

Analyse Geluidsmetingen Best na zes jaar meten

Geluidsmonitoring op vier posities in de
gemeente Best
Analyse na zes jaar meten (2012-2017)

Status	definitief
Versie	003
Rapport	V.2011.1353.09.R001
Datum	29 augustus 2019

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Best Postbus 50 5680 AB BEST
Contactpersoon opdrachtgever	de heer T. van Bergen 0499 36 09 11 gemeente.best@gembest.nl
Project Betreft Uw kenmerk	Geluidsmonitoring gemeente Best Analyse geluidmetingen na 6 jaar -
Rapport Datum Versie Status	V.2011.1353.09.R001 29 augustus 2019 003 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
Contactpersoon	ir. M.H.J. (Mark) Bakermans 088 346 78 50 bk@dgmr.nl
Auteur	ing. T. (Tim) Vergoed 088 346 78 58 tvr@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. M.H.J. (Mark) Bakermans 088 346 78 50 bk@dgmr.nl
2e lezer/secr.	BK BRA

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
3. Meetmethode	8
4. Resultaten	9
4.1 Algemeen	9
4.2 Totaalniveau (L_{den})	9
4.3 Wegverkeer	14
4.4 Railverkeer	23
4.5 Luchtvaart	27
4.6 Industrie	31
4.7 Evenementen	32
4.8 Piekniveaus	33
4.9 Effect meteorologie	34
5. Conclusie	37

Bijlagen

Bijlage 1	Begrippenlijst en overzicht nauwkeurigheden meetsysteem
-----------	---

1. Inleiding

In opdracht van de gemeente Best voert Sensornet BV langdurig continue geluidsmetingen uit op vier locaties in Best. Het betreft een locatie langs het spoor, langs de A2 in een tuin/weiland, langs de A2 in een woonwijk en bij een woning langs het Wilhelminakanaal nabij bedrijventerrein Breeven. Doel van het onderzoek is om gemeente en bewoners inzicht te geven in de ontwikkeling van geluidsniveaus vanwege een verscheidenheid aan bronnen. Deze bronnen zijn geluid vanwege luchtvaart (Eindhoven Airport), wegverkeer (met name A2 en A58 en lokaal verkeer), railverkeer (spoor Den Bosch - Eindhoven), industrie (bedrijventerrein Breeven), evenementen (te Aquabest) en zo mogelijk scheepvaart (op Wilhelmina- en Beatrixkanaal). De metingen zijn gestart in het voorjaar van 2012 en lopen de komende jaren nog door.

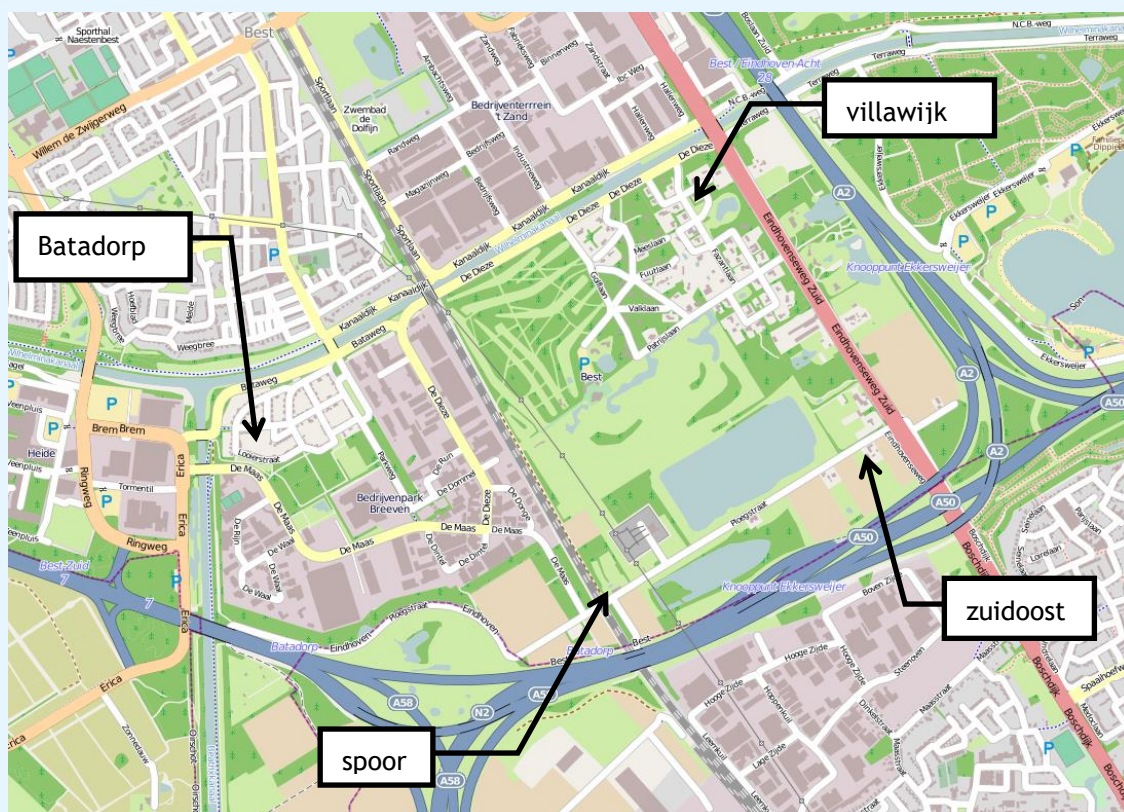
Door DGMR is de meetdata van Sensornet gebruikt om analyses uit te voeren van deze metingen. Dit rapport geeft het resultaat van de analyses over zes jaar geluidsmetingen, tot maart 2018, weer.

Voor deze rapportage kijken we naar de bijdrage van de individuele bronnen (zover mogelijk) op de geluidsniveaus gedurende zes jaar meten. Deze geluidsniveaus vergelijken wij met de verwachte geluidsniveaus uit bijvoorbeeld rekenmodellen of EU-Geluidskaarten. Ook hebben we gezocht naar een trend en de effecten van meteorologie. Daarnaast is er aandacht voor piekniveaus, omdat omwonenden hebben aangegeven hier relatief veel hinder van te ondervinden.

In dit rapport beschrijven we eerst de situatie, vervolgens de meetmethodiek en uiteindelijk de resultaten. Uit de resultaten zijn ten slotte conclusies geformuleerd.

2. Situatie

In de onderstaande figuur is de ligging van de vier meetpunten in de gemeente Best weergegeven.



figuur 1: overzicht ligging meetpunten (ondergrond bron: ©OpenStreetMap)

In figuur 1 zijn de voornaamste bronnen (met uitzondering van vliegverkeer) duidelijk te zien. In tabel 1 is per meetpunt aangegeven wat, vooruitlopend op de meetresultaten, men zou verwachten dat de belangrijkste geluidsbronnen zijn.

tabel 1: verwachte hinder t.g.v. de verschillende bronnen op de vier meetpunten, de schaal loopt van -- via 0 tot ++ om aan te geven wat de te verwachten bijdrage van de diverse bronnen aan het geluidsniveau op de meetpunten is.

Geluidsbron	Batadorp	Spoor	Villawijk	Zuidoost
Luchtvaart	+	++	++	++
Railverkeer	-	++	-	-
Wegverkeer	+	+	+	+
Scheepvaart	0	--	--	--
Industrie	+	--	-	--
Evenementen	--	0	0	+

Naast het bovenaanzicht op de kaart zijn hierna (pagina's 6 en 7) foto's van de meetopstellingen weergegeven.



figuur 2: locatie Spoor



figuur 3: locatie Spoor



figuur 4: locatie Villawijk



figuur 5: locatie Zuidoost



figuur 6: locatie Batadorp

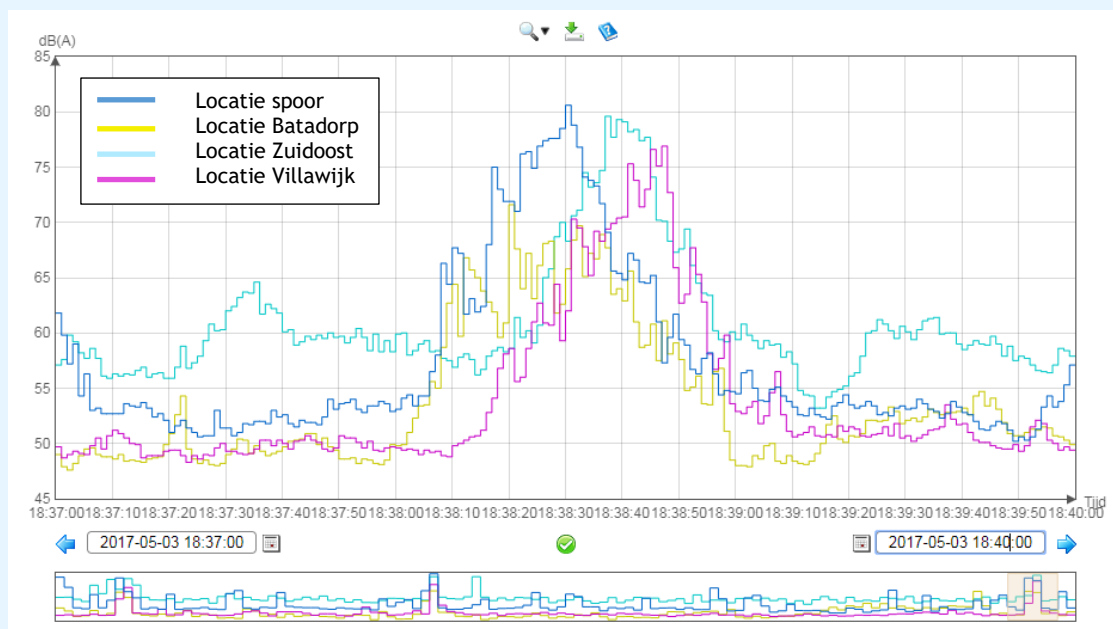
De metingen zijn opgestart in februari 2012 en lopen nog een aantal jaren door. Om de verschillende jaren goed met elkaar te kunnen vergelijken is in dit rapport alleen gekeken naar data vanaf maart 2012 (ieder meetjaar loopt van maart t/m februari). Dit in overeenkomst met vorig jaar, maar in tegenstelling tot nog oudere rapportages waarbij voor het eerste jaar ook februari 2012 werd beschouwd (en voor dit jaar dus 13 maanden werden meegenomen).

3. Meetmethode

De meetinstrumenten van Sensornet (zie bijlage voor informatie over de instrumenten) registreren continu het geluidsniveau. Daarnaast worden de meteorologische omstandigheden met een meteostation geregistreerd. Bij geluidsmetingen is niet altijd direct duidelijk wat de bron van het gemeten geluid is. Voor dit onderzoek zijn we geïnteresseerd in de geluidsniveaus als gevolg van weg- en railverkeer, vliegverkeer, industrie, scheepvaart en evenementen. Om de verschillende bronnen te kunnen onderscheiden, zijn een aantal algoritmes ontwikkeld die op basis van bepaalde eigenschappen van geluid de betreffende bijdragen kunnen filteren. Een voorbeeld hiervan is wegverkeersgeluid. Dit is (zeker voor rijkswegen) een vrij continue bron van geluid. Door uit te gaan van de mediaan van het geluidsniveau van een periode (L_{50}) zijn afwijkende pieken niet meegenomen en is de gemeten waarde representatief voor wegverkeer. Treinpassages zijn verder goed herkenbaar op de locatie nabij het spoor. Echter, aanwezige zingende vogels, blaffende honden, grasmaaiers, etc. kunnen hoge (verstorende) geluidsniveaus veroorzaken. Ook kunnen bronnen, zoals treinverkeer, op meerdere locaties gehoord worden, maar is het onmogelijk deze te onderscheiden van ander omgevingslawaai.

Naast weg- en railverkeer wordt ook luchtverkeerslawaai onderzocht. Om die reden heeft Sensornet een algoritme ontwikkeld om vliegtuigen te herkennen. Dit gaat uit van de volgende gecombineerde gegevens met betrekking tot een vliegtuig:

- op meerdere punten (eventueel vlak na elkaar) te horen is (zie figuur 7);
- een relevant hogere snelheid heeft dan andere voertuigen;
- middels een transponder positiegegevens ter beschikking stelt.



figuur 7: voorbeeld van dezelfde vliegtuigpassage op de verschillende meetlocaties

4. Resultaten

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten. Daarbij bekijken we eerst de totaalniveaus, waaruit het gemeten geluid is opgebouwd (welke bronnen) en het verloop van het geluid gedurende een dag of week. Daarna is per geluidsbron ingezoomd om meer in detail de resultaten van de afgelopen jaren te behandelen. Daarbij is specifiek naar de trends van de afgelopen jaren gekeken. Niet op alle locaties zijn alle bronnen relevant. Zo zijn treinen de afgelopen jaren niet of nauwelijks gemeten op de punten Zuidoost, Batadorp en Villawijk en is met name bij Batadorp hinder van lokaal vrachtverkeer van/naar het nabijgelegen industrieterrein.

