circa 2 m/s oranje en blauwe punten van hetzelfde niveau waarbij de windturbines wel in bedrijf zijn.

Om dit verder te onderzoeken filteren we de meetdata op de windrichting waarin de maatgevende windturbines staan. De maatgevende windturbines bevinden zich ten oosten van de geluidmeter.

In figuur 19 zetten we het geluidniveau uit tegen de windsnelheid voor de momenten in de diepe nacht met windrichting oost.



figuur 19: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht met windrichting oost

Ook in figuur 19 bij windsnelheden 3 en 4 m/s zien we rond 34, 35 dB(A) een groepje groene stippen liggen. De blauwe stippen hebben bij een windsnelheid van 4-5 m/s een ondergrens van 36 à 37 dB(A). Dit verschil kan veroorzaakt door geluid van windturbines. Dit is alleen op basis van een erg beperkte set data.

5. Conclusie

Binnen de gemeente Dronten liggen Windplan Blauw en Windpark Groen. Windplan Blauw bestaat uit 61 turbines met een opgesteld vermogen van 250 MW. Windpark Groen bestaat uit 86 turbines met een opgesteld vermogen van 500 MW. Beide parken zijn recent gerealiseerd en in bedrijf genomen.

In opdracht van de gemeente Dronten hebben DGMR en Sensornet een meetplan opgesteld voor een monitoringssysteem. De geluidmonitoring is op 13 juni 2023 van start gegaan. In dit rapport hebben we de resultaten van de periode 13 juni 2023 tot en met december 2023 samengevat.

In het resultatenhoofdstuk is een uitgebreide analyse weergegeven voor de locatie aan de Buitenhof. Voor de overige locaties is in deze rapportage de focus gelegd op de bijzonderheden. Uitgebreide resultaten van deze locaties zijn opgenomen in de bijlagen.

Voor de analyse is de meetdata gefilterd op de momenten dat het niet regent. Per locatie hebben we de maatgevende windturbines bepaald. Het gemiddelde aantal toeren per minuut van de groep maatgevende windturbines per locatie is gedurende deze eerste analyse de bepalende parameter voor activiteit van de relevante windturbines.

In de resultaten staan de equivalente geluidniveaus over de gehele periode inclusief een verdieping met een filter op de diepe nacht. Verder hebben we op basis van de al beschikbare informatie onderzocht of we effect van windturbines kunnen bepalen door voor verschillende standen van de windturbines het geluidniveau uit te zetten tegen de windsnelheid. Gezien het ontbreken van essentiële informatie is deze analyse voor nu nog niet afgerond. De gedeeltes van de analyse waar deze data relevant voor is, worden in voortgangsrapport 2 aangevuld. Dit betreft voornamelijk de koppeling tussen draaidata en gemeten niveaus.

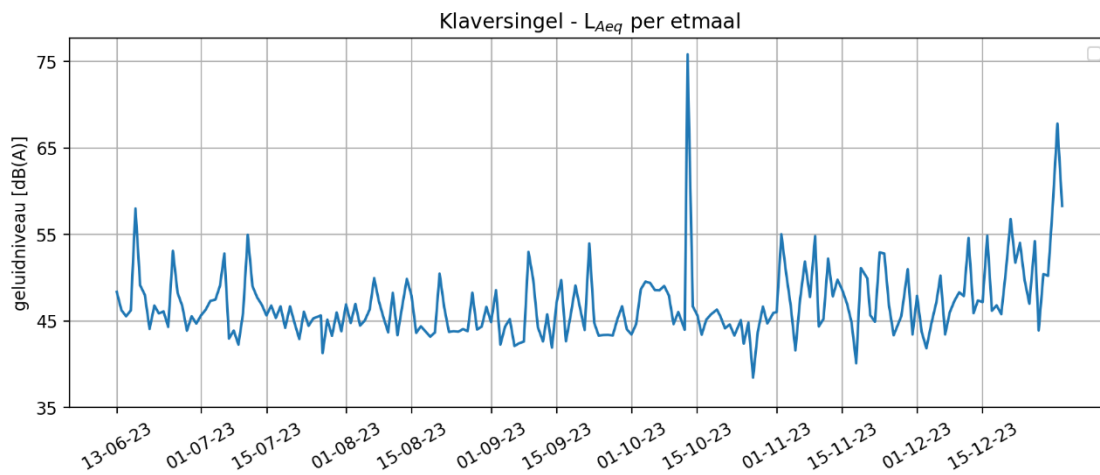
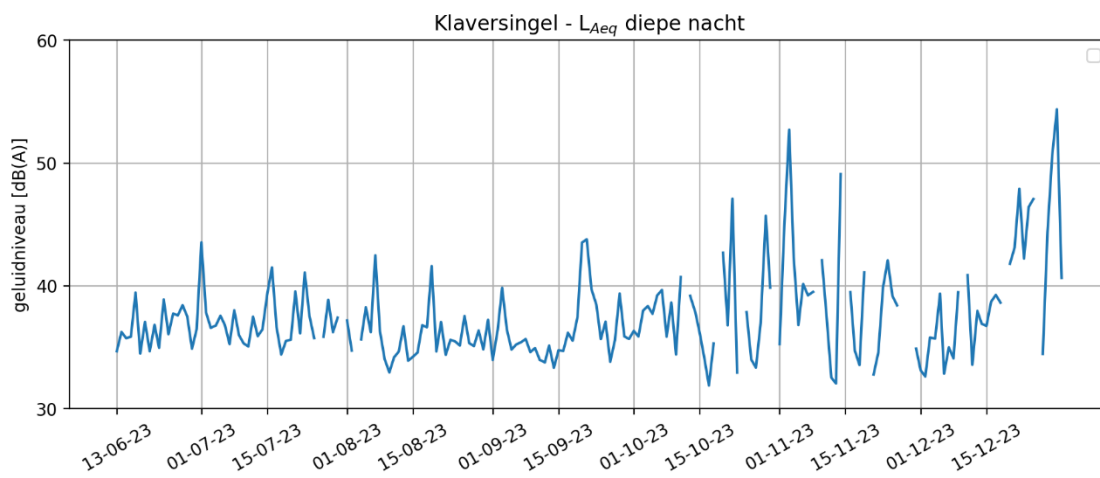
In de analyse hebben wij eveneens de geluidssituatie op de verschillende locaties inzichtelijk gemaakt, ongeacht de activiteit van de windturbines. Op de meeste locaties liggen de geluidniveaus tussen de 40 en 50 dB(A). In de diepe nacht zijn de geluidniveaus 5 tot 10 dB lager. Een grote uitzondering is de Boslaan, waar de geluidniveaus hoger liggen. Dit wordt niet veroorzaakt door windturbines, maar door stoorgeluid van wind en regen dat door de opstelling van de geluidmeter meer effect heeft dan bij de andere locaties.

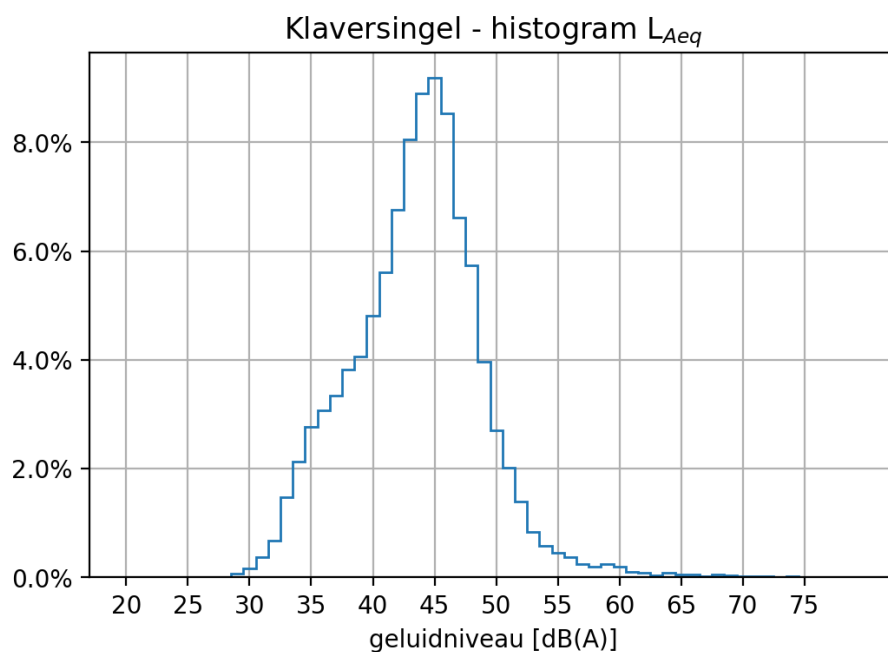
Om in de analyse van periode 2 meer verdieping aan te brengen (in zowel periode 1 en 2) en om een beter vergelijk te kunnen maken tussen de referentiesituatie en de situatie waarin de windturbines significant in bedrijf zijn, is het van belang dat er meer tijd gemonitord is waarin de turbines niet significant in bedrijf zijn. Vanuit de gemeente en de windparken is aangegeven mee te willen denken in het mogelijk maken en/of simuleren van deze situatie t.b.v. de analyse.

ing. A.G. (Gerard) van Kempen
DGMR Raadgevende Ingenieurs B.V.

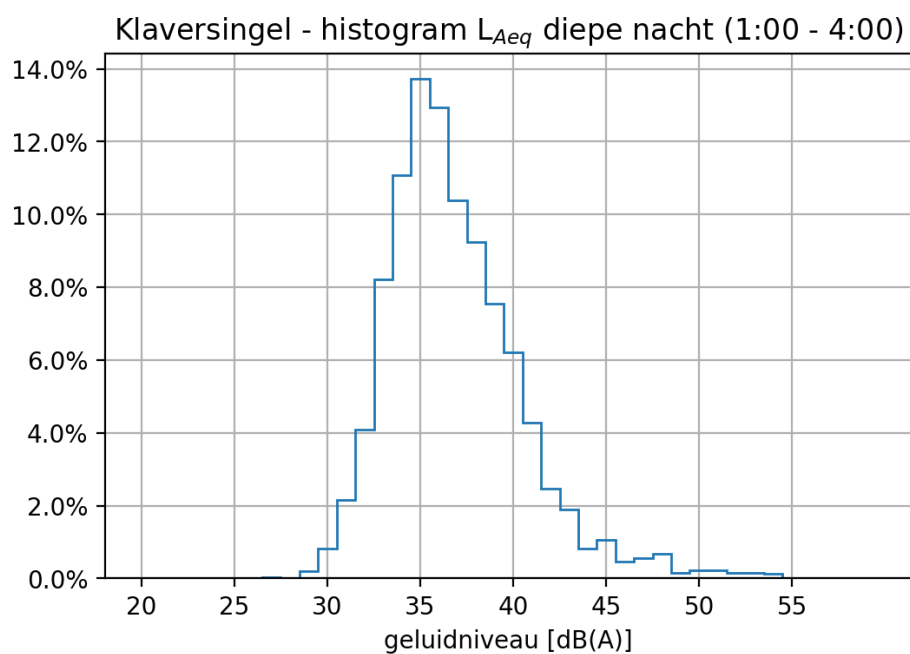
Bijlage 1

Titel	Resultaten Klaversingel
-------	-------------------------

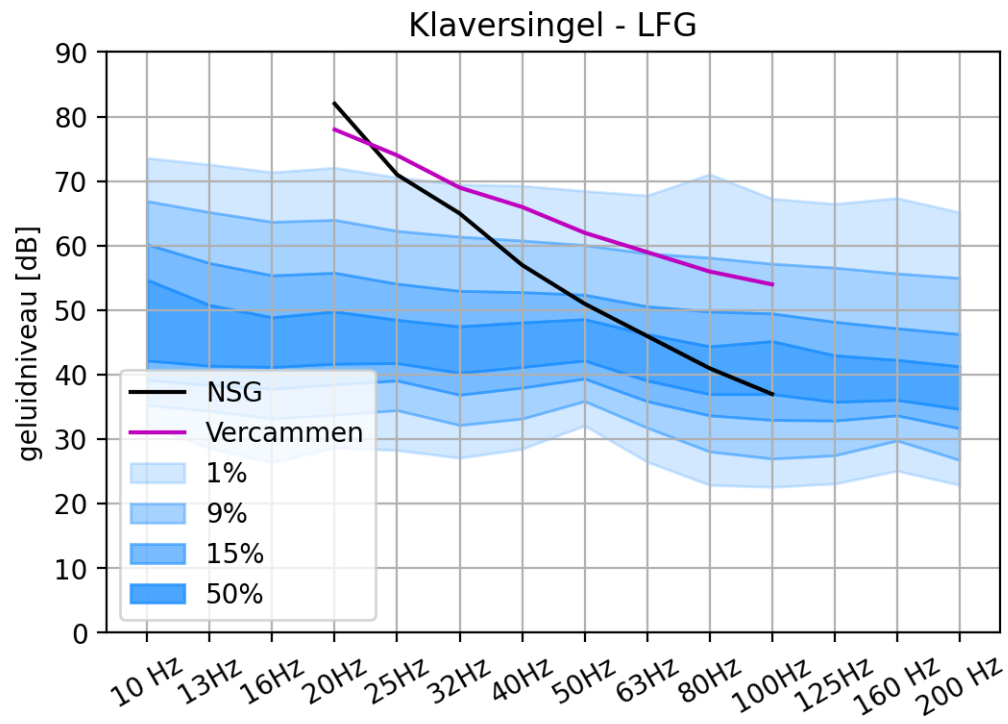
figuur 20: L_{Aeq} per etmaalfiguur 21: L_{Aeq} in de diepe nacht



figuur 22: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})