4.2 Totaalniveau (L_{den})

4.2.1 Trend over zes jaar

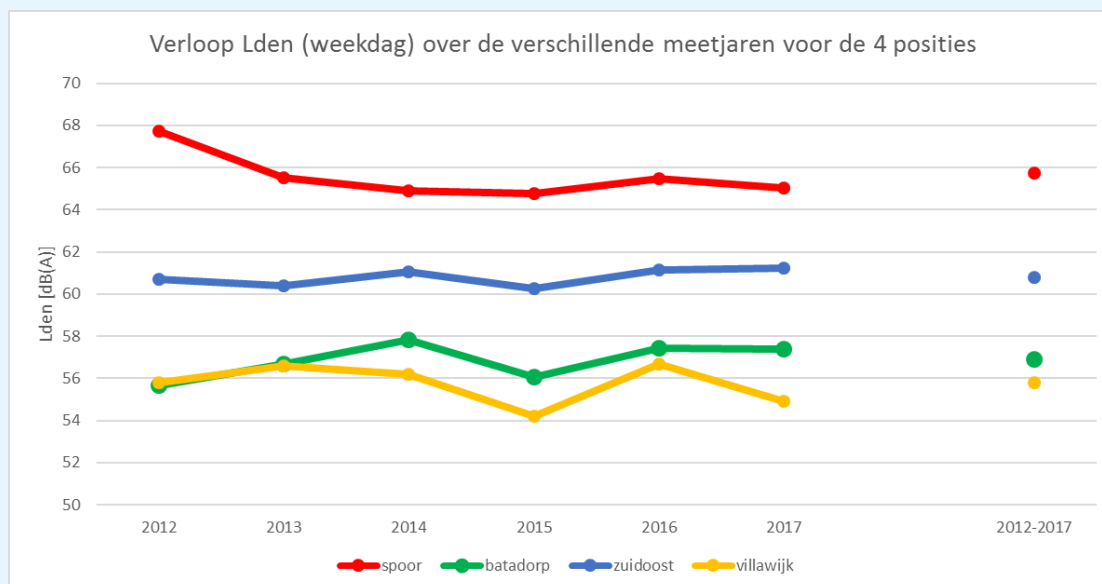
In onderstaande tabel zijn de gemeten totaalniveaus (in L_{den}) van de afgelopen zes jaar weergegeven.

tabel 2: verloop gemeten totaalniveaus (in L_{den}) voor de vier verschillende locaties ¹

Locatie	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017	2017-2018
Spoor	67.7	65.5	64.9	64.7	65.5	65.0
Batadorp	55.7	56.7	57.8	56.0	57.4	57.4
Zuidoost	60.7	60.4	61.1	60.2	61.1	61.2
Villawijk	55.8	56.6	56.2	54.2	56.7	54.9

De tabel toont dat de locatie Spoor nog steeds het hoogste gemiddelde geluidsniveau (L_{den}) ondervindt, gevolgd door de locatie Zuidoost. In vergelijking met vorig jaar is een lichte afname te zien op de locatie Spoor en een grotere afname bij locatie Villawijk. Locatie Zuidoost en Batadorp bleven vrijwel constant. Locatie Villawijk vertoont in de afgelopen zes jaar de grootste fluctuaties. Onderstaande figuur geeft per locatie een overzicht van het verloop van het L_{den} over afgelopen zes jaar. Verderop in het rapport is onderzocht wat de verklaring is voor de toe- en afnames van het jaargemiddelde geluidsniveau.

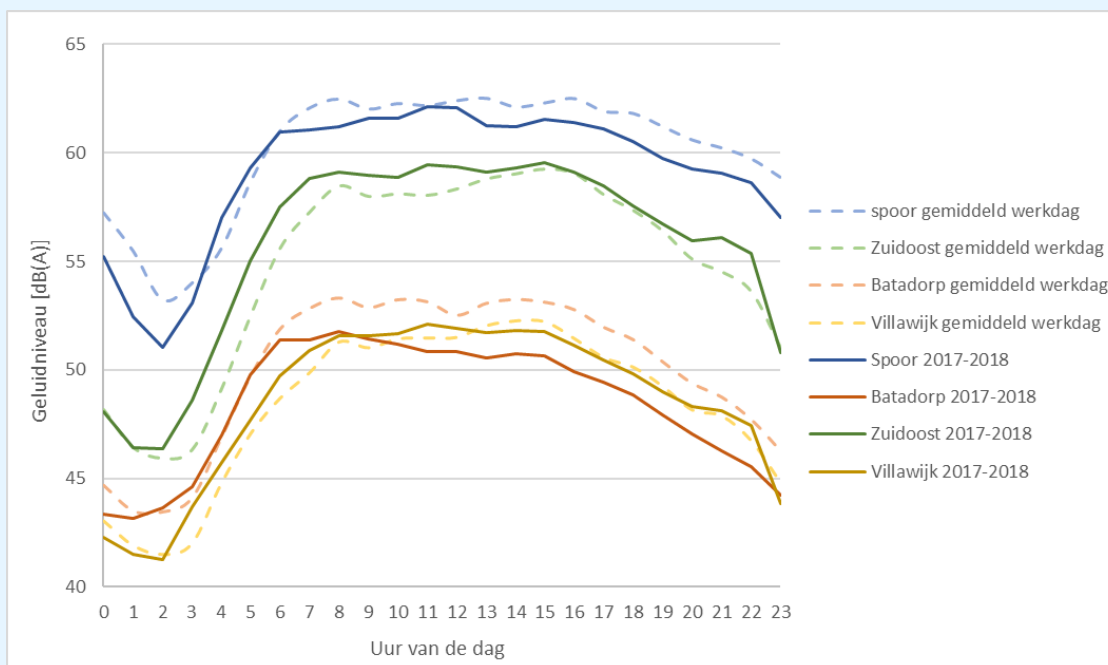
¹ De gemeten L_{den} voor de jaren 2012-2016 wijken af van de eerder gerapporteerde waarden. Dit is veroorzaakt door een fout in de berekening van de L_{den} van deze jaren. Deze fout is in dit rapport hersteld.



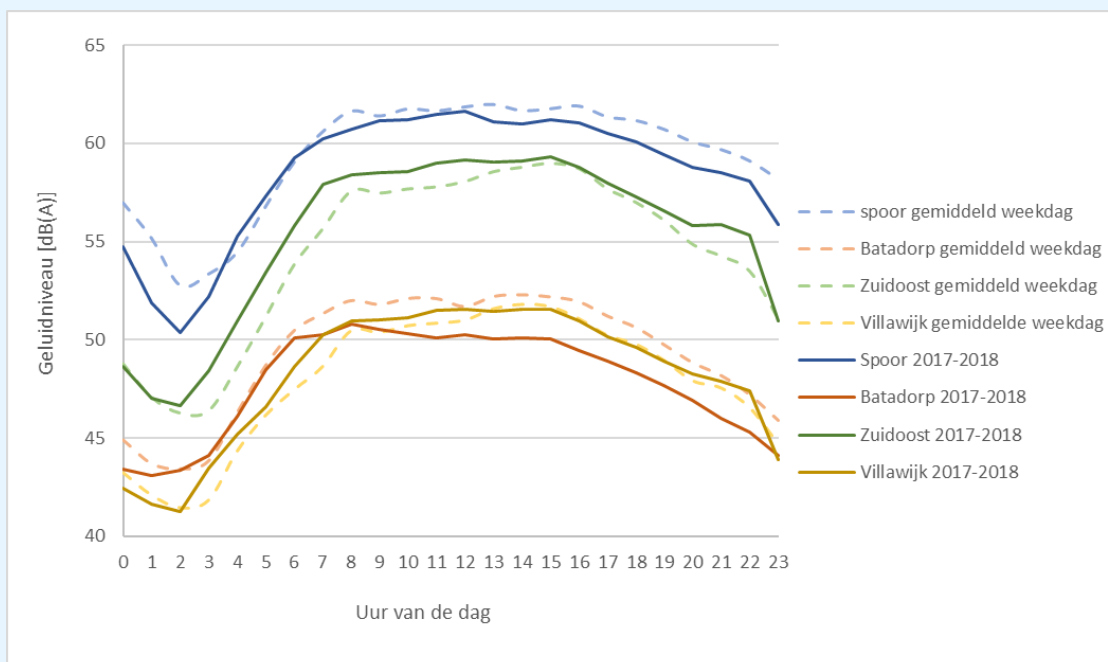
figuur 8: verloop van het gemeten L_{den} op de vier meetlocaties voor de afgelopen zes jaar (rechts het gemiddelde over zes jaar meten)

4.2.2 Verloop gedurende een dag of week

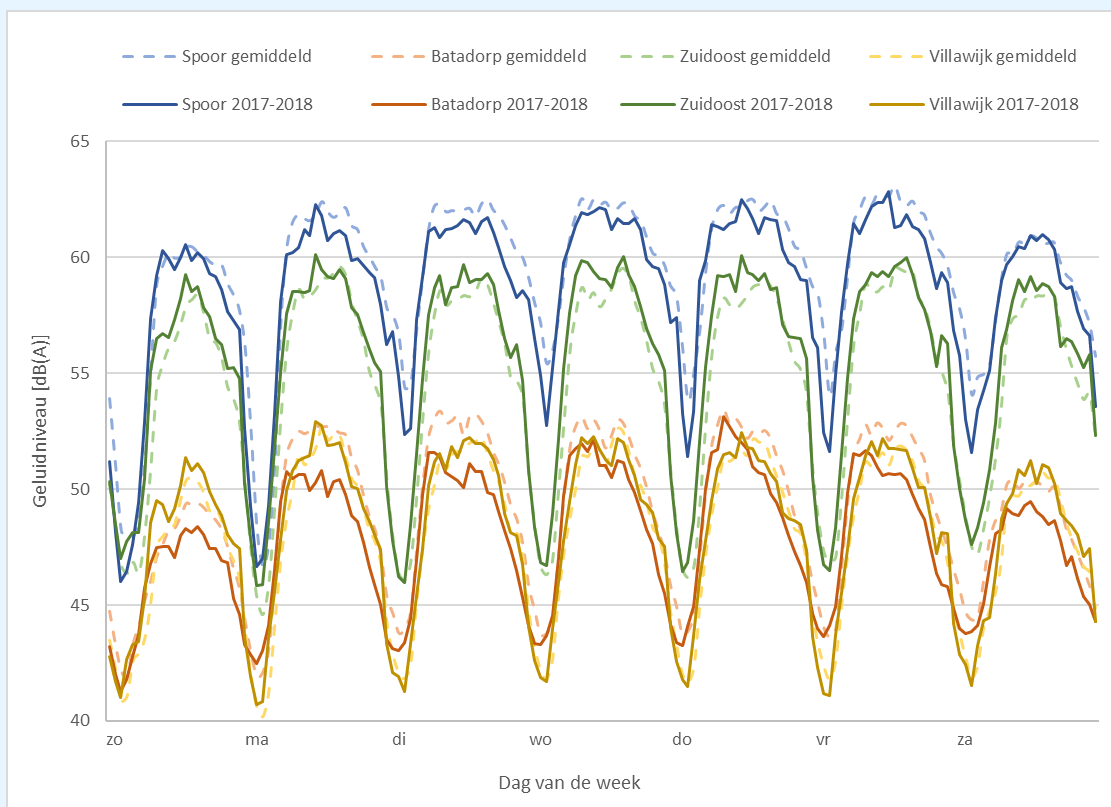
Omgevingsgeluid varieert afhankelijk van het tijdstip en de dag van de week. Om inzicht te krijgen in dit verloop zijn de gemiddelde geluidsniveaus gedurende een gemiddelde werkdag (maandag t/m vrijdag), weekdag (maandag t/m zondag) en het verloop over een week weergegeven per locatie in de onderstaande figuren.



figuur 9: werkdaggemiddelde voor 2017-2018 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen zes jaar (stippellijn)



figuur 10: weekdaggemiddelde voor 2017-2018 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen zes jaar (stippellijn) zie boven



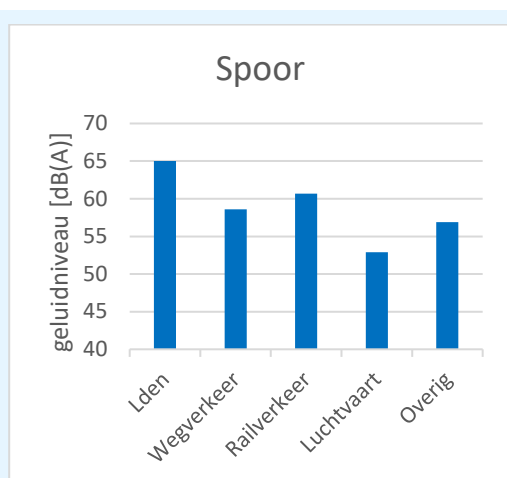
figuur 11: verloop van geluid over dagen van de week. Gemiddelde voor 2017-2018 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen zes jaar (stippellijn) per locatie.

In de figuren is te zien dat, zoals te verwachten is, 's nachts maar ook in het weekend minder omgevingsgeluid aanwezig is. Ter hoogte van de locatie Spoor is ook 's nachts nog sprake van een relatief hoog geluidsniveau.

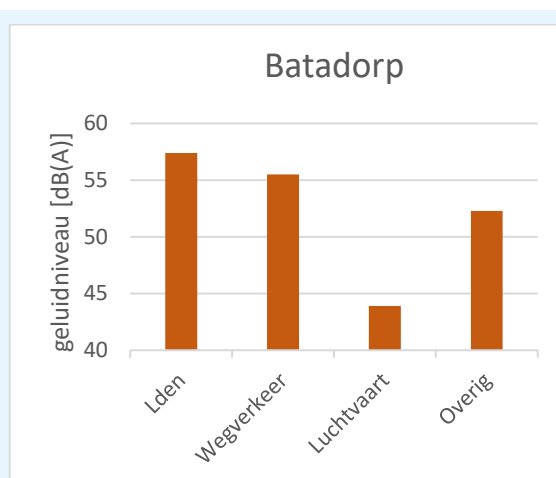
Wat opvalt is dat bij locatie Zuidoost in het afgelopen meetjaar overdag (vooral uitschieters in de ochtend) hogere waarden worden gemeten. Locatie Spoor is overdag juist lager dan gemiddeld. Voor beide geldt dat de nachtperiodes van afgelopen meetjaar niet veel verschillen van het gemiddelde. Het significantste verschil is te bemerken bij de locatie Batadorp waar het over de gehele week stiller lijkt te zijn dan het gemiddelde.

4.2.3 Onderverdeling in bronsoorten afgelopen jaar

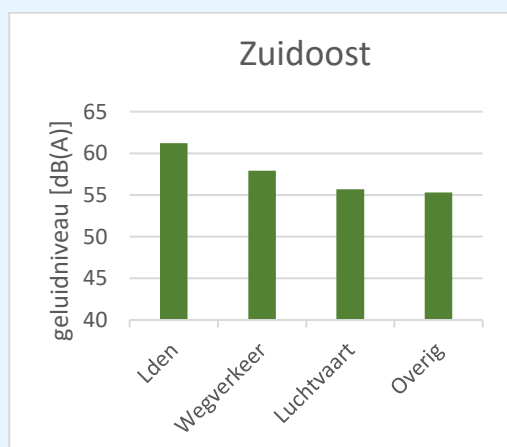
In de volgende paragrafen beschrijven we gedetailleerder het geluid van de verschillende bronsoorten in het afgelopen meetjaar. Hierin kijken we alleen naar de verdeling tussen de niveaus vanwege de verschillende bronnen. Dat is weergegeven in de onderstaande figuren.



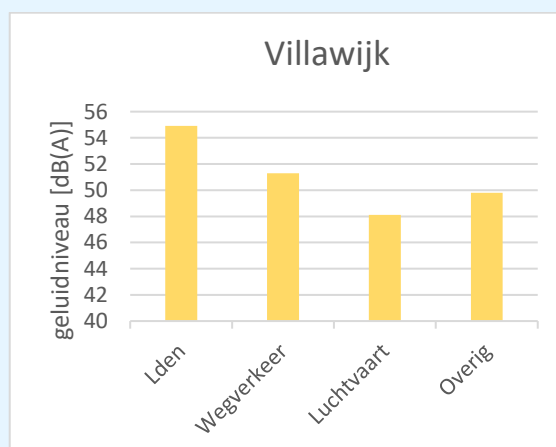
figuur 12: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Spoor



Figuur 13: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Batadorp



Figuur 14: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Zuidoost



Figuur 15: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Villawijk

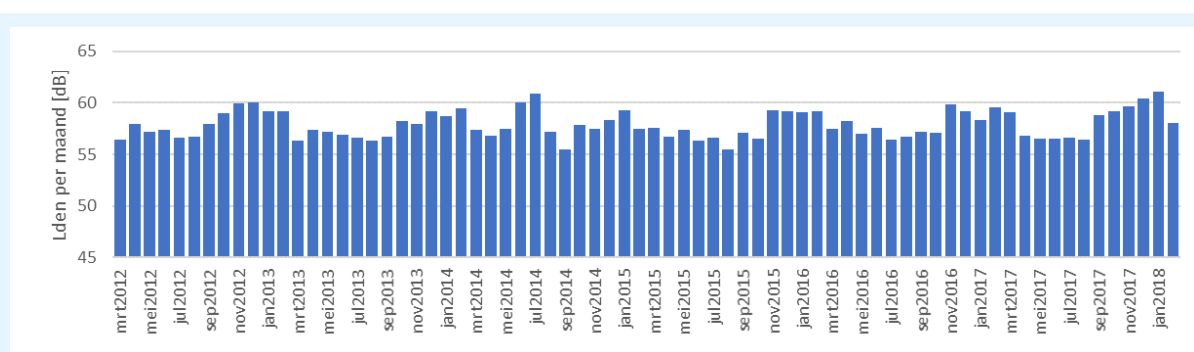
In de figuren is te zien dat voor het totale geluidsniveau (de L_{den}) van het afgelopen meetjaar (2017-2018) het wegverkeer op de meeste locaties maatgevend is. De uitzondering is de locatie langs het spoor waar het railverkeer maatgevend is. Luchtvaart heeft echter ook een meetbare en een aanzienlijke invloed op de totaalniveaus van alle meetposities. Bij het overige geluid moet men denken aan fluitende vogels, grasmaaiers, blaffende honden of bijvoorbeeld aan muziek bij festivaldagen. Op de locatie Batadorp en Villawijk zijn ook treinen waargenomen. Deze zijn echter onmogelijk uit te filteren met behulp van de algoritmes, daarom hebben wij deze meegenomen in de categorie overig geluid.

In de volgende paragrafen beschrijven we iedere bronsoort apart.

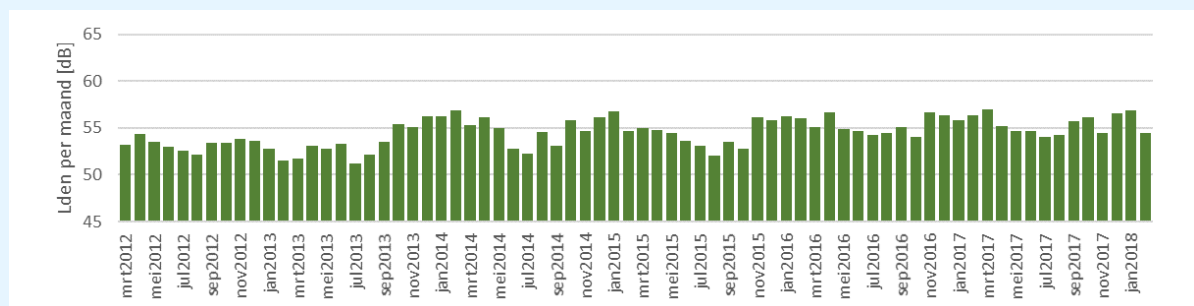
4.3 Wegverkeer

4.3.1 Trend over zes jaar

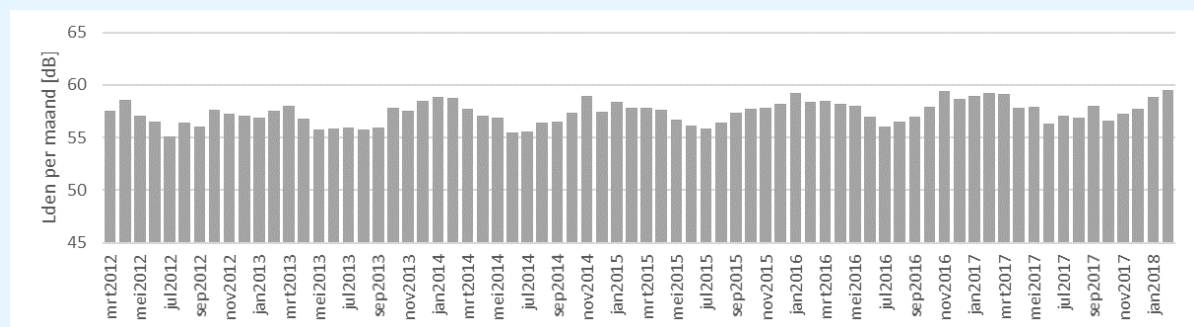
De onderstaande figuren geven het verloop van de gemeten niveaus weer van de afgelopen zes jaar (maart 2012 t/m februari 2018) als gevolg van het wegverkeer voor de verschillende locaties. Te zien zijn de gemiddelde geluidsniveaus per maand voor de meetperiode. Hierbij zijn de belangrijkste bronnen de A2, A58 en het lokale wegverkeer.



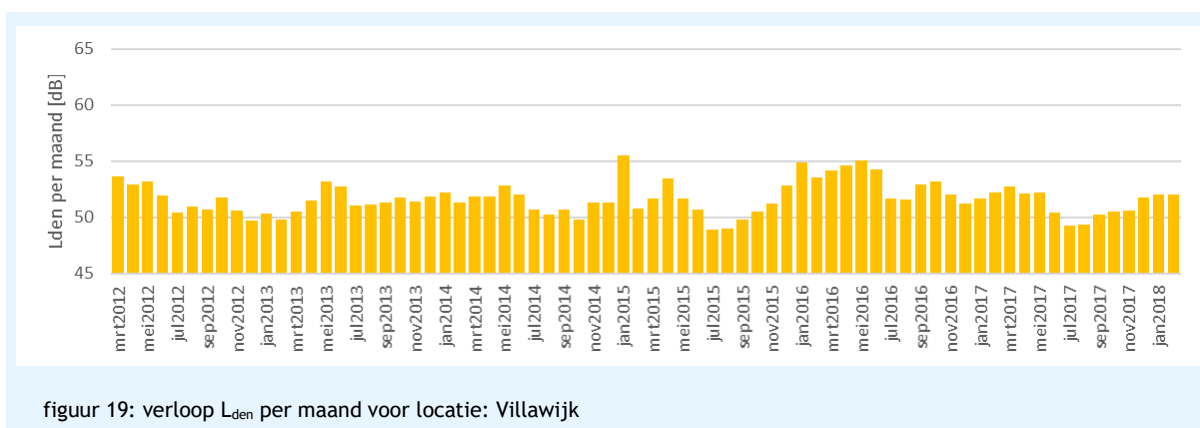
figuur 16: verloop L_{den} per maand voor locatie: Spoor



figuur 17: verloop L_{den} per maand voor locatie: Batadorp



figuur 18: verloop L_{den} per maand voor locatie: Zuidoost



In de figuren is te zien dat het gemiddelde geluidsniveau per maand fluctueert. Daarbij is zichtbaar dat met name in de zomerperiodes (juli/augustus) minder geluid vanwege het wegverkeer waargenomen wordt. Opvallend is dat op de locatie Villawijk het afgelopen jaar relatief lagere geluidsniveaus zijn gemeten, en dat bij het meetpunt op de locatie Spoor in het najaar hogere geluidsniveaus zijn geregistreerd.

De onderstaande tabel geeft de jaargemiddelde (gemeten van maart t/m februari) L_{den} waarden weer voor wegverkeer voor de afgelopen zes jaar.

tabel 3: verloop jaargemiddelde geluidsniveaus wegverkeer over de afgelopen zes jaar ²

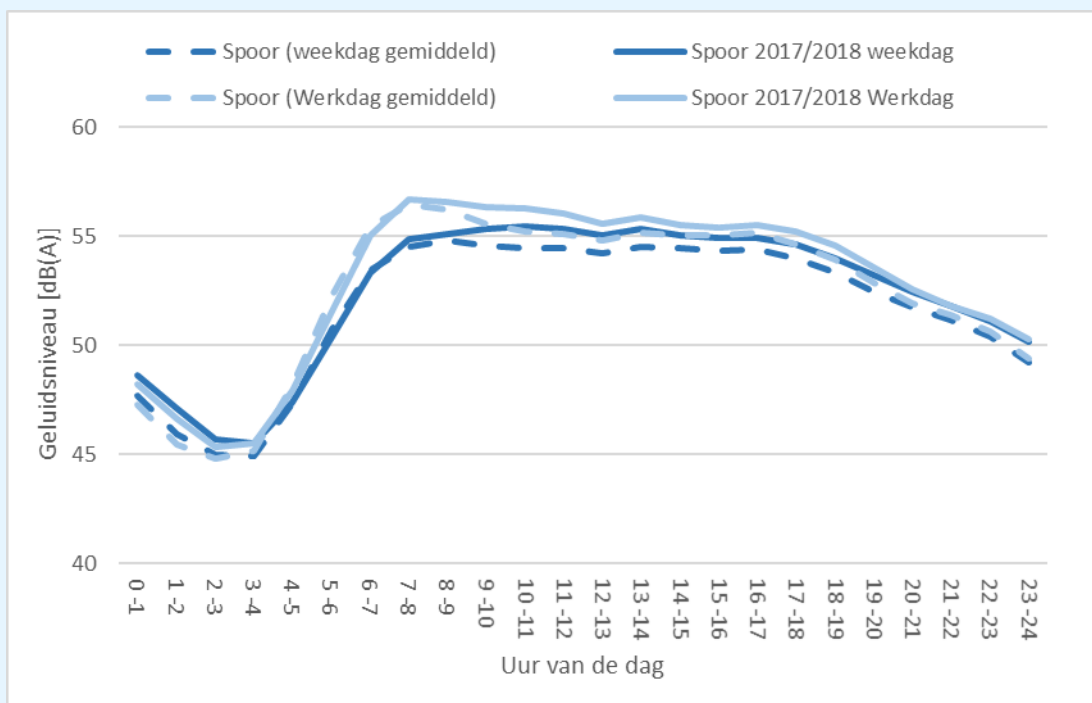
Meetjaar	Spoor	Batadorp	Zuidoost	Villawijk
2012/2013	58.3	53.2	57.0	51.5
2013/2014	57.7	54.4	57.3	51.7
2014/2015	58.2	55.0	57.3	51.9
2015/2016	57.7	54.7	57.5	51.9
2016/2017	58.0	55.5	58.1	53.1
2017/2018	58.6	55.5	57.9	51.3

De tabel hierboven laat zien dat de jaargemiddelde waarden voor Batadorp en Zuidoost de afgelopen jaren licht zijn gestegen. Locatie Villawijk had vorig jaar nog een stijging, maar is nu weer terug op het niveau van de jaren daarvoor. Het jaargemiddelde geluidsniveau van locatie Spoor is iets gestegen in het afgelopen meetjaar (+0.6 dB), en laat sinds twee jaar een lichte stijging zien.

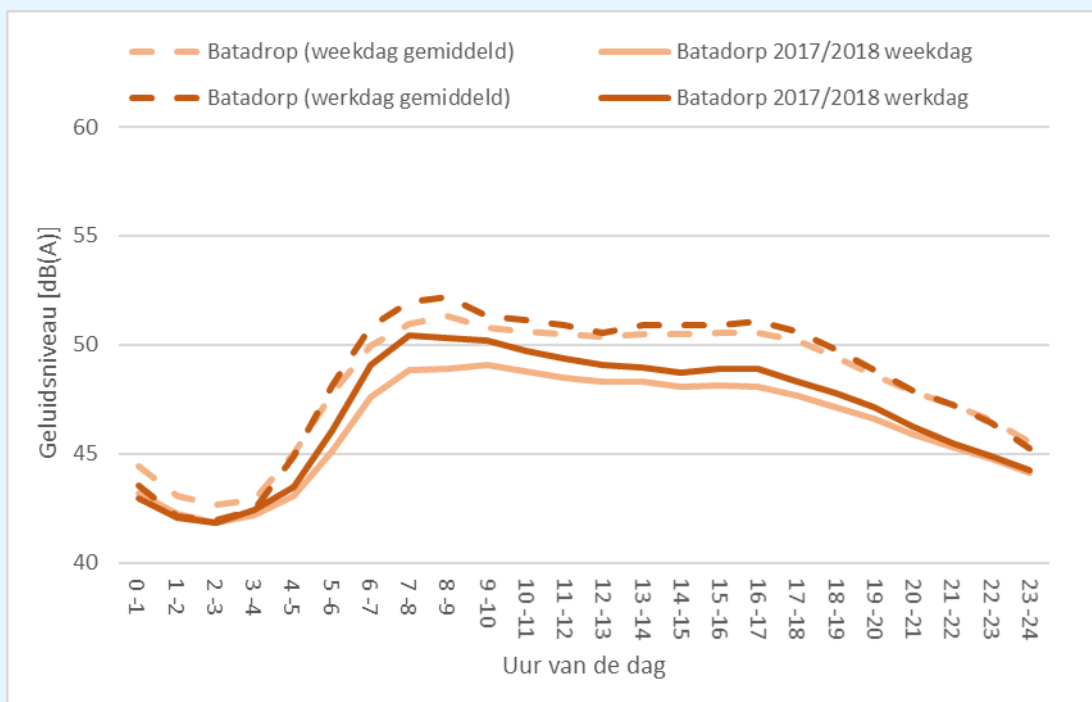
4.3.2 Dag- en weekgemiddelde waarden

Geluid van wegverkeer varieert afhankelijk van het tijdstip en de dag van de week. Om inzicht te krijgen in dit verloop zijn de gemiddelde geluidsniveaus gedurende een gemiddelde weekdag, werkdag en het verloop over een week weergegeven in de onderstaande figuren voor de meetperiode 2017-2018 en het gemiddelde van voorgaande jaren (2012-2017).