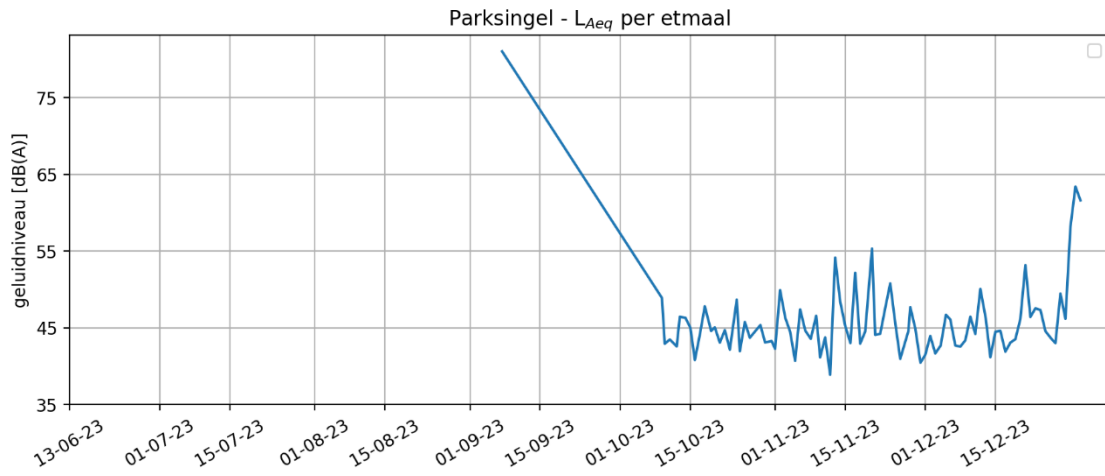
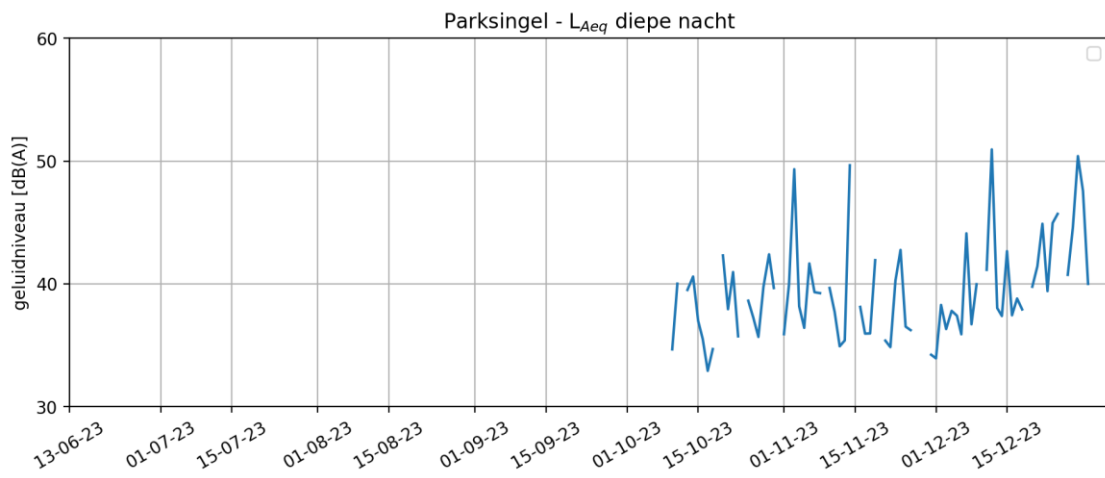
figuur 23: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht

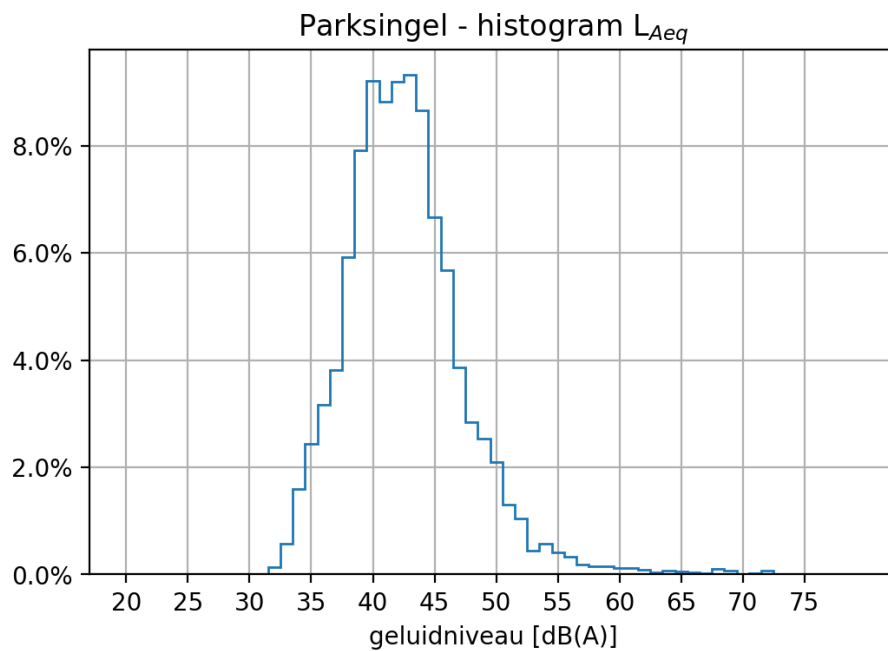


figuur 24: laagfrequent geluid (LFG)

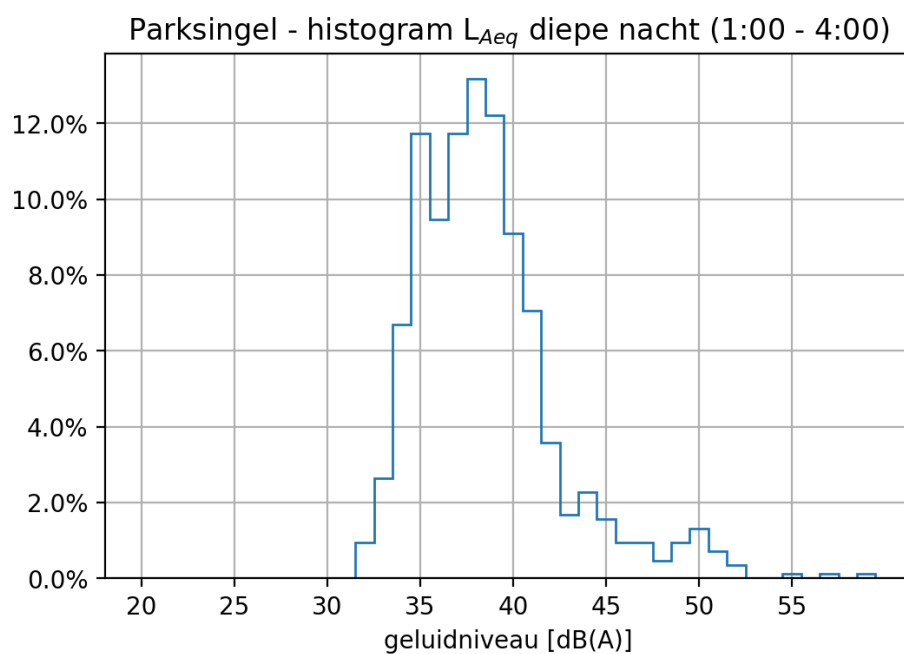
Bijlage 2

Titel Resultaten Parksingel

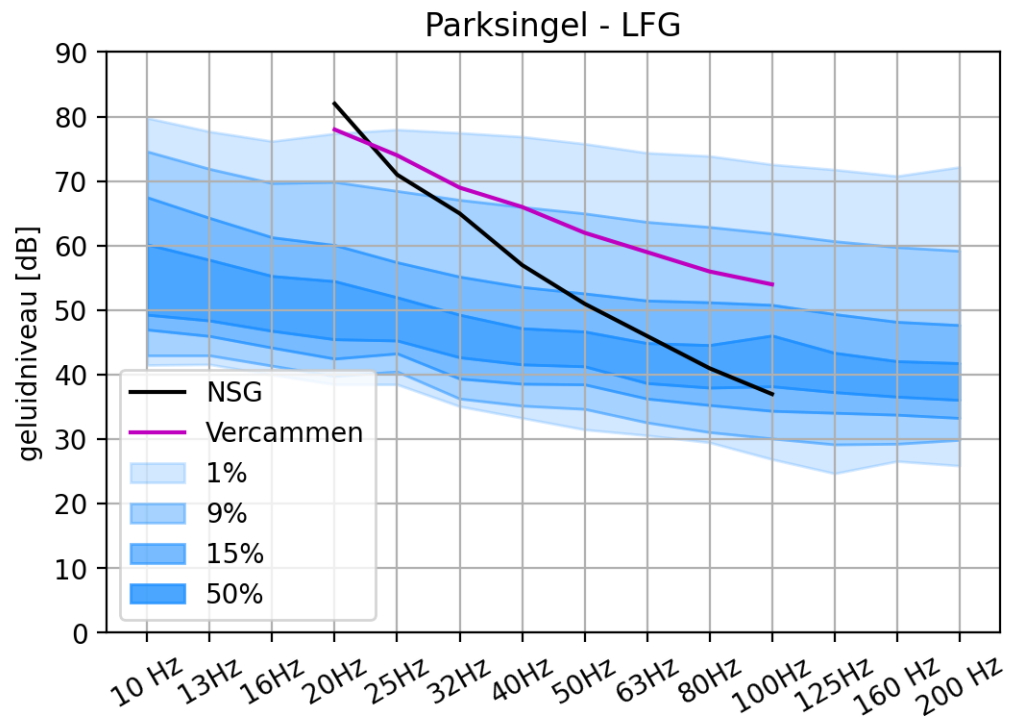
figuur 25: L_{Aeq} per etmaalfiguur 26: L_{Aeq} in de diepe nacht



figuur 27: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})