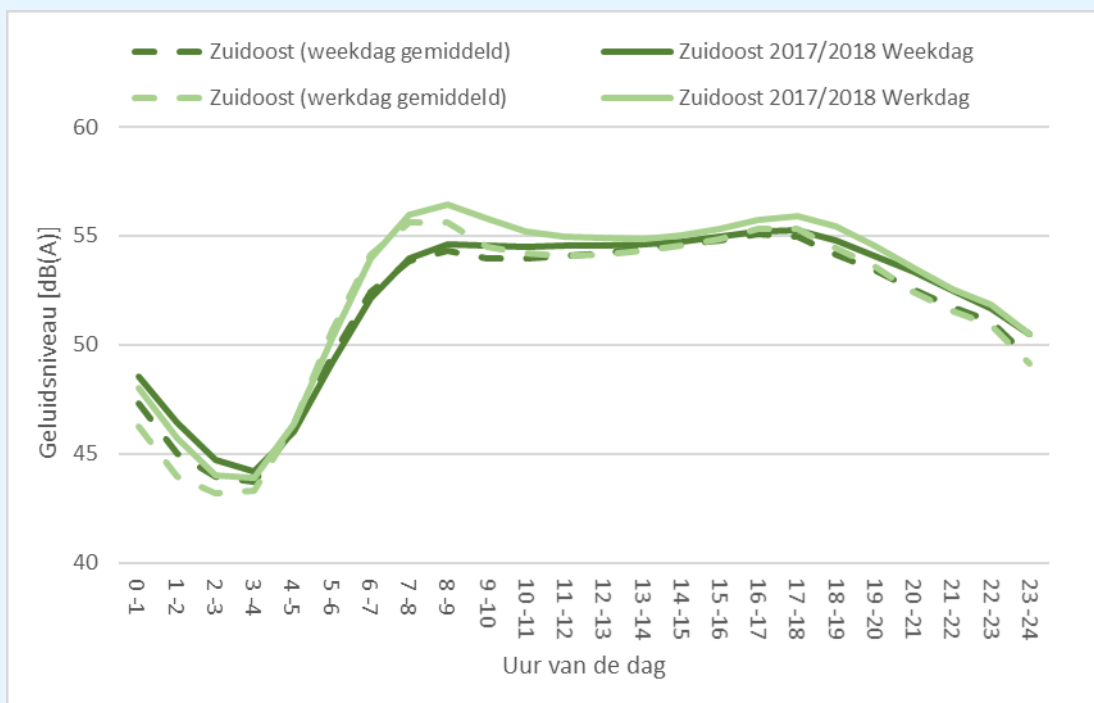
² De gemeten L_{den} voor de jaren 2012-2016 wijken af van de eerder gerapporteerde waarden. Dit is veroorzaakt door een fout in de berekening van de L_{den} van deze jaren. Deze fout is in dit rapport hersteld.



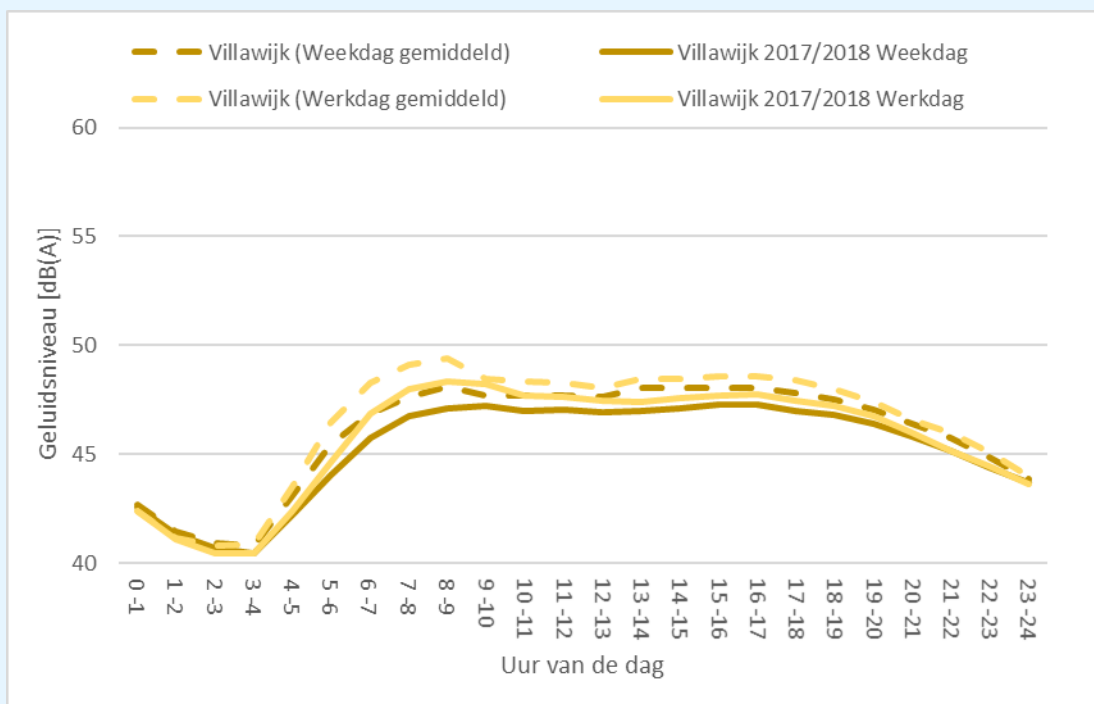
figuur 20: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen zes jaar voor de locatie Spoor.



figuur 21: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen zes jaar voor de locatie Batadrop.



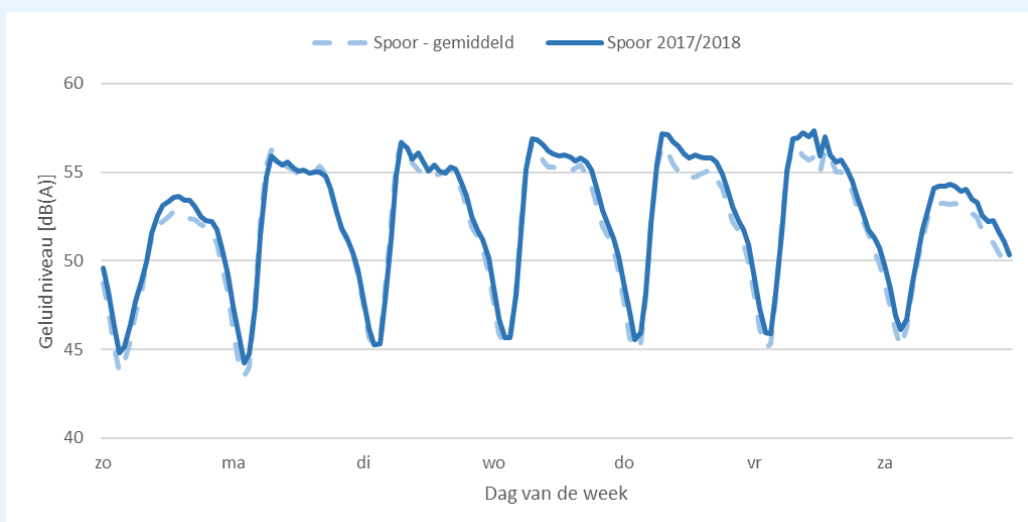
figuur 22: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen zes jaar voor de locatie Zuidooost.



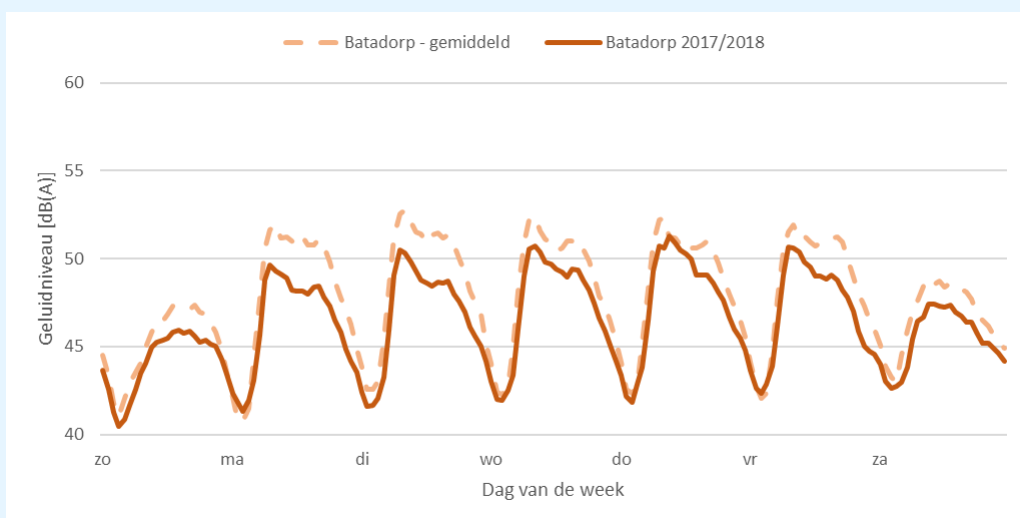
figuur 23: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen zes jaar voor de locatie Villawijk.

De bovenstaande grafieken geven het verschil tussen het gemiddelde geluidsniveau in het afgelopen meetjaar, vergeleken met het gemiddelde niveau over de meetperiode van 2012 t/m 2016. Zowel bij locatie Zuidoost en locatie Spoor lijkt de ochtendspits langer aanwezig te zijn, en dit zorgt voor een groter verschil tussen een week- en werkdag. De ochtendspits bij locatie Villawijk lijkt daarentegen af te nemen.

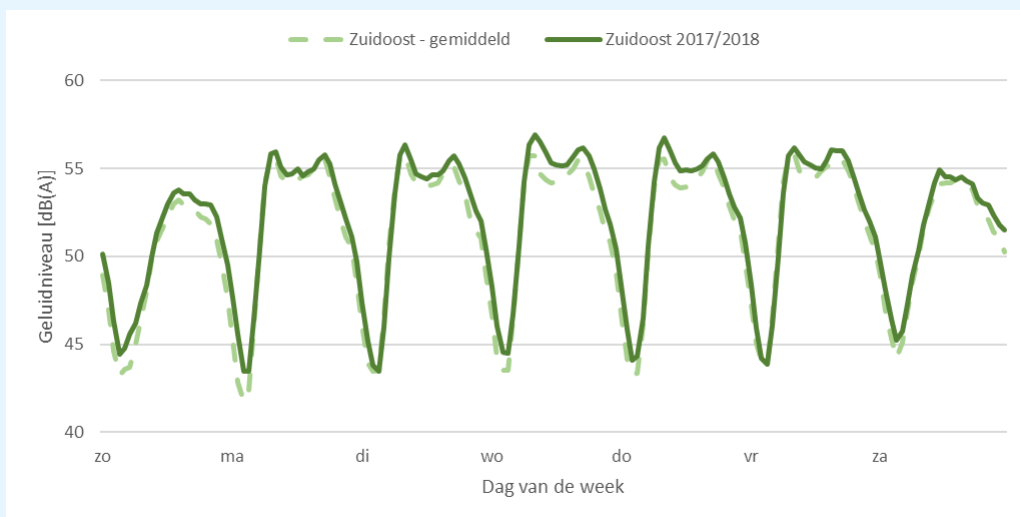
Over de gehele dag lijken locatie Zuidoost en locatie Spoor meer wegverkeer te ondervinden dan locatie Batadorp en Villawijk, dit geldt ook voor de nachtperiode. In de directe omgeving van de locaties Zuidoost en Spoor bevinden zich ook een aantal bedrijven. Het lijkt aannemelijk dat door de aangetrokken economie er meer vrachtwagens rijden.



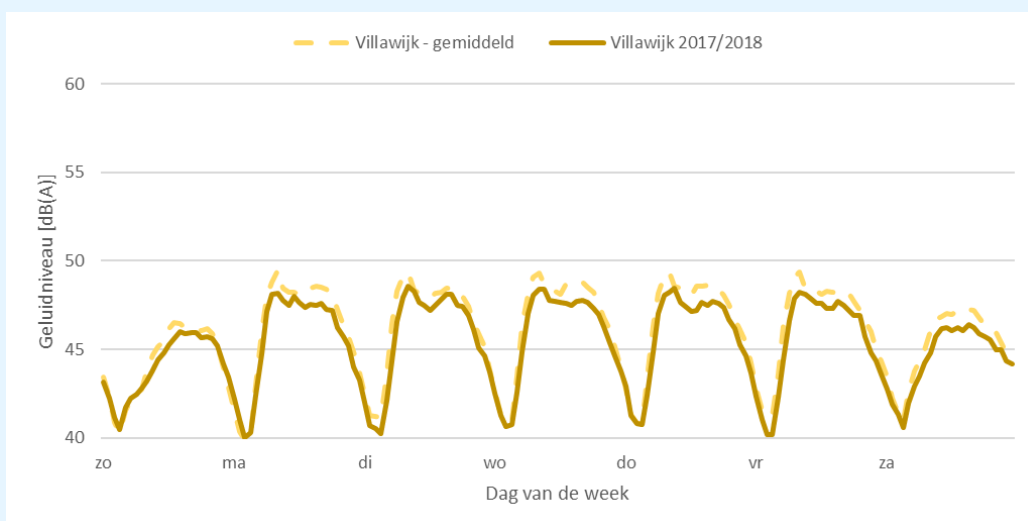
figuur 24: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Spoor. Hierin is te zien dat het geluidsniveau gedurende meetperiode 2017-2018 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperiodes ervoor (stippellijn).



figuur 25: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Batadorp.

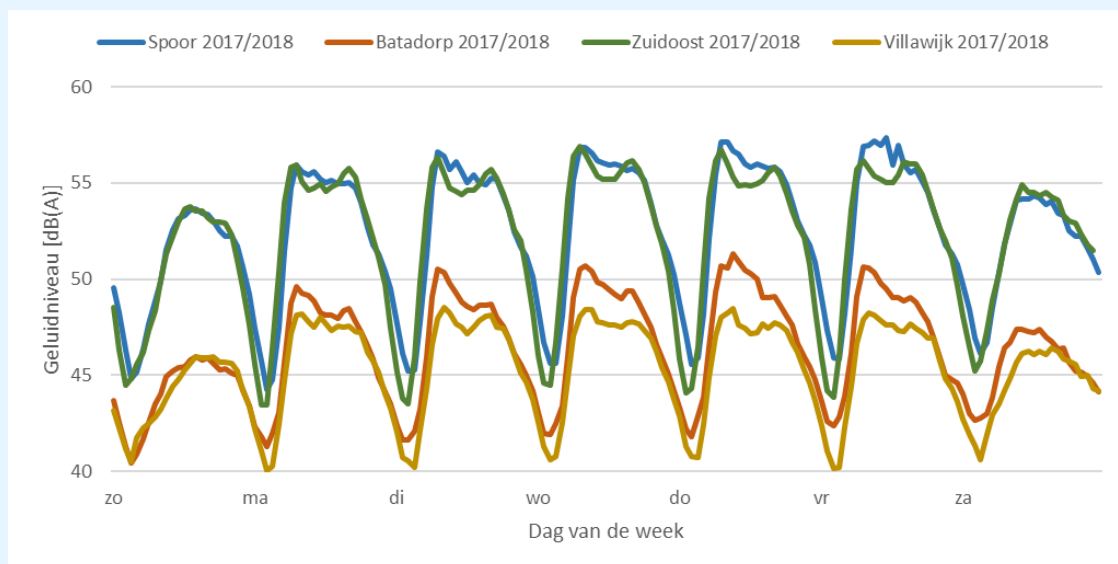


figuur 26: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Zuidoost. Hierin is te zien het geluidsniveau gedurende meetperiode 2017-2018 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperioden ervoor (stippellijn).



figuur 27: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Villawijk.

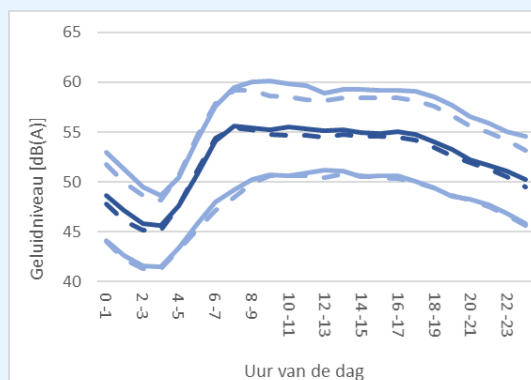
De figuren hierboven laten goed zien hoe bij locatie Spoor en Zuidoost de gemiddelde geluidsniveaus over de gehele week licht gestegen zijn en dat dit bij locatie Batadorp en Villawijk licht is gedaald. Bij locatie Zuidoost zijn de ochtend- en avondspits het duidelijkst zichtbaar. Een teken dat hier veel woon-werkverkeer passeert. Waarschijnlijk vormt de Eindhovenseweg Zuid een soort trechter, zowel in de ochtend- als avondspits voor het woon-werkverkeer. Ook is opvallend dat de spitstijden nauwelijks terug te zien zijn in op de locatie Villawijk, terwijl dit voorgaande jaren duidelijker was.



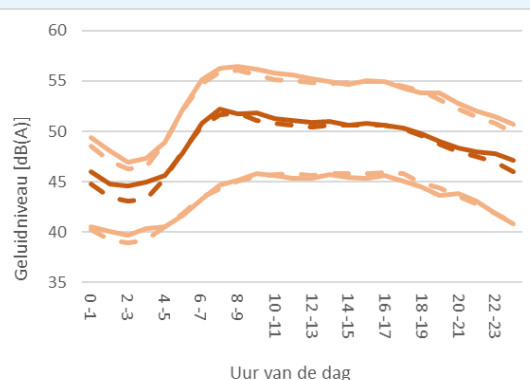
figuur 28: gemiddeld verloop gedurende de week van wegverkeersgeluid voor de vier verschillende locaties

De figuur hierboven geeft het gemiddelde verloop gedurende een week van de vier locaties in één figuur. Hier is duidelijk te zien dat de locaties Zuidoost en Spoor het zwaarst belast zijn door wegverkeer.

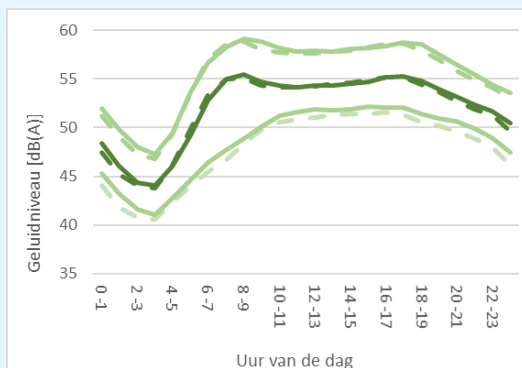
Naast de variatie gedurende de dag zijn sommige uren aanzienlijk lawaaiiger dan andere. Om inzicht te krijgen in deze spreiding is per locatie gekeken naar de 10, 50 en 90 percentiel waarden. Hierbij is 90% percentielwaarde de waarde waarbij 90% van de uren een lager niveau en 10% van de uren een hoger niveau heeft. Voor onderstaande figuren zijn alle uren meegenomen (dus ook het weekend).



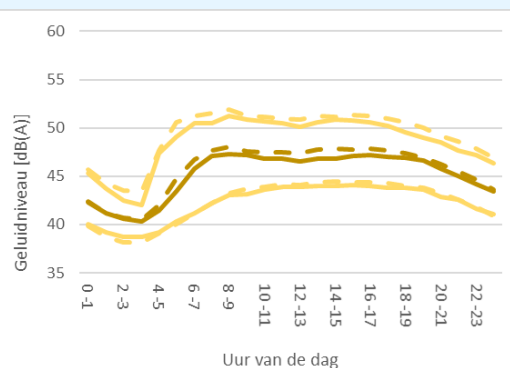
figuur 29: variatie in geluidsniveau locatie: Spoor, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2017-2018, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2017)



figuur 30: variatie in geluidsniveau locatie: Batadorp, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2017-2018, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2017)



figuur 31: variatie in geluidsniveau locatie: Zuidooost, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2017-2018, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2017)



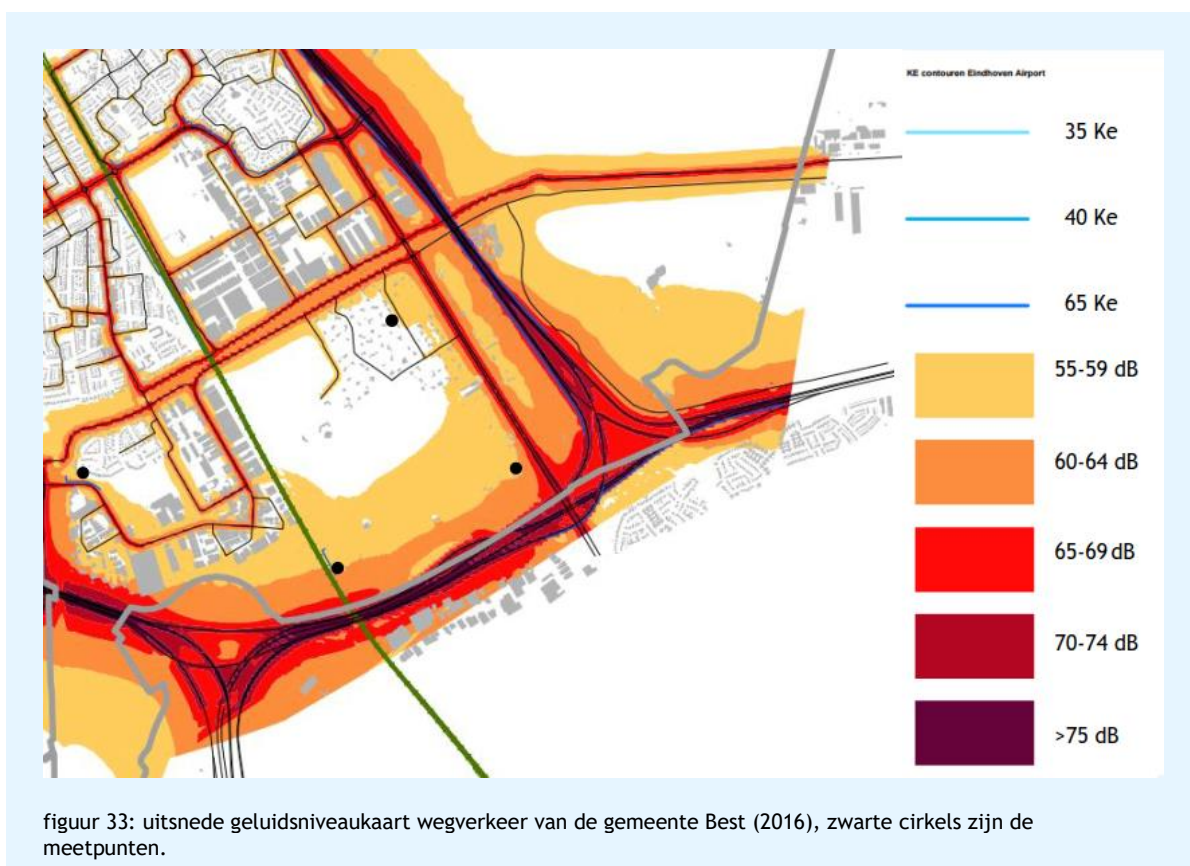
figuur 32: variatie in geluidsniveau locatie: Villawijk, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2017-2018, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2017)

In de bovenstaande figuren is een spreiding van 5-10 dB te zien tussen een rustig uur (10% van de uren stiller en 90% lawaaiiger) en het meest lawaaiige uur (10% nog lawaaiiger en 90% stiller). Dit houdt in dat er gemiddeld om de tien dagen een lawaaiig uur (bovenste lijn) en om de tien dagen een stil uur (onderste lijn) voorkomt. Met name de lawaaiige uren leiden tot hinder.

De spreiding is op elke locatie nagenoeg hetzelfde gebleven. Wel zijn dezelfde constateringen zichtbaar als al eerder gemeld, de locatie Villawijk waar de ochtendspits vermindert en de locatie Spoor waar de ochtendspits langer wordt.

4.3.3 Vergelijking met berekende waarden (geluidkaart)

In 2012 is een geluidskaart voor het jaar 2011 opgesteld. Deze geluidskaarten worden om de vijf jaar vastgesteld in het kader van de Europese richtlijn omgevingslawaai. Dit houdt in dat in 2017 een nieuwe geluidskaart is berekend over de situatie in 2016. Voor deze rapportage is daarom uitgegaan van deze recente kaarten over 2016. Op deze geluidskaart zijn de berekende geluidsniveaus te zien van het wegverkeer binnen de gemeente Best. Deze berekende niveaus zijn vergeleken met de gemeten geluidsniveaus. In onderstaande figuur is een uitsnede uit de geluidskaart te zien.



De berekende geluidsniveaus alsmede de contourklasse waarin zich het meetpunt bevindt is weergegeven in de onderstaande tabel:

tabel 4: berekende en gemeten geluidsniveaus in L_{den} - wegverkeer

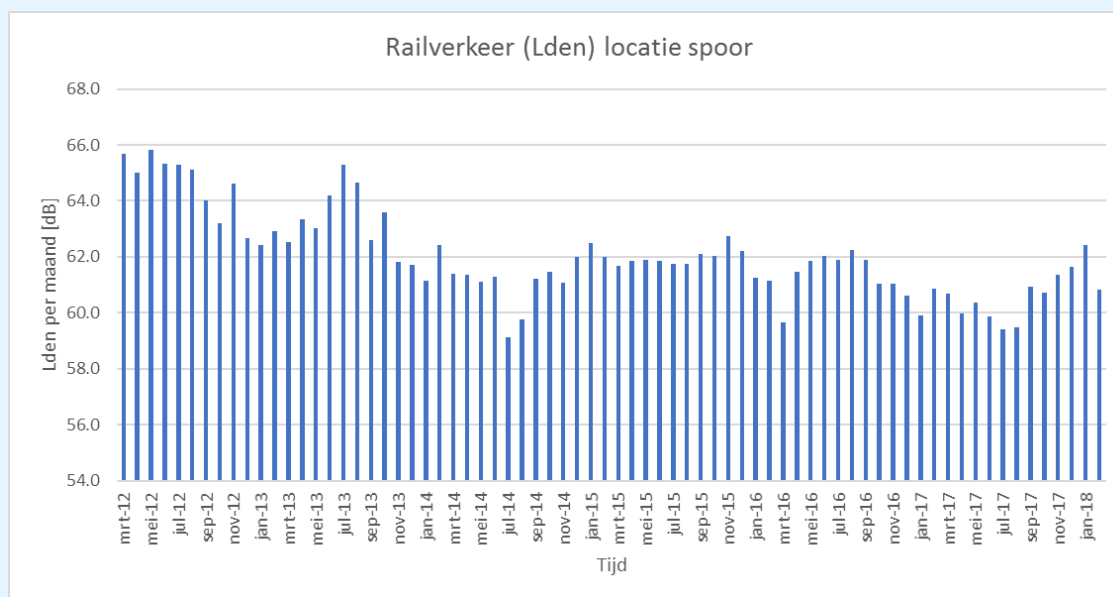
Locatie	Gemeten in dB (2017-2018)	Geluidskaart in contourklasse in dB
Spoor	58.6	60 t/m 64
Batadorp	55.5	50 t/m 54
Zuidoost	57.9	60 t/m 64
Villawijk	51.3	50 t/m 54

Wat opvalt aan de metingen is dat deze voor locatie Spoor en Zuidoost lager zijn dan de berekende geluidsklasse. Voor Villawijk komen de metingen en berekende contourklassen overeen. Bij Batadorp is te zien dat er een hogere gemeten waarde is dan de berekende geluidsklasse. Verschillen kunnen optreden door de gekozen modelaannamen. Zo is bijvoorbeeld in de geluidsberekening gebruikgemaakt van een vereenvoudigd SKM2 model rekenmodel, waarin bebouwing beperkt is meegenomen. Ook kan een verschil ontstaan wanneer de ingevoerde intensiteit van (snel)wegen bij de berekening verschilt van de werkelijke situatie. Nadere analyse heeft uitgewezen dat metingen en berekeningen vrij goed overeenkomen (circa 1 dB verschil).