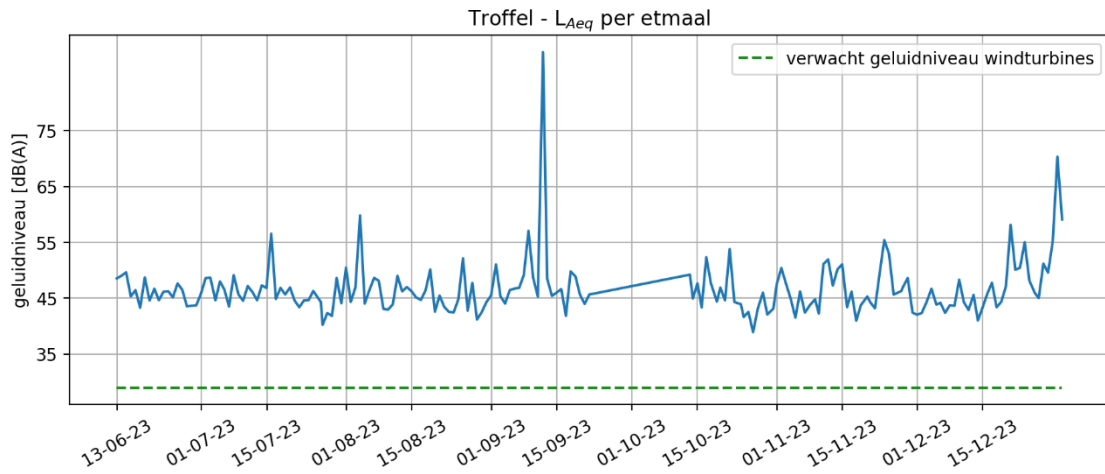
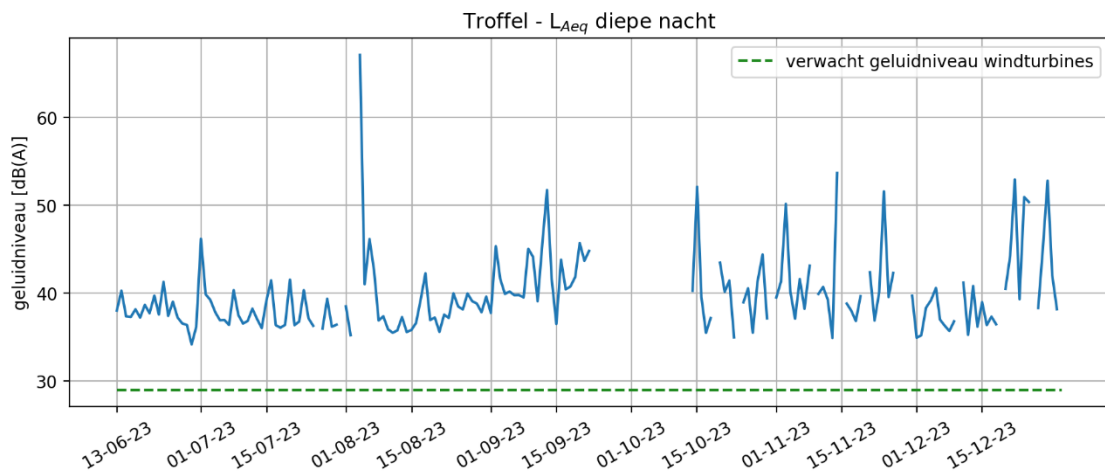
figuur 28: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht

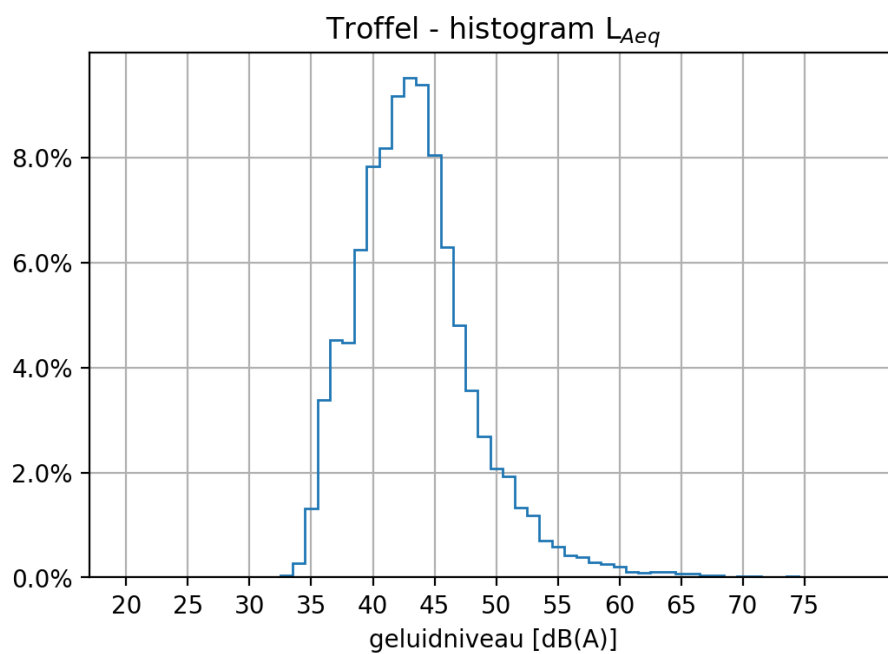


figuur 29: laagfrequent geluid (LFG)

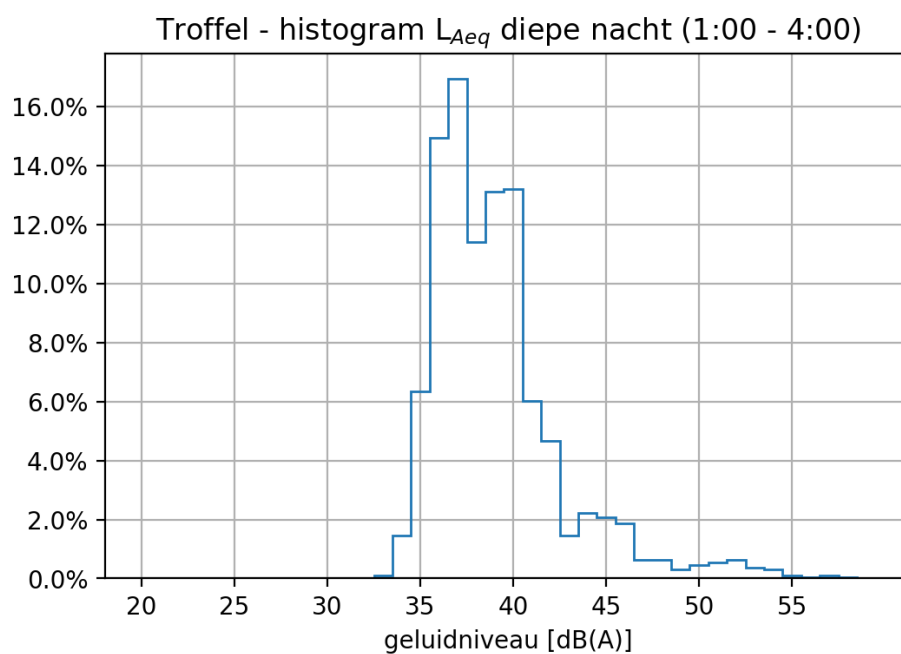
Bijlage 3

Titel	Resultaten Troffel
-------	--------------------

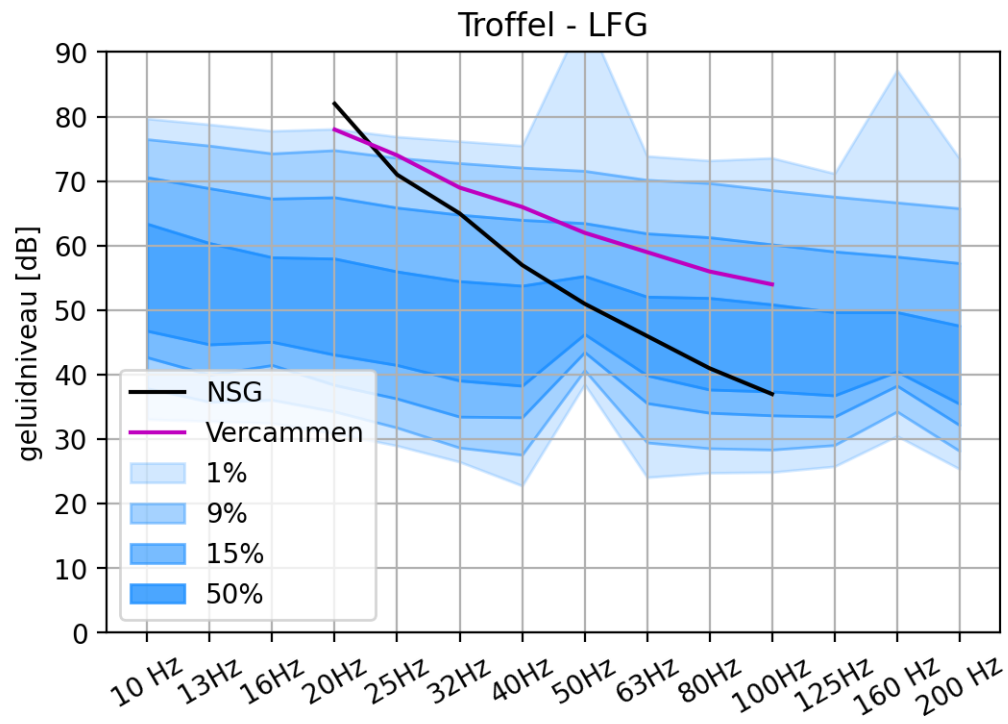
figuur 30: L_{Aeq} per etmaalfiguur 31: L_{Aeq} in de diepe nacht



figuur 32: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})



figuur 33: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht

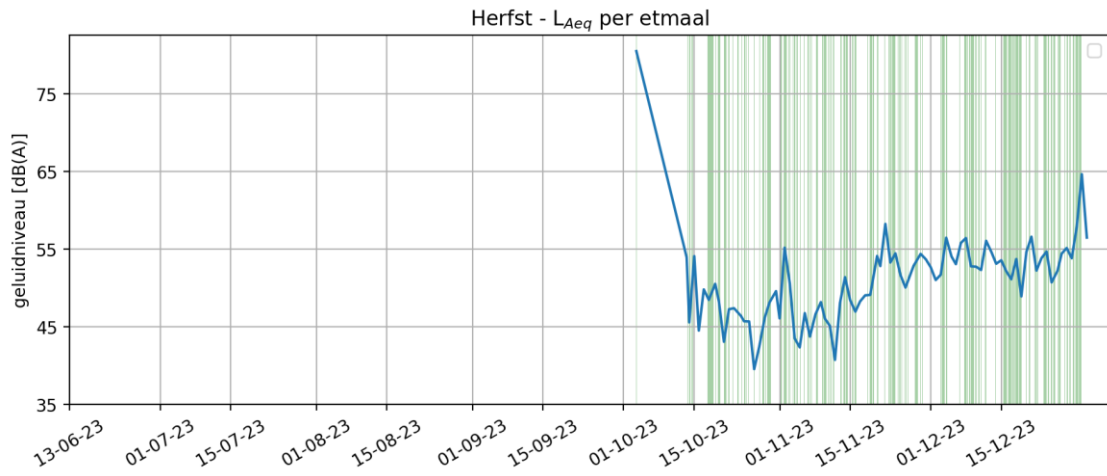


figuur 34: laagfrequent geluid (LFG)