4.4 Railverkeer

4.4.1 Trend over zes jaar

Op basis van de metingen is gekeken naar het jaargemiddelde verloop van de maandgemiddelde waarden over de afgelopen zes jaar.



figuur 34: verloop van maandgemiddelde waarden voor railverkeer op locatie Spoor over de afgelopen zes jaar

In de figuur is te zien dat de afname die afgelopen jaren in gang was gezet wat gestagneerd lijkt te zijn, desalniettemin nog steeds dalend. Dit is ook te zien in de jaargemiddelde gemeten waarden.

tabel 5: jaargemiddelde gemeten waarden

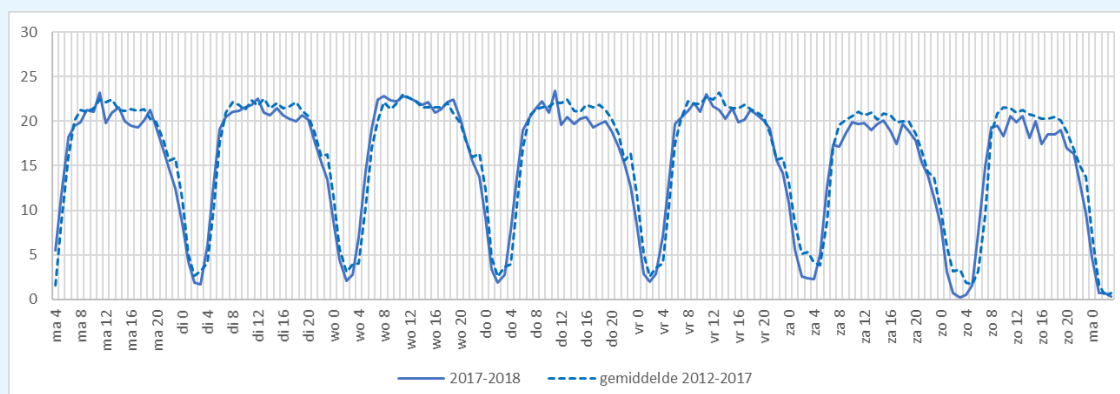
periode	totaal	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
dag	61.1	63.1	62.6	60.6	60.6	59.0	58.9
avond	54.7	57.2	55.7	53.8	54.1	53.0	52.9
nacht	54.4	56.6	54.7	52.8	54.0	54.0	53.2
Lden	62.3	64.5	63.2	61.3	61.9	61.3	60.7

In de tabel is te zien dat de niveaus in 2012/2013 soms tot meer dan 4 dB hoger zijn dan afgelopen jaren. De afname kan worden verklaard door het inzetten van stillere treinen door NS en goederenvervoerders. De laatste jaren worden op steeds meer goederentreinen de oude gietijzeren remblokken vervangen door kunststof remblokken, die een reducerend effect hebben op het geluidsniveau. Dit kan tot 7 dB stillere treinen opleveren. Ook zijn de oude stoptreinen vervangen door de nieuwe sprinters, die ook 5 dB minder geluid produceren.

In de nachtoperioden blijft het geluidsniveau echter de afgelopen drie jaren ongeveer gelijk. Door de afsluiting van de Betuweroute sinds april 2016 vanwege werkzaamheden aan het spoor in Duitsland rijden meer goederentreinen via de Brabantroute naar Duitsland. Daarbij komen de treinen door de gemeente Best.

4.4.2 Variatie over een week en tussen treinen

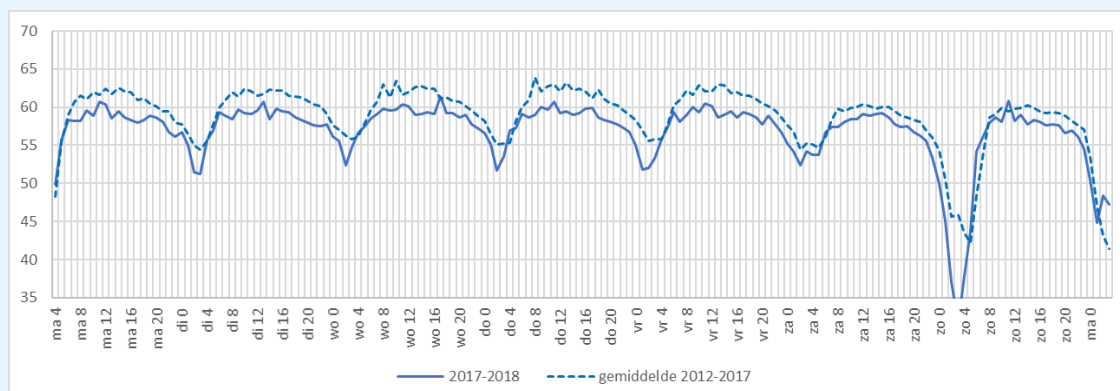
Naast jaar- of maandgemiddelde waarden treedt ook een variatie in de week op. Gedurende het weekend rijden er minder treinen. De onderstaande figuur geeft het gemiddelde weekverloop van het aantal treinen weer.



figuur 35: overzicht gemeten aantal treinpassages per uur door de week heen (gemiddeld per jaar)

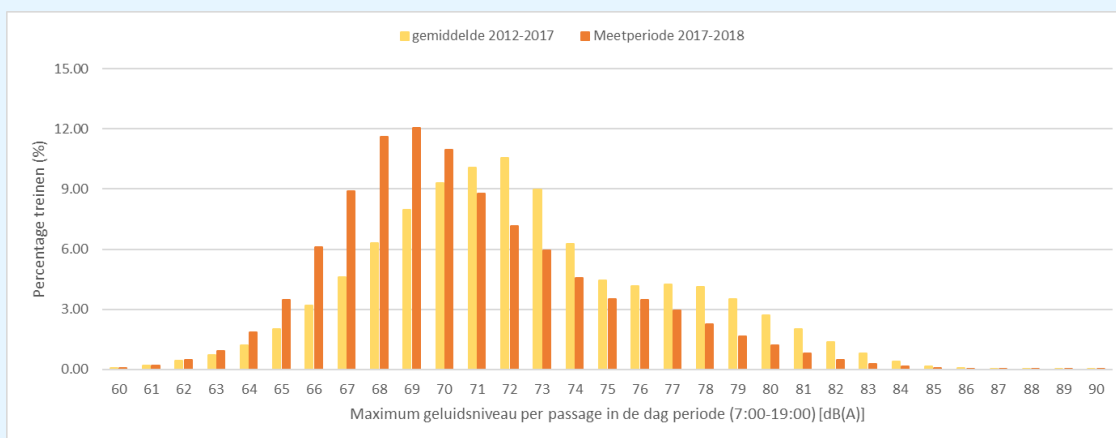
Het aantal treinen is licht toegenomen tijdens de spits. De NS heeft meer treinen ingezet met een hogere frequentie dan de jaren ervoor. Waaronder de proef om tussen Amsterdam en Eindhoven elke tien minuten een intercity te laten rijden. Verder is de frequentie in de avond licht afgenomen. Ook is Eindhoven niet meer aangesloten op het nachtnet waardoor vrijdag- en zaterdagnacht geen passagierstreinen meer passeren.

Bovenstaande aantallen leiden tot het volgende verloop over een week voor het gemeten equivalente geluidsniveau per uur. Dit gemiddelde is bepaald aan de hand van de metingen over de gehele meetperiode, waarbij een energetische middeling heeft plaatsgevonden. Wat opvalt is, dat ondanks de toename in treinpassages, over het algemeen lagere geluidsniveaus worden gemeten in 2017-2018, met name in de middagperiode (en zaterdagnacht). Dit valt te verklaren door de inzet van stillere treinen.

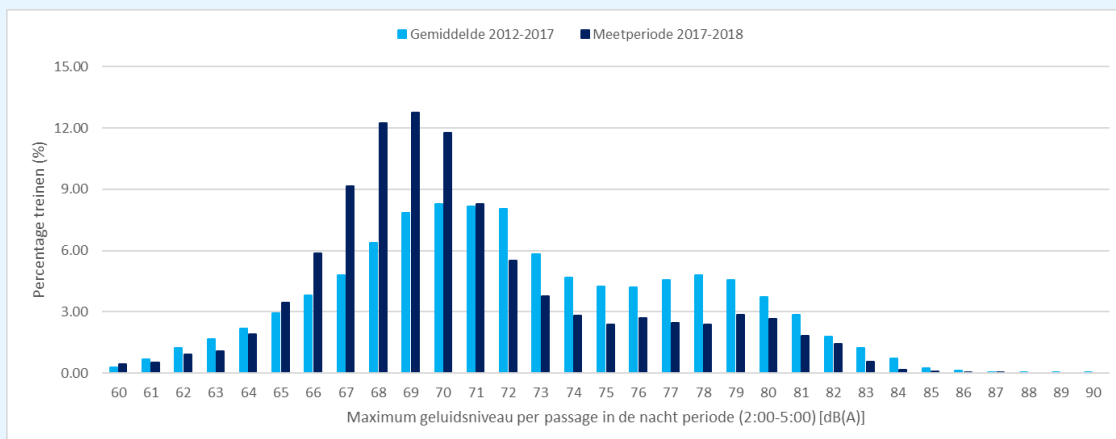


figuur 36: verloop van het equivalente geluidsniveau per uur gedurende een week

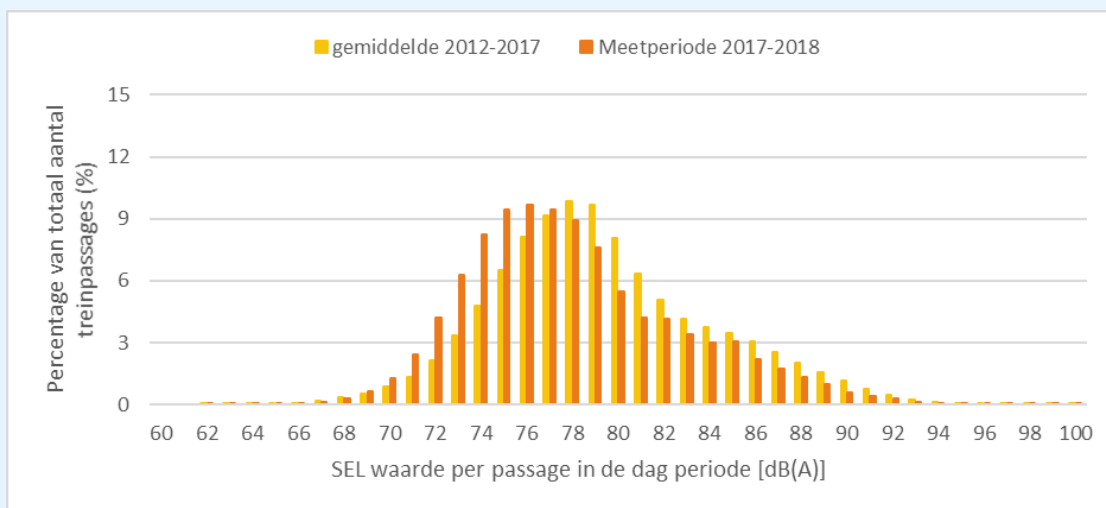
Naast variatie in tijd is er ook een grote variatie in geluidsproductie van een trein. De spreiding tussen geluidsniveaus vanwege treinen is in onderstaande figuren weergegeven. Getoond zijn de maximale waarden per passage en zogenaamde SEL-waarden. Een SEL-waarde komt overeen met de totale geluidsemissie van een passage (of event). Dit houdt in dat een twee keer zo lange trein, die per wagon evenveel geluid produceert, ook een twee keer zo hoge (+3 dB) SEL-waarde heeft, terwijl het gemiddelde geluidsniveau (het L_{Aeq}) gelijk kan zijn. Door de SEL-waarden te presenteren, ontstaat een beeld hoeveel geluid een passage in totaal maakt en kunnen treinpassages onderling vergeleken worden.



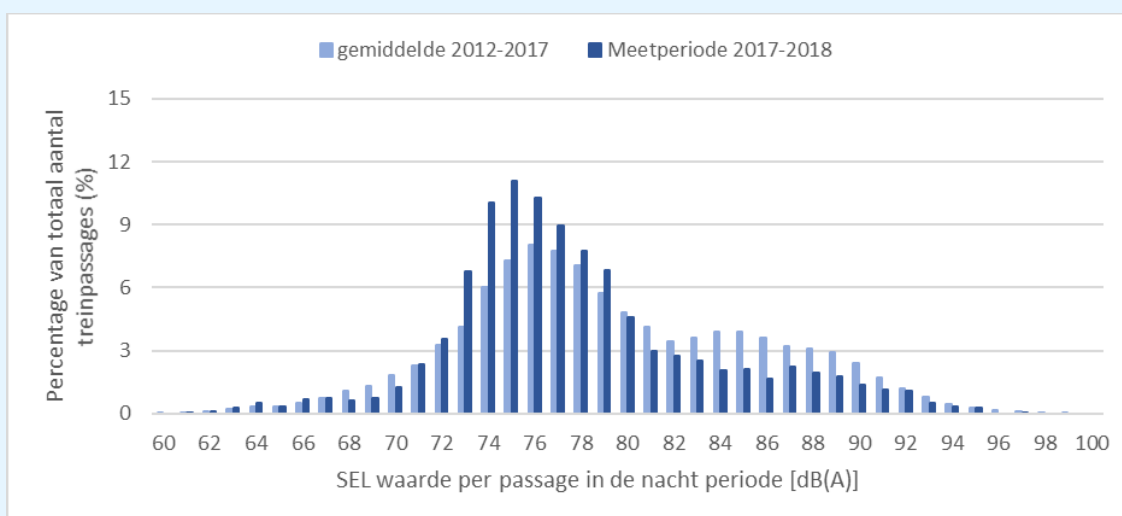
figuur 37: spreiding in maximale geluidsniveaus van treinpassages in de dagperiode



figuur 38: spreiding in maximale geluidsniveaus van treinpassages in de nachtperiode



figuur 39: spreiding in SEL-waarden van treinpassages in de dagperiode

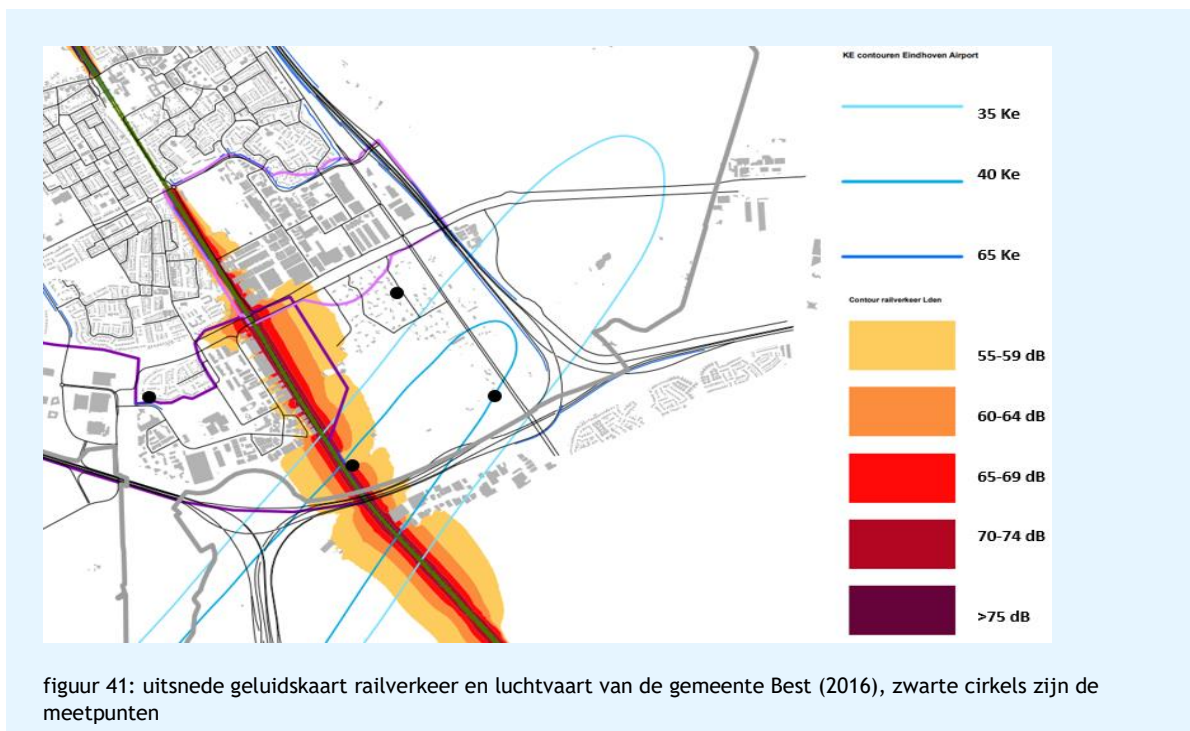


figuur 40: spreiding in SEL-waarden van treinpassages in de nachtperiode

Wat duidelijk te zien is, is dat de maximale geluidsniveaus veroorzaakt door treinen lager worden. Er zijn meer treinpassages rond de 68-70 dB(A) en een stuk minder rond de 78-80 dB(A). Dit onderbouwt de eerdere verklaring over de inzet van stillere treinen, zowel overdag (personenvervoer NS) als 's nachts (goederentreinen). Dit valt ook terug te zien in de SEL-waarden van treinpassages. De treinpassages in 2017-2018 waren relatief stiller dan in voorgaande jaren.

4.4.3 Vergelijking met berekende waarden (geluidkaart)

Bij de locatie Spoor valt in onderstaande figuur op dat het meetpunt gelegen is in de contourklasse 60 t/m 64 dB voor railverkeer, waar in werkelijkheid 60.7 dB is gemeten. Dit komt goed overeen.

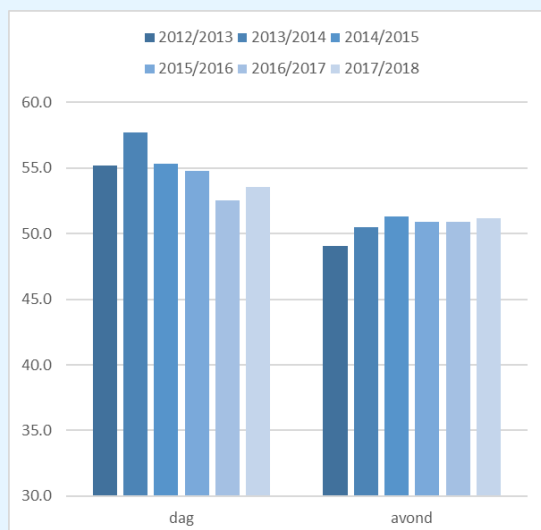


4.5 Luchtvaart

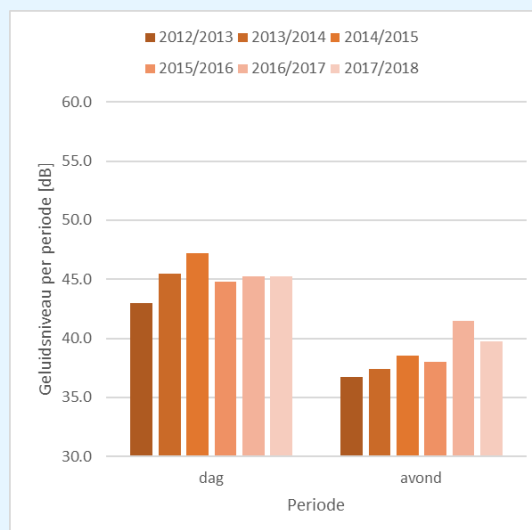
Luchtvaart is niet gerapporteerd in L_{den} voor de Europese richtlijn, waardoor geen vergelijking tussen de metingen en berekening heeft plaatsgevonden. Het is daarom alleen mogelijk om de Ke contouren te tonen van vliegveld Eindhoven. Het is onmogelijk om Ke contouren om te rekenen naar geluidsniveaus, omdat ze niet direct aan elkaar verwant zijn en het NLR haar rekenmethoden niet vrijgeeft.

4.5.1 Trend over zes jaar

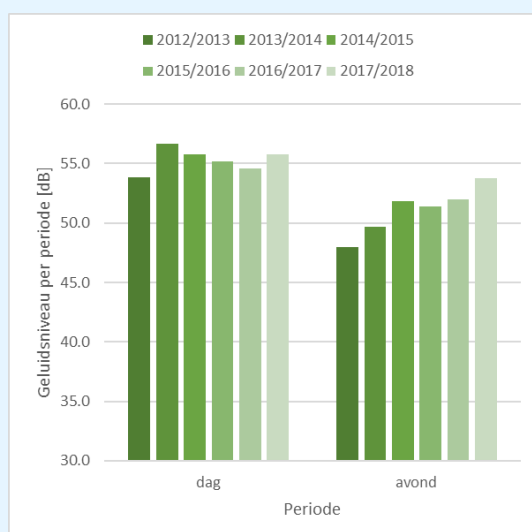
In de afgelopen zes jaar heeft het aantal vluchten en de bijbehorende hoeveelheid geluid gevarieerd. Deze variatie in het geluid van het vliegverkeer is voor de vier meetlocaties in onderstaande figuren weergegeven. Voor het meetpunt langs het spoor geldt dat hier slechts een indirecte detectie heeft plaatsgevonden. Alleen als een vliegtuigpassage is gedetecteerd op locatie Zuidoost zijn de meetresultaten genoteerd voor de locatie Spoor. Oorzaak is dat de vele treinpassages het detectiesysteem te sterk verstoren. Dit is met terugwerkende kracht doorgevoerd. Hierdoor kunnen voor deze locaties getallen iets afwijken van voorgaande jaren.



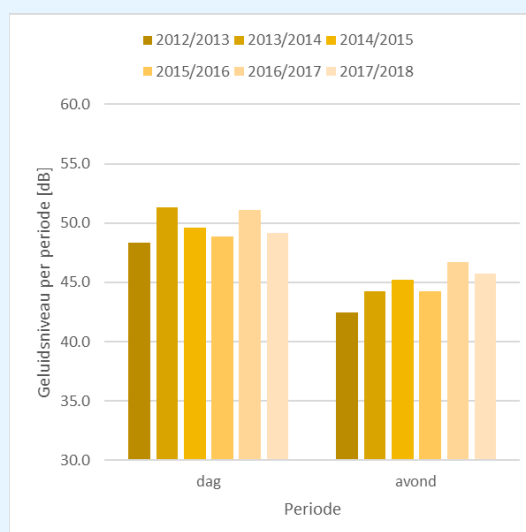
figuur 42: verloop geluidsniveau overdag en 's avonds locatie Spoor



figuur 43: verloop geluidsniveau overdag en 's avonds locatie Batadorp



figuur 44: verloop geluidsniveau overdag en 's avonds locatie Zuidoost



figuur 45: Verloop geluidsniveau overdag en 's avonds locatie Villawijk

Er is een stijging op te merken bij locatie Spoor en locatie Zuidoost, en een daling op locatie Batadorp en locatie Villawijk. Bij locatie Batadorp is dit wel relatief aan een zeer hoge stijging in de avondperiode van het meetjaar 2016/2017. De oorzaak van deze stijging was te wijten aan enkele zeer luide vliegtuigpassages (SEL-waarde van circa 100 dB(A)). Afgelopen meetjaar 2017/2018 was de hoogst gemeten SEL-waarde vliegtuigpassage in de avond maximaal 89.8 dB(A). De onderstaande tabel geeft het aantal waargenomen vliegbewegingen per meetjaar weer (afgerond).

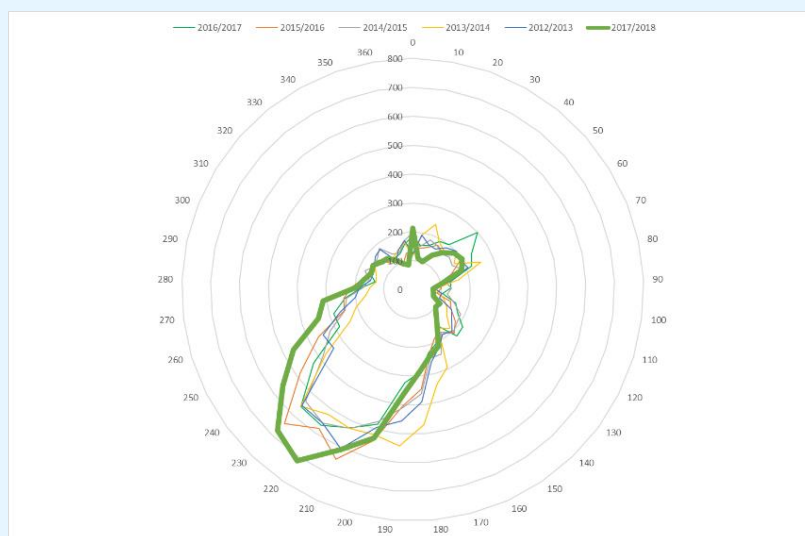
tabel 6: aantal vliegbewegingen per periode per jaar

Meetjaar	Locatie Spoor			Locatie Batadorp			Locatie Zuidoost			Locatie Villawijk		
	Don	Nacht	Avond	Don	Nacht	Avond	Don	Nacht	Avond	Don	Nacht	Avond
2012/2013	7.500	730	0	2.500	300	0	8.000	800	0	8.000	750	0
2013/2014	12.000	1.800	50	4.000	300	0	13.000	2.200	45	11.500	1.250	45
2014/2015	11.200	2.100	80	4.750	750	5	12.600	2.200	80	11.300	1.900	75
2015/2016	11.900	1.800	135	4.500	650	10	13.050	2.000	130	11.400	1.550	125
2016/2017	10.400	2.050	160	6.875	950	13	13.550	2.660	195	14.225	2.450	195
2017/2018	13.000	2.800	220	6.530	1040	20	15.300	3.500	250	14.250	2.990	250

De stijging van het aantal vliegbewegingen in meetjaar 2016/2017 is doorgezet in het meetjaar 2017/2018. De gemiddelde groei in het aantal vliegbewegingen in het afgelopen meetjaar was 23 procent. Eindhoven Airport geeft zelf aan dat de groei in 2017 van het aantal vliegbewegingen 11 procent was³, en 6 procent in het eerste kwartaal van 2018⁴.

Volgens tabel 6 wordt ook meer in de nachtperiode gevlogen, terwijl dit volgens artikel 4.2.2 uit het luchthavenbesluit Eindhoven niet geoorloofd is voor commerciële burgerluchtvaart. Volgens dit besluit mag tussen 07:00 en 23:00 uur gestart worden vanaf het vliegveld en tussen 07:00 en 24:00 uur geland, met dien verstande dat tussen 23:00 en 24:00 uur maximaal acht keer per dag geland mag worden. In het meetjaar 2017/2018 vond 98 procent van de gemeten vliegbewegingen in de nachtperiode plaats tussen 23:00 - 24:00 uur. Er zijn geen dagen gevonden met meer dan zes events tussen 23:00-24:00 uur.

Een mogelijke verklaring voor de toenames in het meetjaar 2016 was de noordoostenwind die relatief vaker aanwezig was. Ook dit jaar is weer een windroos gemaakt waaruit blijkt dat de hypothese die vorig jaar geopperd is waarschijnlijk niet klopt. Onderstaande figuur toont de windroos van meetjaar 2017 en de jaren daarvoor. Alhoewel er duidelijk afgelopen meetjaar geen uitzonderlijke piek te zien is vanuit het noordoosten is er toch een toename van vliegbewegingen. Dit weerlegt dus de hypothese uit het vorige rapport.



figuur 46: de windrichting op basis van aantal uren in het meetjaar 2017/2018

³ <http://nieuws.eindhovenairport.nl/162604-eindhoven-airport-realiseert-19-groei-in-2017>

⁴ <http://nieuws.eindhovenairport.nl/165550-eindhoven-airport-realiseert-12-groei-in-eerste-kwartaal-2018>

Een logischere verklaring voor de toename (naast de groei van Eindhoven Airport) is het besluit om sinds 2016 aan een vaste norm voor baanspreiding te doen. Eindhoven Airport bezit één start- en landingsbaan, deze baan ligt in noordoosten/zuidwestelijke richting. Uit onderzoek bleek dat de zuidwestelijke richting veel vaker als startrichting werd gebruikt dan de noordoostelijke richting. Om de geluidshinder meer te spreiden is een norm gesteld, die ervoor moet zorgen dat meer wordt opgestegen in noordoostelijke richting, dit ten nadele van de gemeente Best.