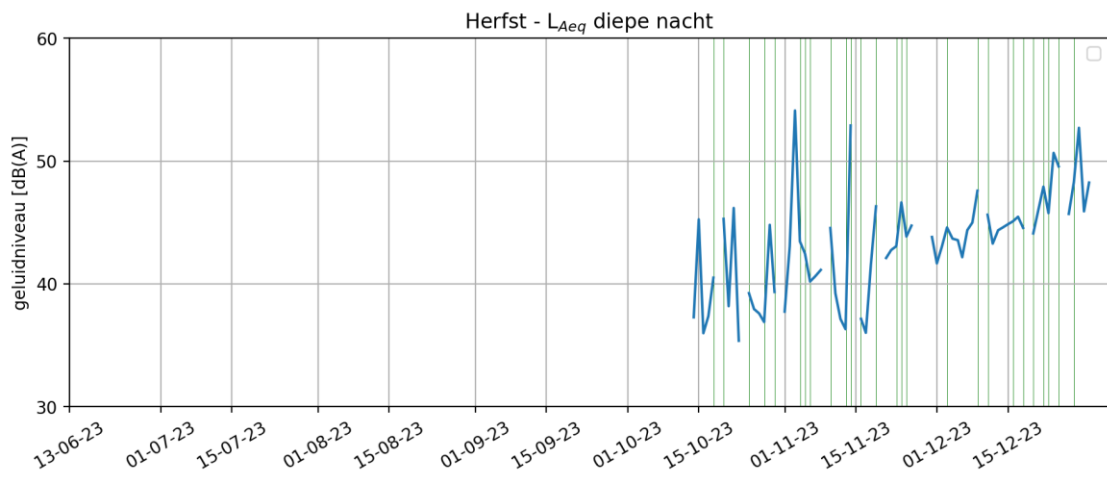
Bijlage 4

Titel

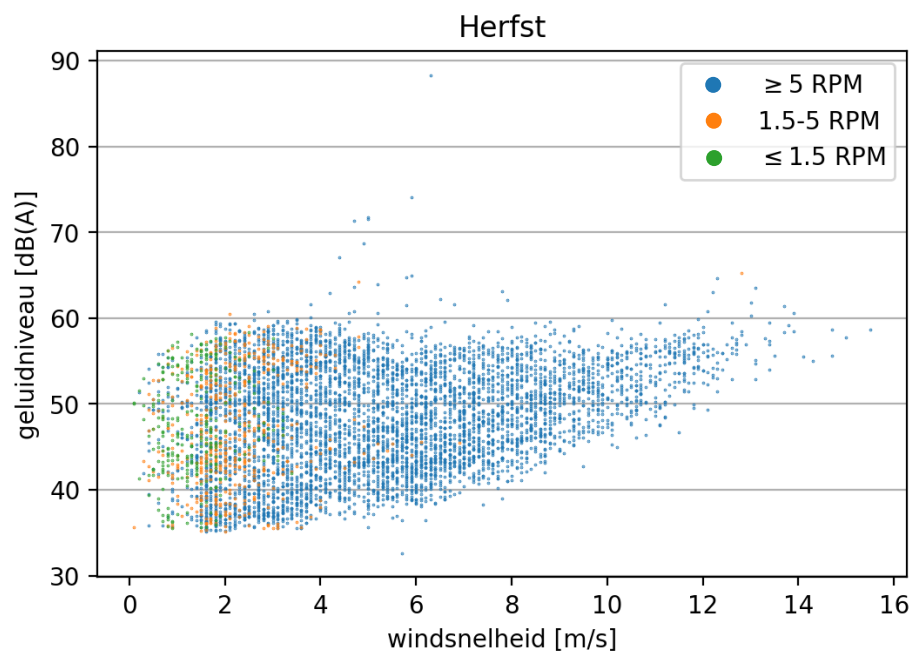
Resultaten Herfst



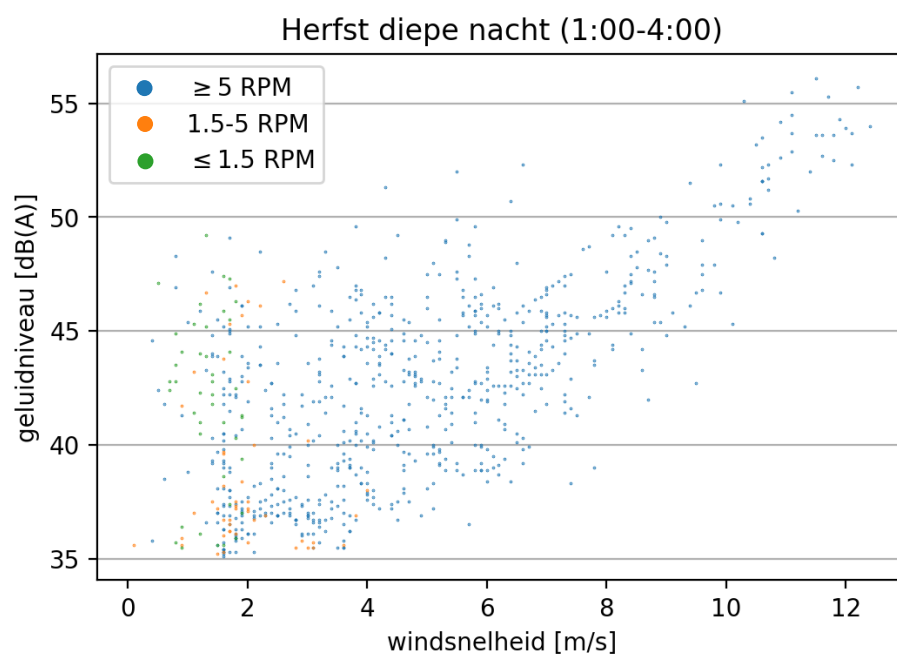
figuur 35: L_{Aeq} per etmaal



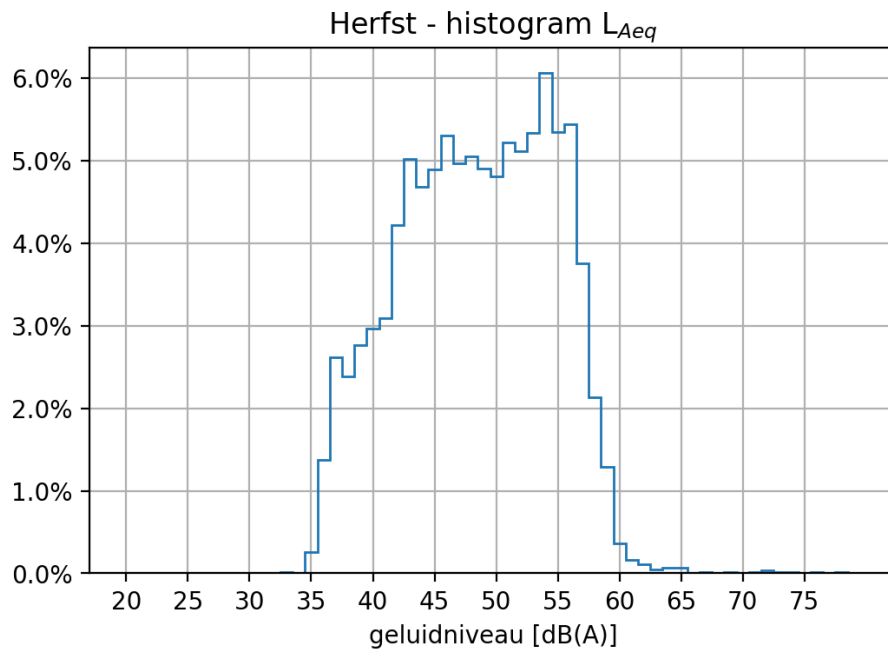
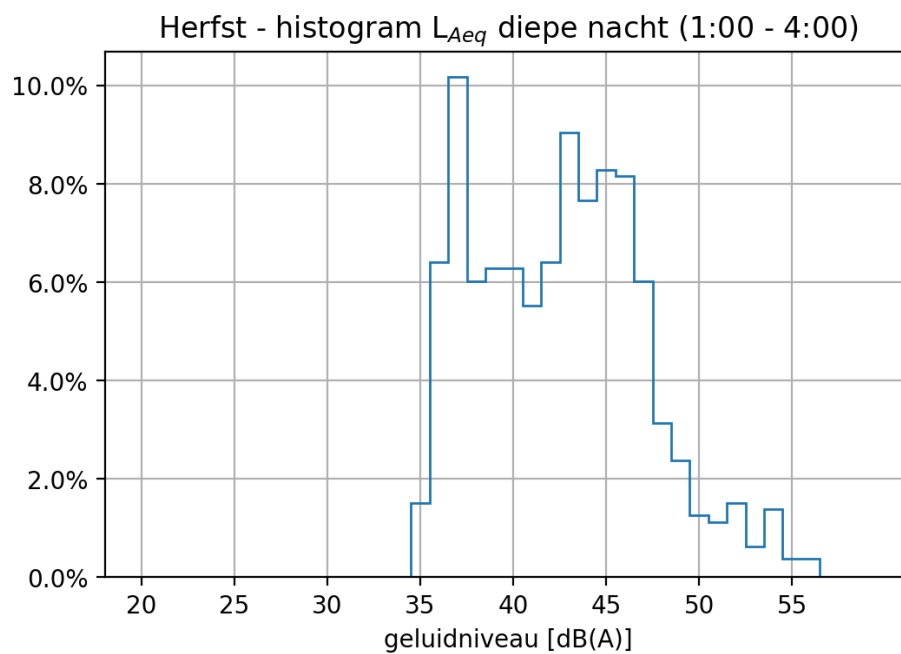
figuur 36: L_{Aeq} in de diepe nacht

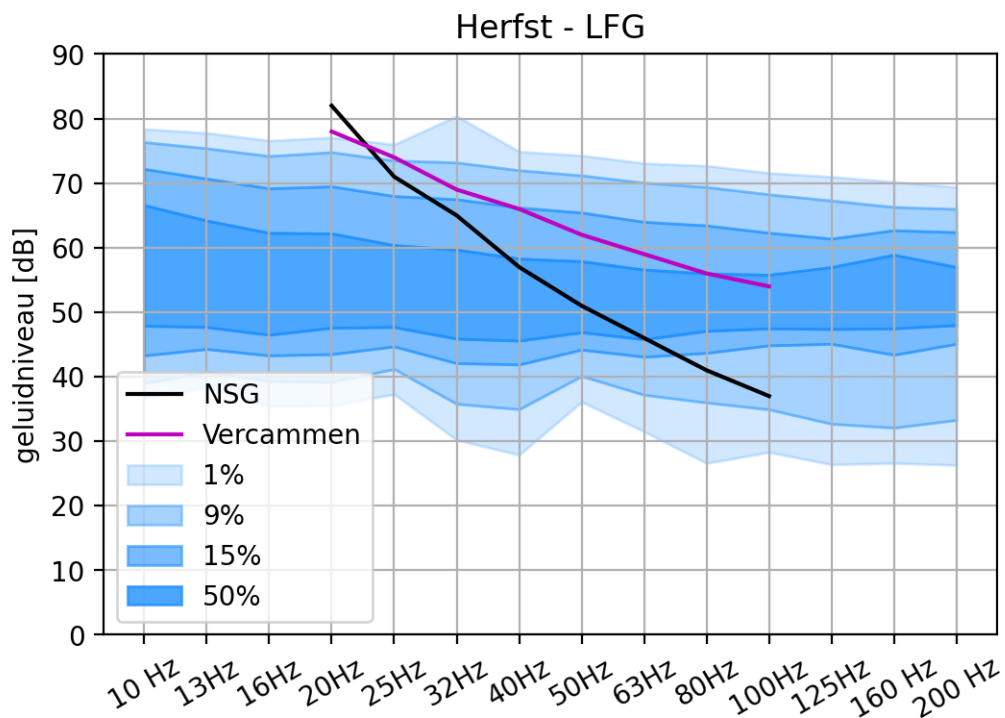


figuur 37: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI)



figuur 38: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht

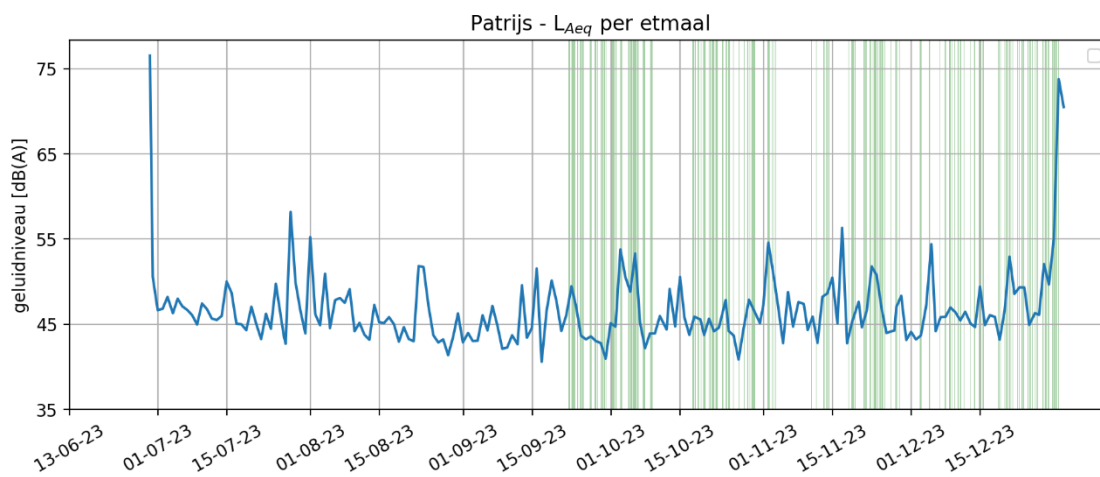
figuur 39: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})figuur 40: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht



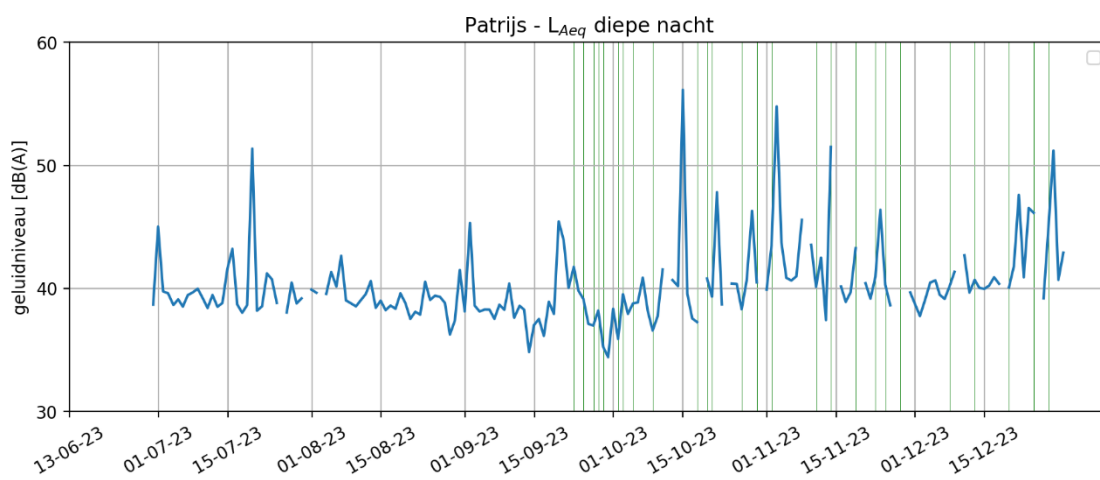
figuur 41: laagfrequent geluid (LFG)

Bijlage 5

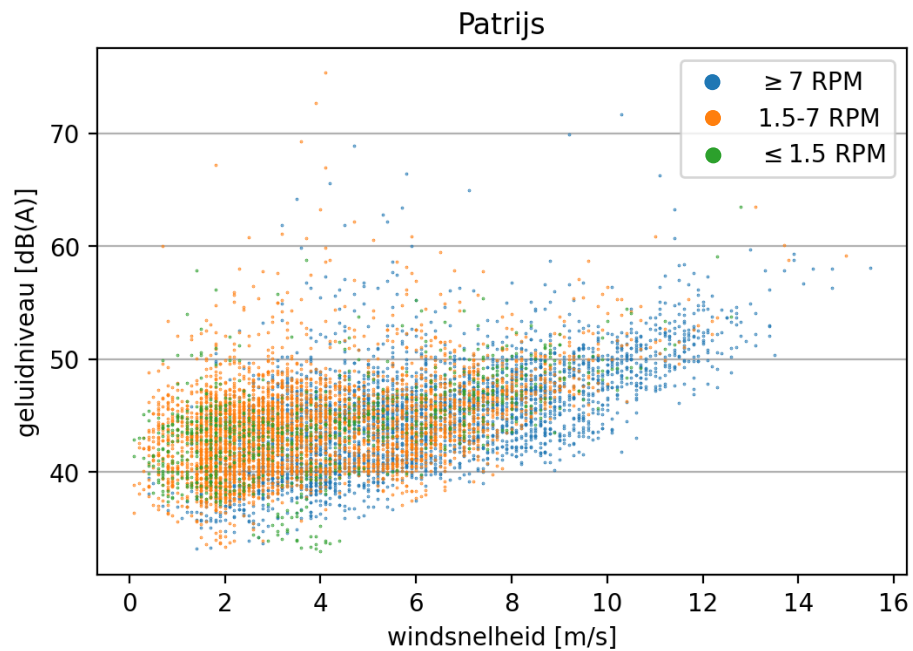
Titel	Resultaten Patrijs
-------	--------------------



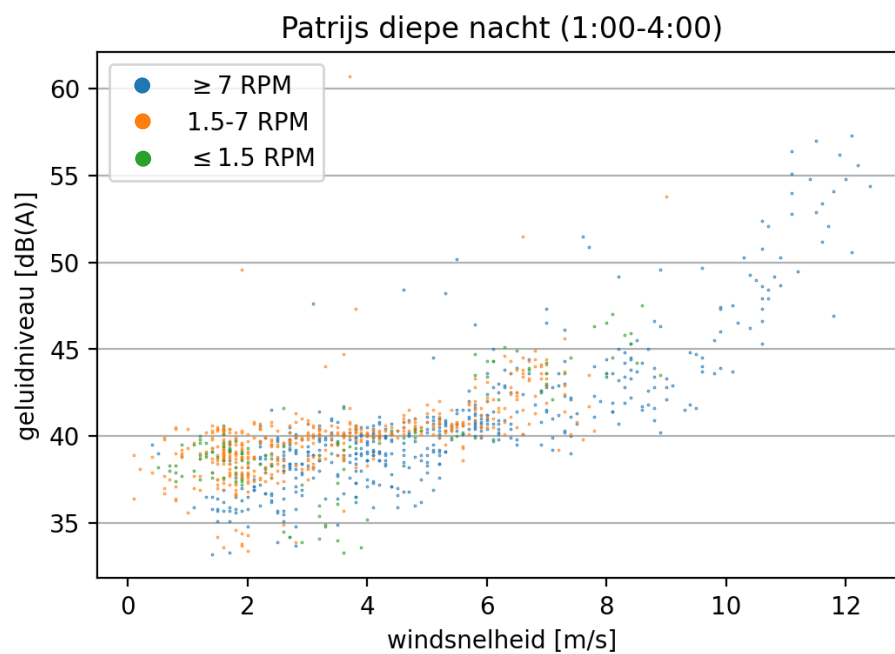
figuur 42: L_{Aeq} per etmaal



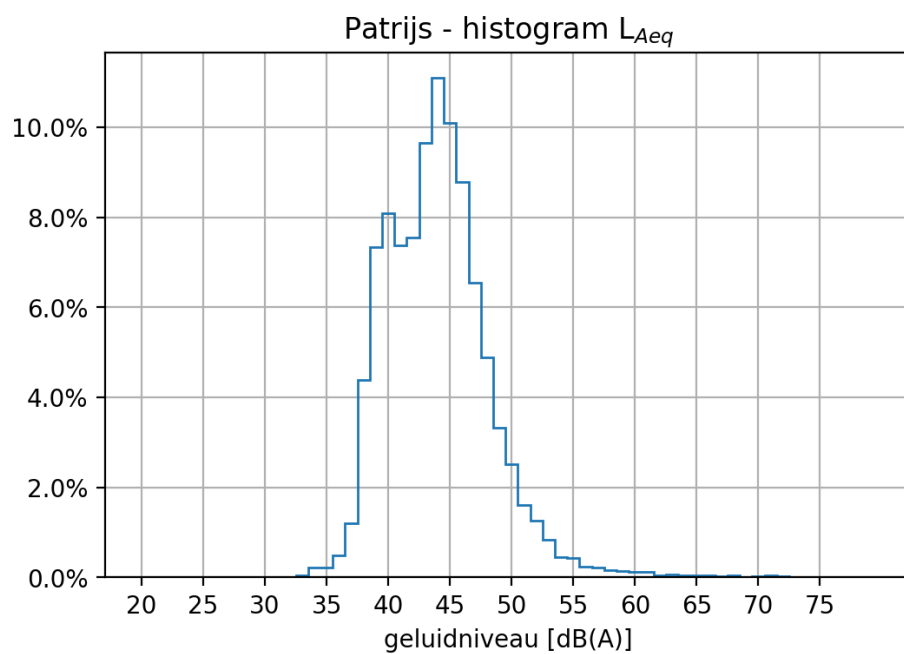
figuur 43: L_{Aeq} in de diepe nacht



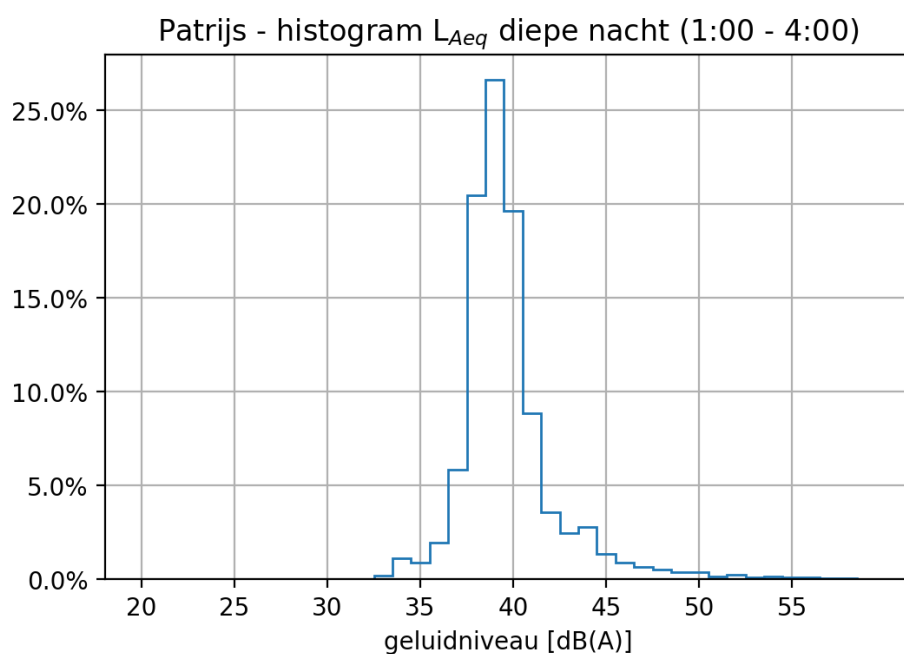
figuur 44: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI)



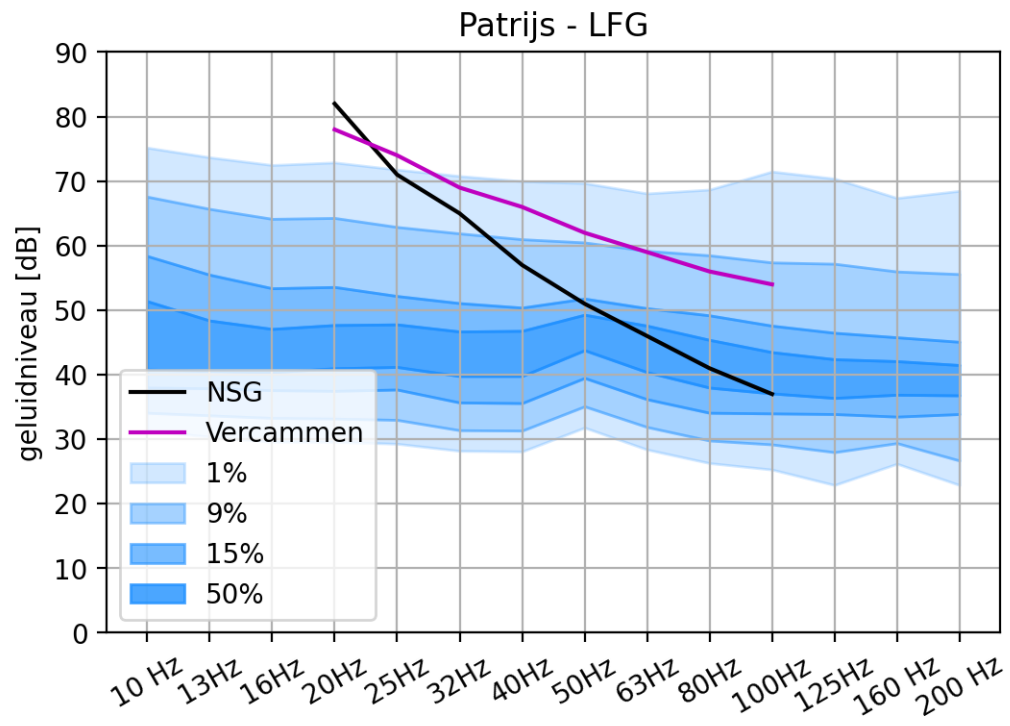
figuur 45: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht



figuur 46: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})



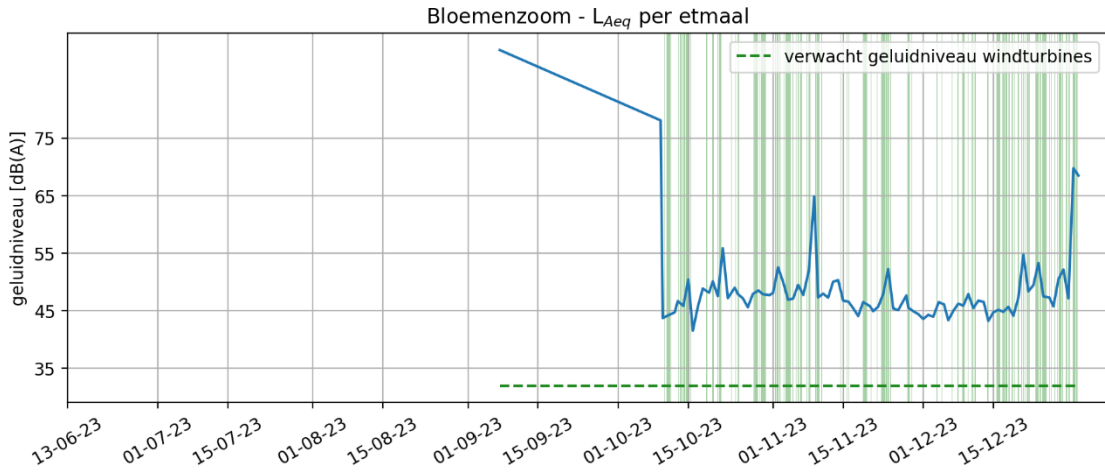
figuur 47: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht



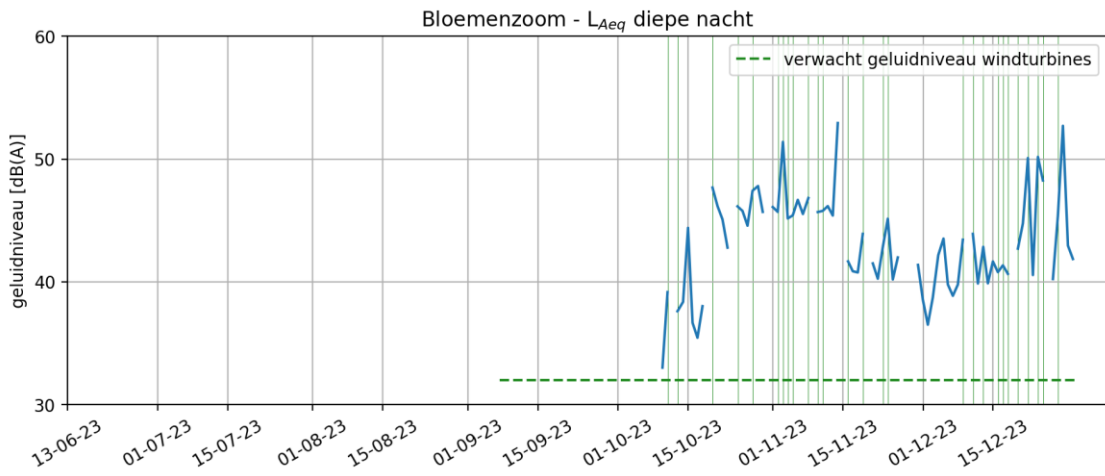
figuur 48: laagfrequent geluid (LFG)

Bijlage 6

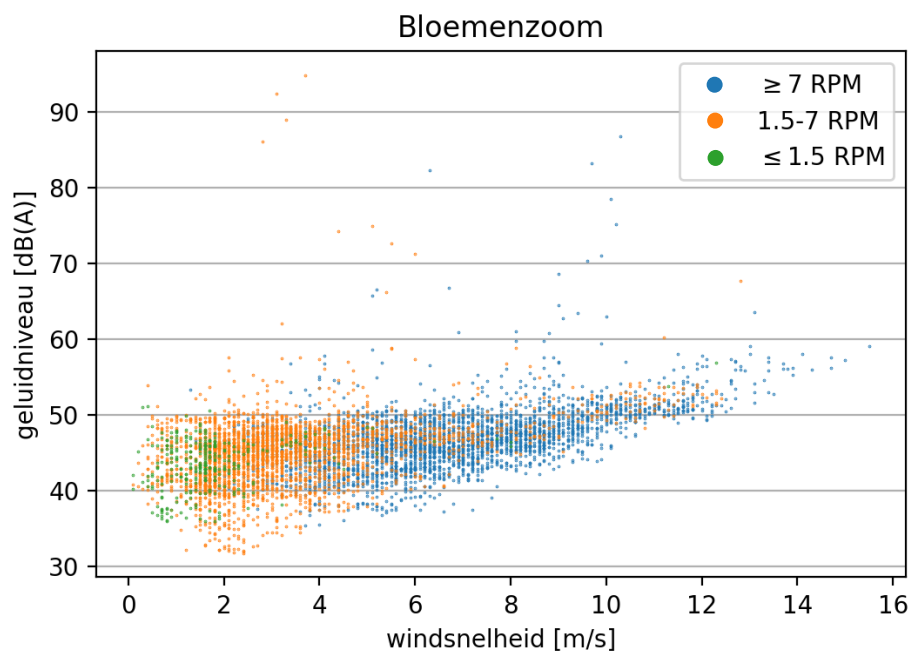
Titel Resultaten Bloemenzoom



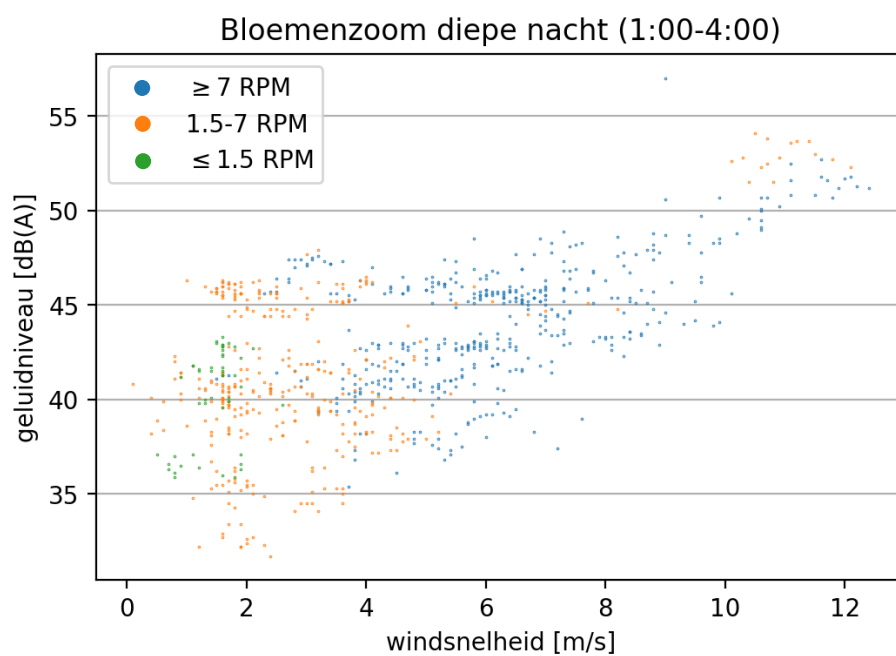
figuur 49: L_{Aeq} per etmaal



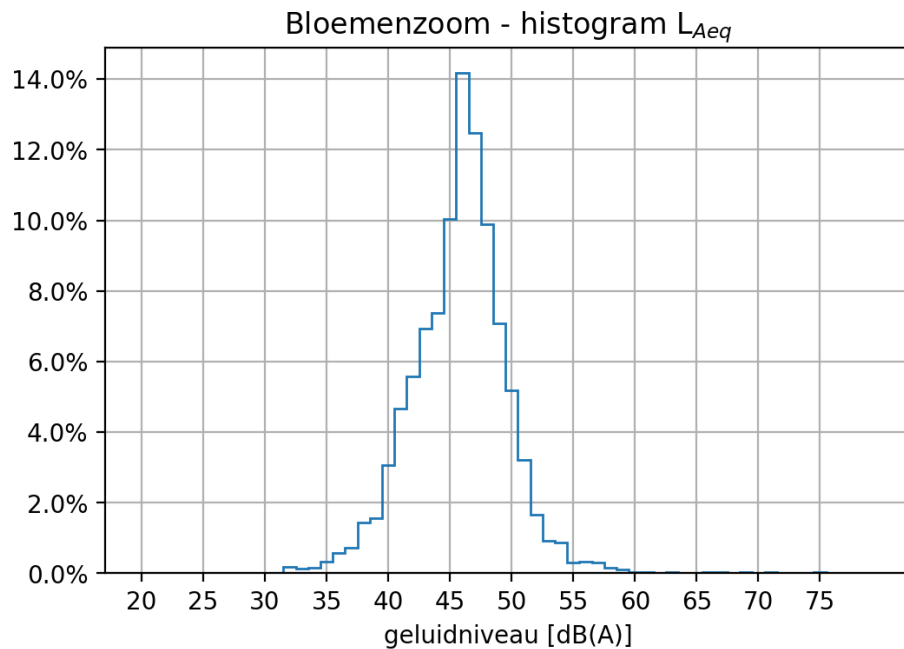
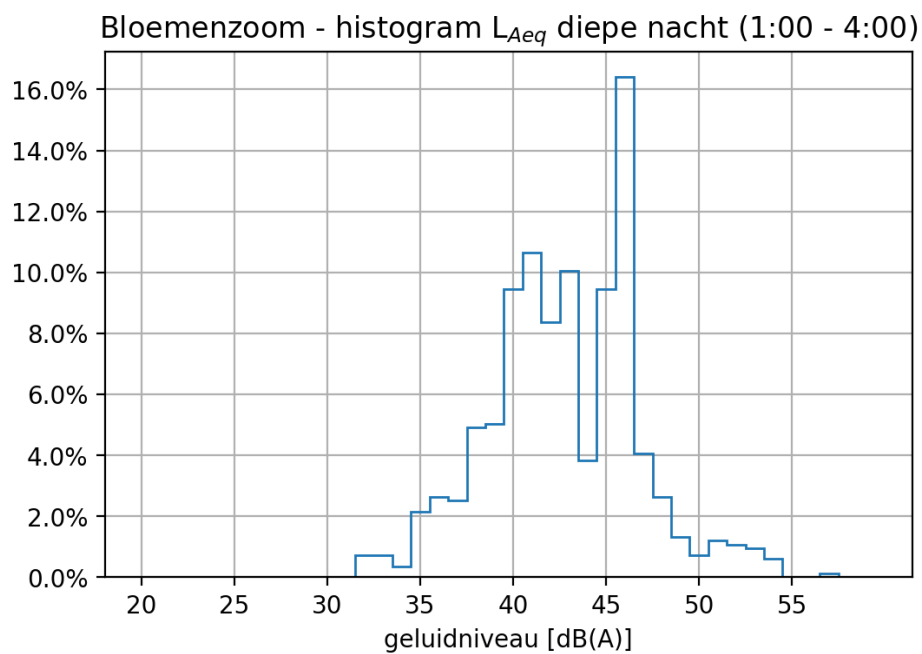
figuur 50: L_{Aeq} in de diepe nacht

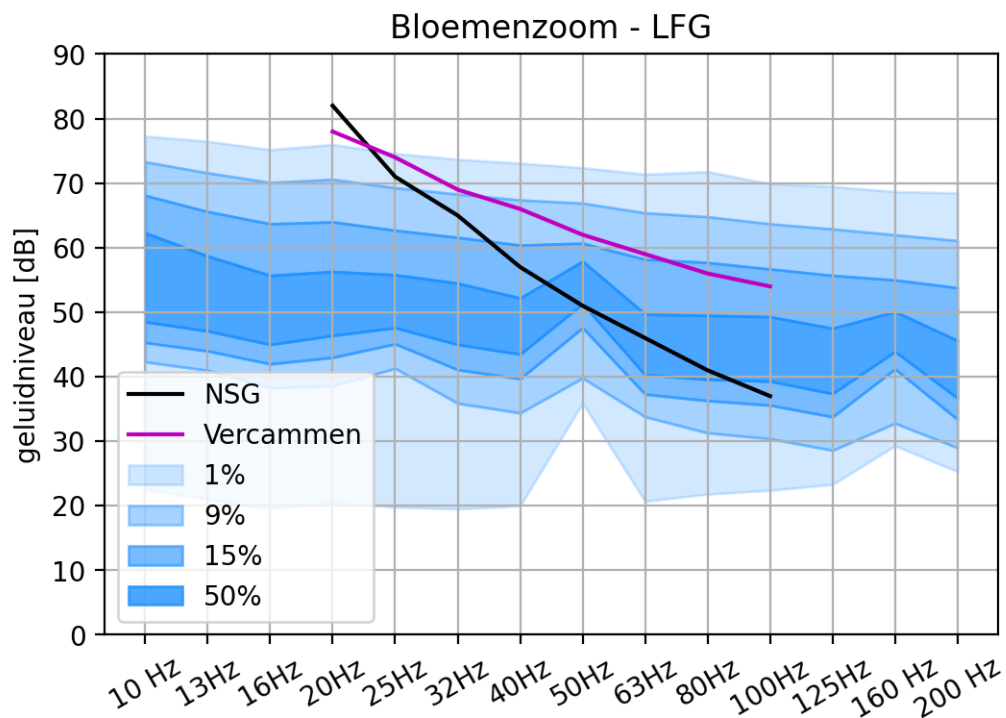


figuur 51: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI)



figuur 52: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht

figuur 53: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})figuur 54: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht

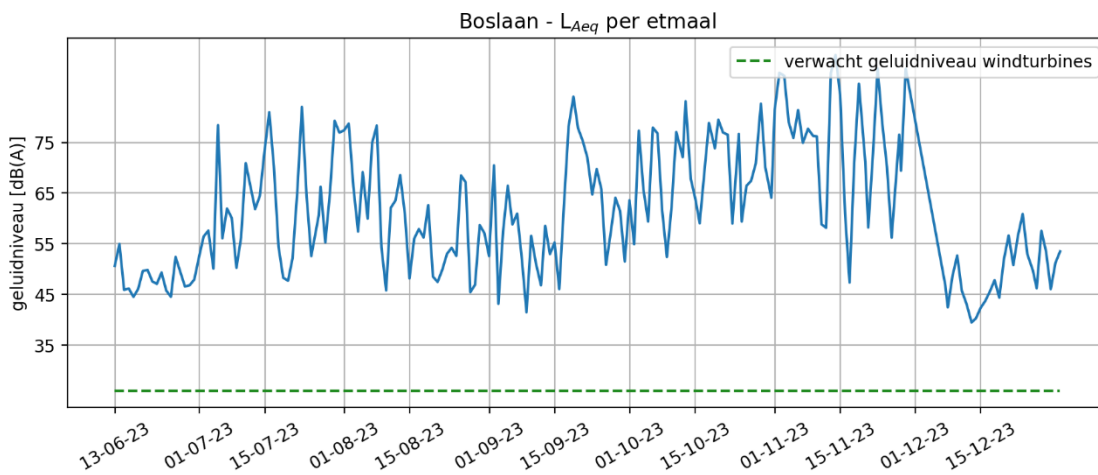


figuur 55: laagfrequent geluid (LFG)

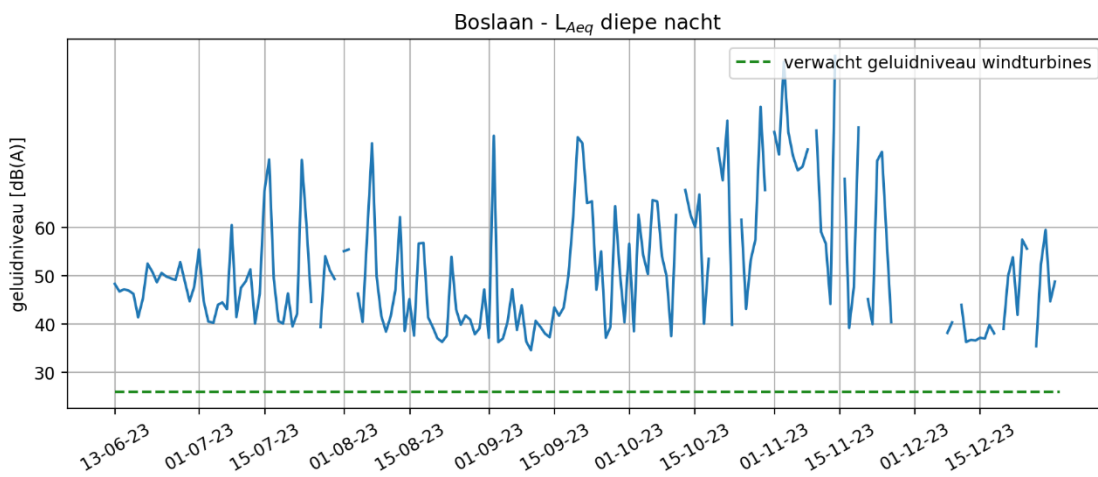
Bijlage 7

Titel

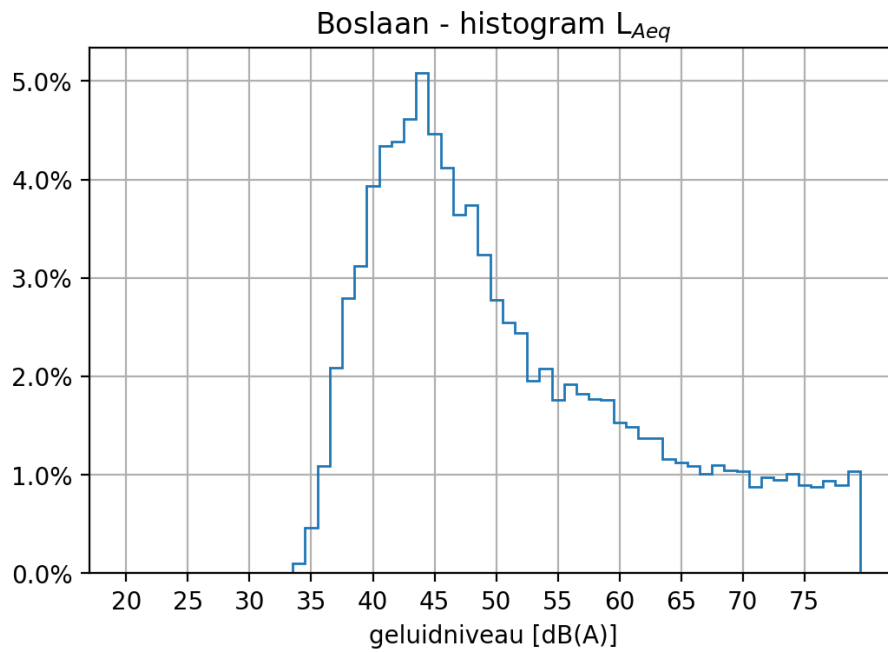
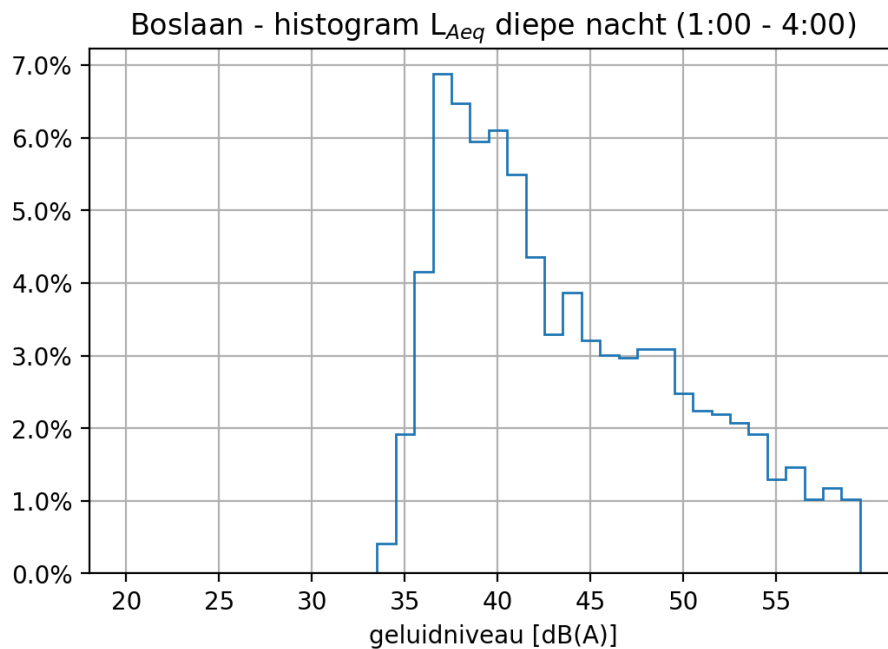
Resultaten Boslaan

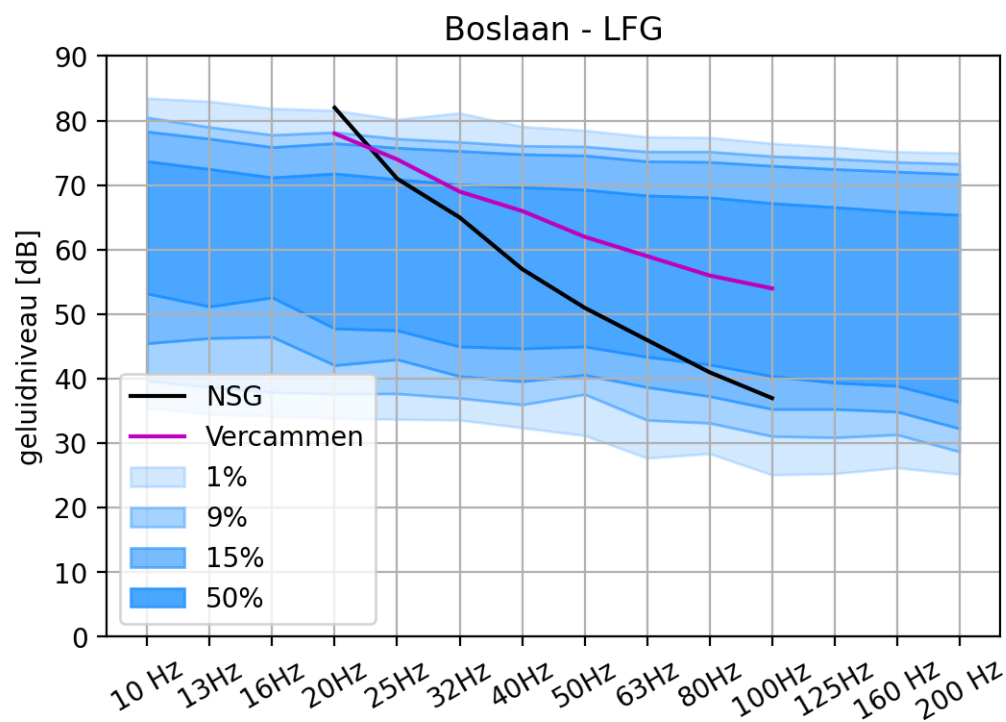


figuur 56: L_{Aeq} per etmaal



figuur 57: L_{Aeq} in de diepe nacht

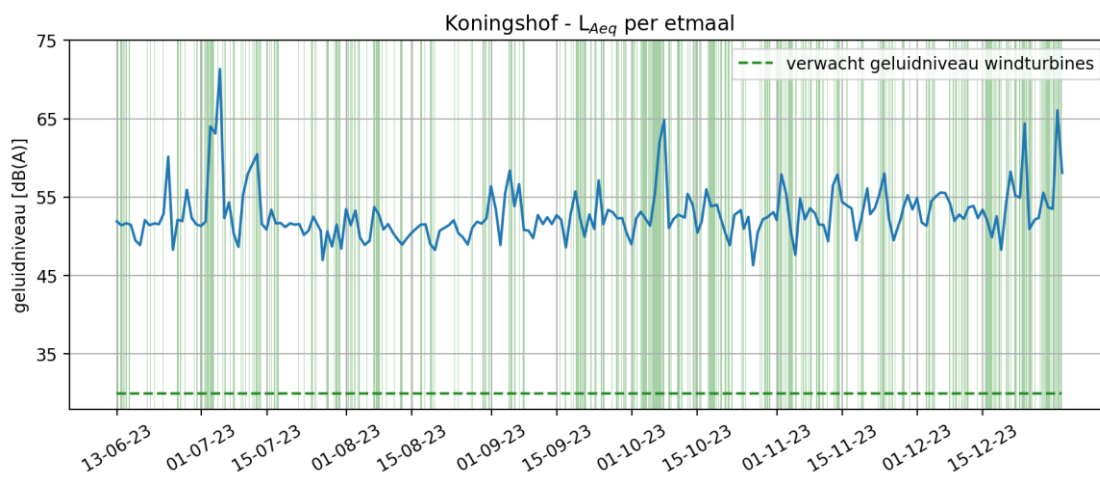
figuur 58: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})figuur 59: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht



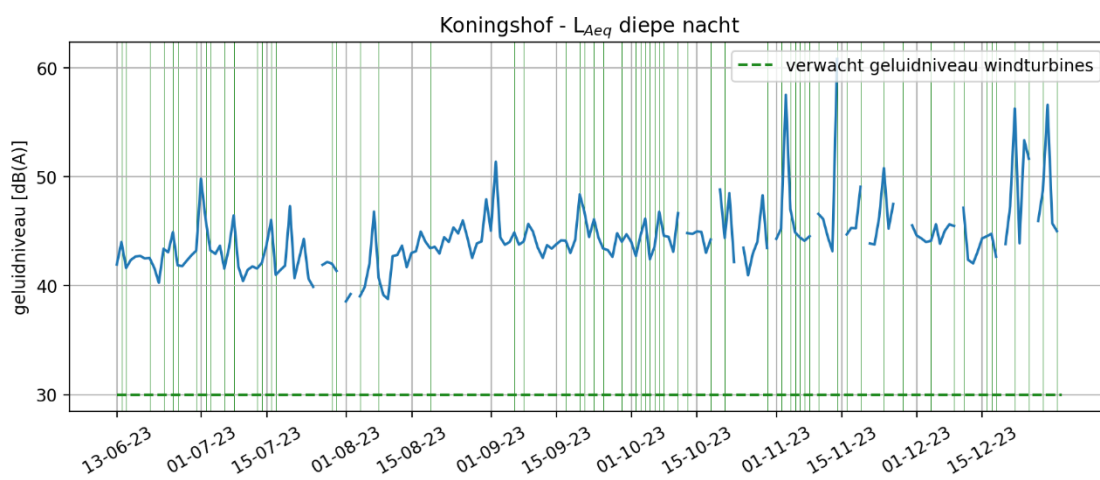
figuur 60: laagfrequent geluid (LFG)

Bijlage 8

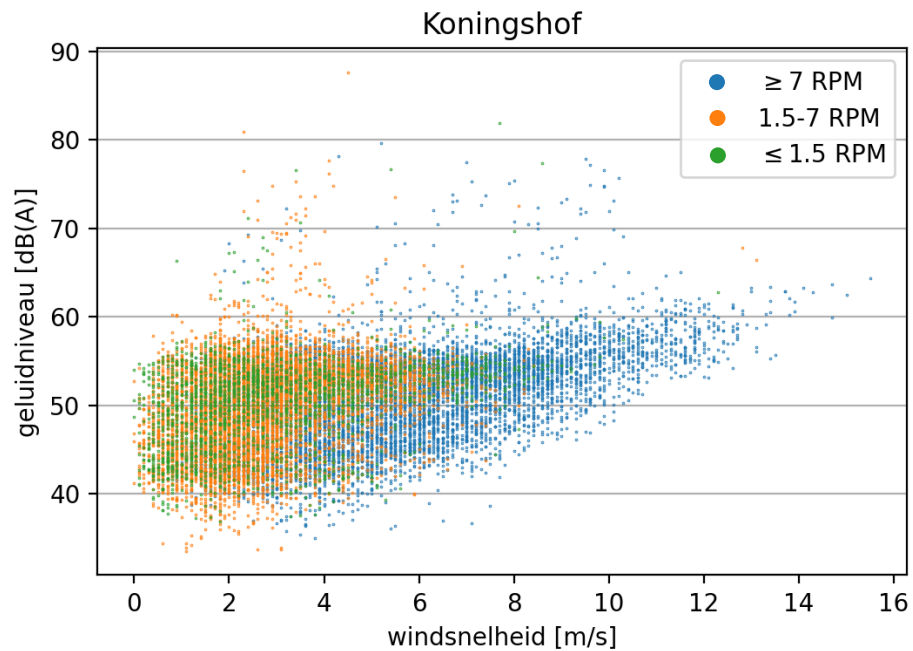
Titel	Resultaten Koningshof
-------	-----------------------



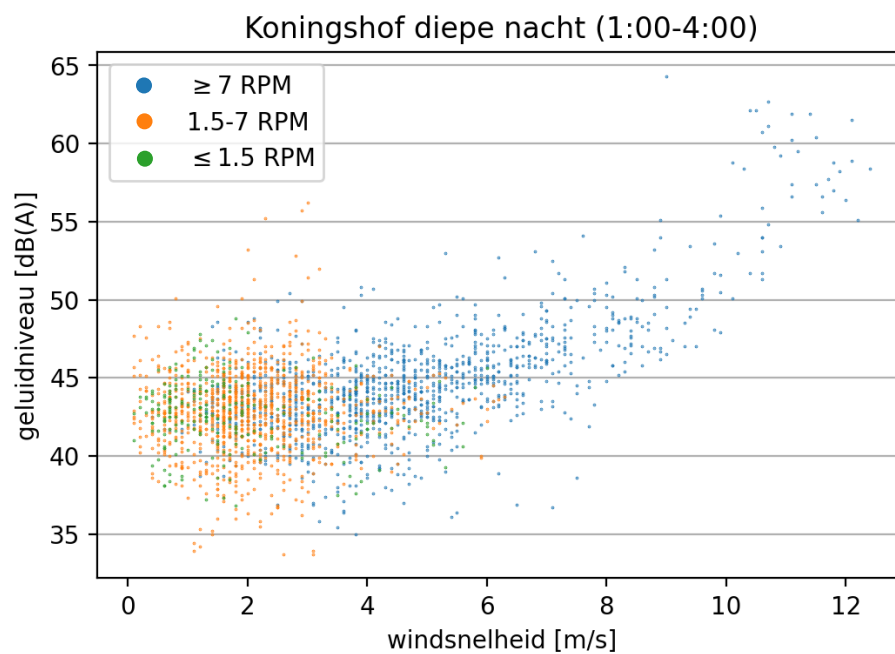
figuur 61: L_{Aeq} per etmaal



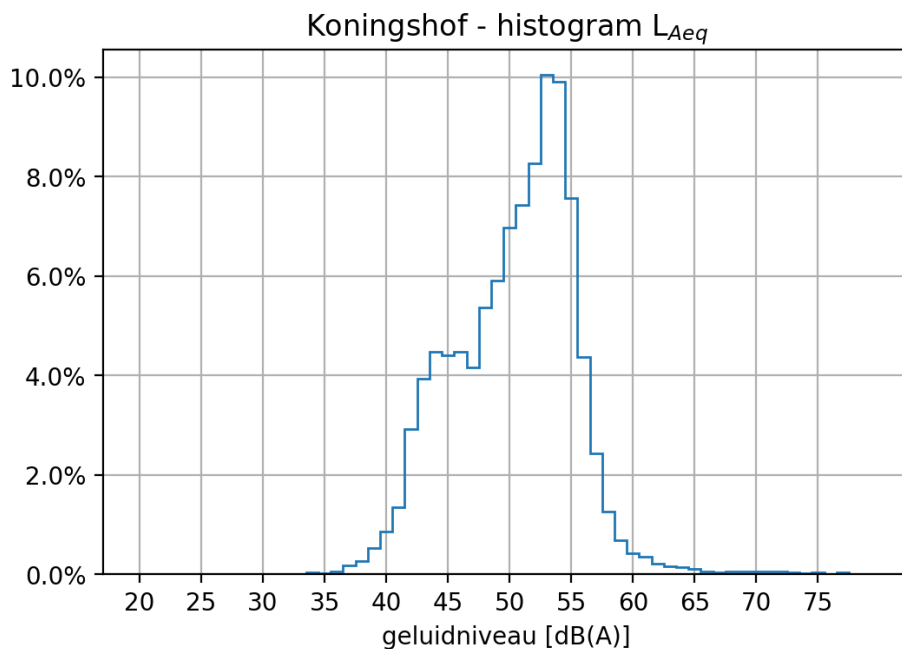
figuur 62: L_{Aeq} in de diepe nacht



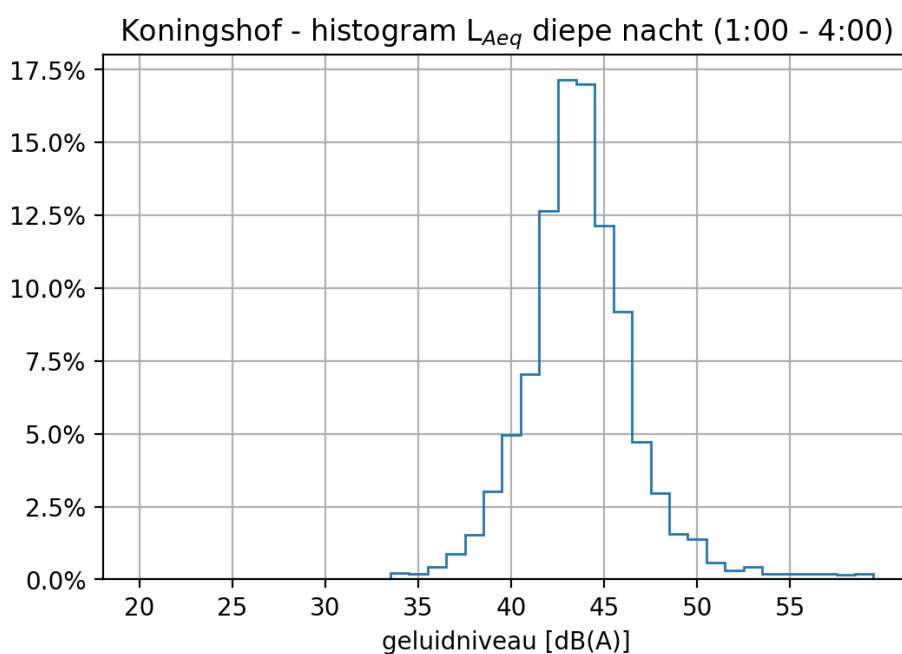
figuur 63: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI)



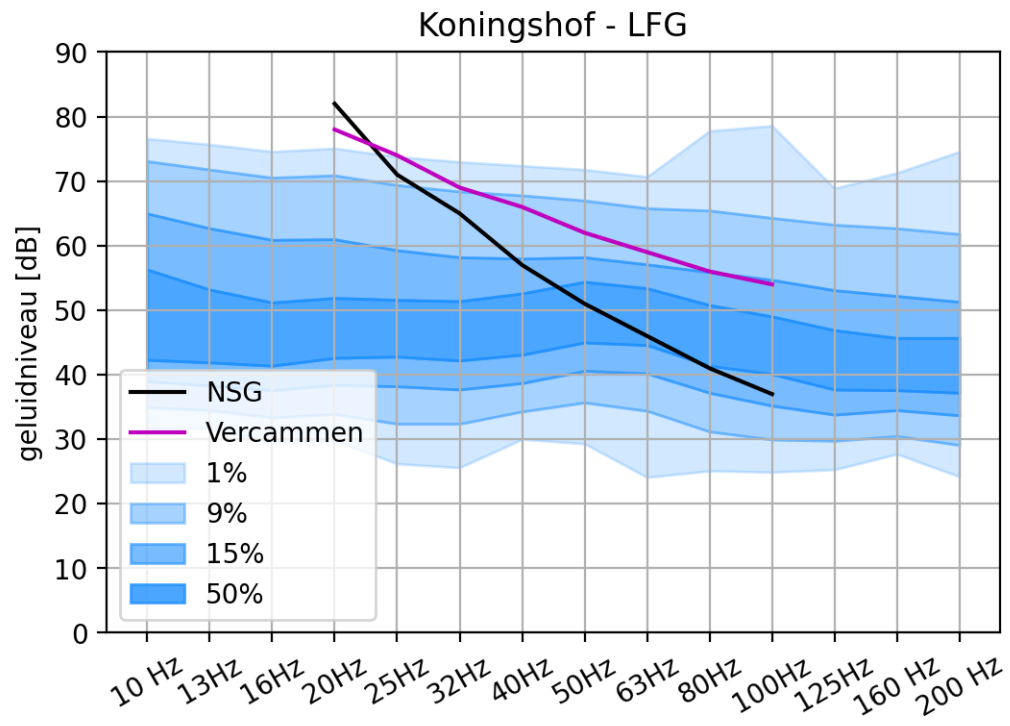
figuur 64: het geluidniveau tegen de windsnelheid (KNMI) in de diepe nacht



figuur 65: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq})



figuur 66: histogram van het equivalente geluidniveau (L_{Aeq}) in de diepe nacht



figuur 67: laagfrequent geluid (LFG)