Op basis van de gemeten vluchtpassages is ook het verloop van de L_{den} waarden over de afgelopen zes jaar weergegeven.

tabel 7: verloop geluidsniveau vliegverkeer de afgelopen zes jaar

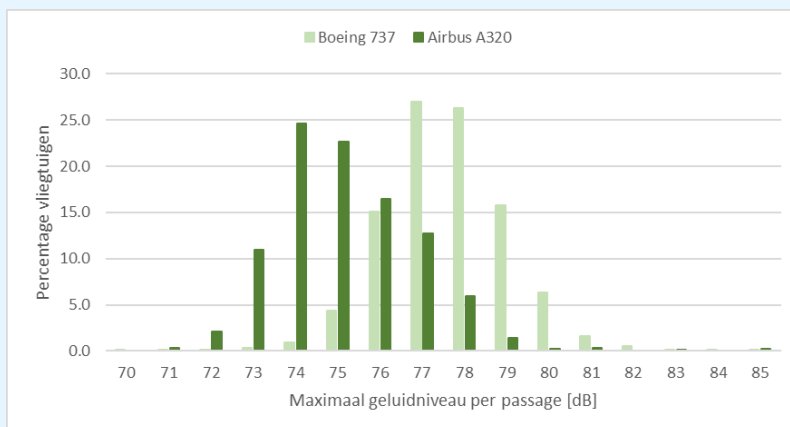
Meetjaar	Spoor	Batadorp	Zuidoost	Villawijk
2012/2013	53.2	40.9	51.9	46.4
2013/2014	55.5	43.1	54.6	49.2
2014/2015	54.0	44.8	54.4	48.1
2015/2016	53.6	42.6	54.1	47.4
2016/2017	52.1	44.9	55.1	50.2
2017/2018	52.9	43.9	55.7	48.1
2012-2017 (totaal)	53.7	43.6	54.4	48.4

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de L_{den} waarden zijn toegenomen bij locatie Spoor en locatie Zuidoost, en zijn afgenomen bij locatie Batadorp en locatie Villawijk. Dit komt overeen met de stijging en daling van het aantal vliegbewegingen. De grootste stijging was 0.8 dB op locatie Spoor en de grootste daling op locatie Zuidoost met 1.3 dB.

4.5.2 Variatie tussen geluidsniveaus

Zoals in de afgelopen jaarrapportages over de periode 2015/2016 en 2016/2017 zijn veel van de gemeten vliegtuigen van het type Boeing 737 (B737) en Airbus A320 (A320). Er is toen geconcludeerd dat de B737 circa 3 dB meer geluid maakt dan de A320.

In totaal zijn circa 19.000 vliegbewegingen geconstateerd op locatie Zuidoost, waar de meeste vliegtuigpassages zijn gemeten van alle meetlocaties. Figuur 46 geeft het verschil in maximale geluidsniveaus tussen de B737 en A320 weer. In de periode van 1-3-2017 tot 7-2-2018 zijn 7.300 B737 vliegtuigen herkend en 960 A320 vliegtuigen.



figuur 47: verschil in maximale geluidsniveaus voor de Boeing 737 en Airbus A320

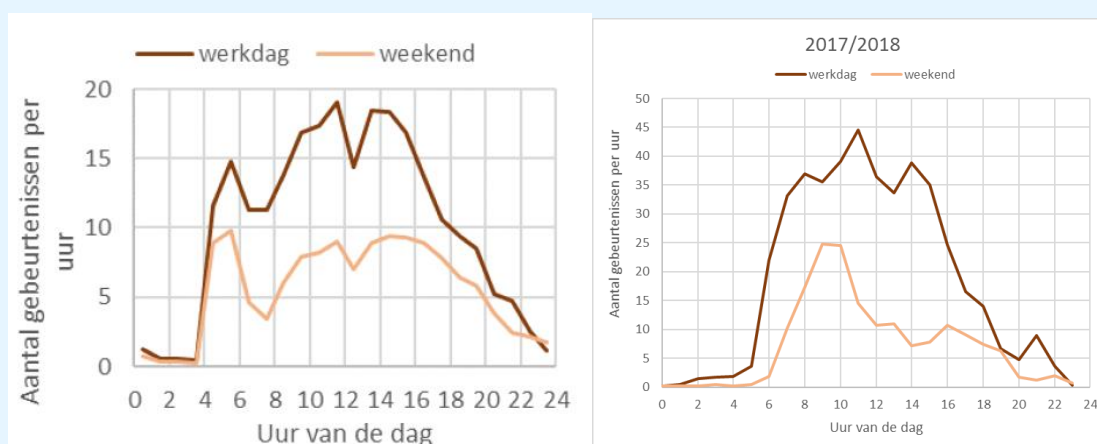
4.6 Industrie

In de gemeente Best wordt industriegeluid voornamelijk veroorzaakt door het industrieterrein ten oosten van de locatie Batadorp. Het industriegeluid ter hoogte van het meetpunt Batadorp wordt met name gevormd door het af- en aanrijden van vrachtwagens. Er zijn voor zover bekend geen 'grote lawaaimakers' op het terrein. Het vrachtverkeer kan wel een bepaald patroon in de geluidsniveaus veroorzaken.

Voorgaande jaren was een trend ontdekt van geluid veroorzaakt door vrachtverkeer op de locatie Batadorp. Zowel doordeweeks als in het weekend was een piek in geluidsniveaus te zien tussen 4:00 en 6:00 uur 's ochtends, zie onderstaande figuur. Na nadere analyse is gebleken dat dit wordt veroorzaakt door vertrekkende vrachtwagens vanaf het industrieterrein nabij Batadorp. Deze piek was niet waar te nemen op andere locaties.

Het gemiddelde aantal vrachtwagenpassages tussen 4:00 uur en 6:00 uur is onderzocht door te kijken naar de maand januari, omdat in deze maand geen stoornis van andere bronnen waarneembaar was. Gevonden werd dat tussen 2012 en 2016 gemiddeld negen vrachtwagens vertrokken tussen 4:00 en 6:00 uur. In de afgelopen meetperiode is dit constant gebleven. Wat opvalt is dat het frequentiepatroon veranderd is met voorgaande jaren. Dit wordt duidelijk in figuur 47, waar twee figuren het aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) zijn weergegeven uit een voorgaande rapportage, en een andere van afgelopen meetjaar.

De piek tussen 4:00 en 6:00 uur is niet meer prominent aanwezig, wat wel opvalt is dat het aantal gebeurtenissen qua aantal flink is gestegen. Het is niet duidelijk of dit een relatie heeft met de industrie.



figuur 48: links: Batadorp aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) (uit rapportage 2015-2016). Rechts: Batadorp aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) in meetjaar 2017/2018.

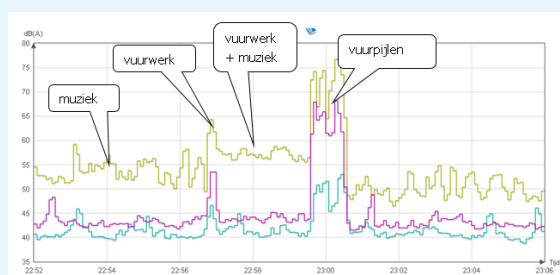
4.7 Evenementen

Op Aquabest hebben gedurende de meetperiode een aantal evenementen plaatsgevonden. Deze hebben wij weergegeven in onderstaande tabel.

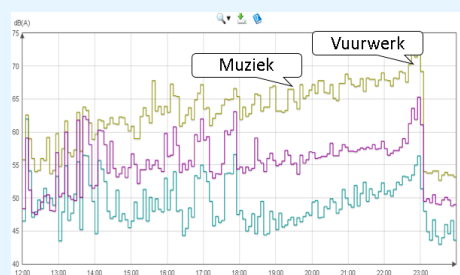
tabel 8: overzicht evenementen in meetperiode 2017-2018 te Aquabest voor zover bekend

Datum:	Evenement:
11 maart 2017	Pussy Lounge
27 april 2017	Supersized Kingsday Festival
20 mei 2017	Lakedance
25 juni 2017	Breeze Festival
12 augustus 2017	Lakedance
21 oktober 2017	St8tment: Illuminate The Darkness
04 november 2017	Winterpark Festival 2017

Uit vorige analyses van een aantal evenementen blijkt dat de weersomstandigheden bepalend zijn of een evenement te horen is op de meetlocaties in Best of juist niet. Dit geldt met name voor de locatie Zuidoost, die relatief hoge geluidsniveaus kan ondervinden onder oostenwind.



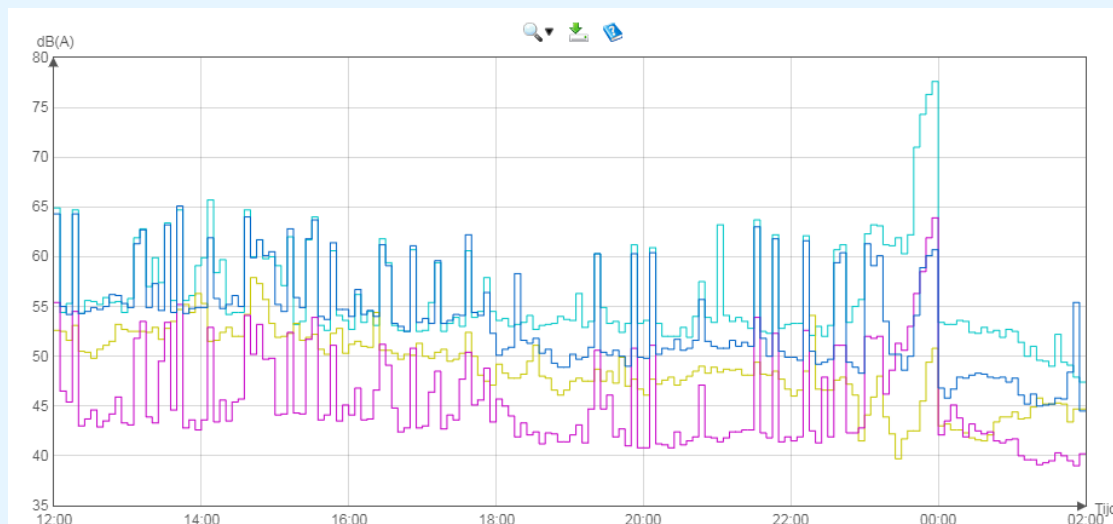
figuur 49: Housequake (op 12 mei 2012) met westenwind (beige Zuidoost, paars Villawijk, Blauwgroen Batadorp)



figuur 50: Lakedance (op 11 augustus 2012) met oostenwind (beige Zuidoost, paars Villawijk, Blauwgroen Batadorp)

In bovenstaande figuren is geïllustreerd dat bij oostenwind de muziek op alle locaties tot een verhoging leidt. Bij westenwind is alleen op de locatie Zuidoost een lichte verhoging vanwege muziek zichtbaar, wel is overal het gebruik van vuurwerk duidelijk te zien. Over evenementen kan geconcludeerd worden dat deze goed hoorbaar kunnen zijn, maar de mate waarop zeer afhankelijk is van de windrichting gedurende het evenement.

In de meetperiode 2017-2018 was het opvallend dat de Lakedance festivals tot 00:00 uur doorgingen in plaats van de gebruikelijke sluitingstijd van 23:00 uur (zie figuur 50). Extrema Outdoor was afwezig dit jaar, omdat ze verhuisd zijn naar een ander evenemententerrein. Ook afgelopen meetperiode gaf het afsluitende vuurwerk bij de festivals de hoogste geluidsniveaus. De evenementen hadden geen hogere geluidsniveaus dan vorige jaren tot gevolg (rekening houdend met windrichting).



figuur 51: Lakedance (op 12 augustus 2017) met noordwesten wind en vuurwerk net voor twaalfen (turquoise Zuidooost, paars Villawijk, blauw spoor, geel Batadorp).

4.8 Piekniveaus

De geluidsregelgeving voor weg- en railverkeer gaat uit van gemiddelde geluidsniveaus (L_{den} en L_{night}). Een bron van hinder kan echter ook het optreden van piekniveaus zijn. Om deze reden is aanvullend gekeken naar wat voor piekniveaus op de meetlocaties voorkomen. Vanuit de grote hoeveelheid data is het niet mogelijk om bronnen van piekniveaus aan te wijzen. Wel is het mogelijk inzichtelijk te maken welke niveaus voorkomen en hoe vaak op de meetlocaties. Hierbij zijn de metingen vooraf gefilterd om hele korte pieken uit de dataset te verwijderen. Deze niveaus worden bijvoorbeeld veroorzaakt door blaffende honden of een vogel die plots gaat zingen ter hoogte van de microfoon. Om verder zoveel mogelijk uit te gaan van de hier onderzochte bronnen is besloten om alleen de maand oktober te beschouwen voor dit onderdeel van het onderzoek. Dit omdat in voorgaande rapportages ook gekozen is voor oktober bij onderzoek naar piekniveaus vanwege weinig stoorlawaai.

In voorgaande rapportages is geconstateerd dat het op zijn stilst rond de 30-35 dB(A) is. De lawaaiigste momenten variëren van 70-90 dB(A). Destijds is geconcludeerd dat op alle locaties piekwaarden optreden van meer dan 70 dB(A). Ter hoogte van de locaties Zuidooost en het Spoor zijn de piekwaarden het hoogst, circa 82-83 dB(A), terwijl de locaties Batadorp en Villawijk vergelijkbaar lagere piekwaarden van circa 75 dB(A) tonen.

Zo is gekeken naar het gemiddelde aantal gebeurtenissen van meer dan 60 dB(A) op een werkdag en een weekenddag. Een gebeurtenis is gedefinieerd als één of meerdere seconden waarbij het geluidsniveau boven de 60 dB(A) is.

De onderstaande tabel geeft het aantal piekgeluiden per werkdag en weekenddag weer voor de verschillende locaties. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de dagperiode (7:00-19:00 uur), de avondperiode (19:00 -23:00 uur) en de nachtperiode (23:00-07:00 uur). Tussen haakjes staat de procentuele toe- of afname ten opzichte van het voorgaande jaar.

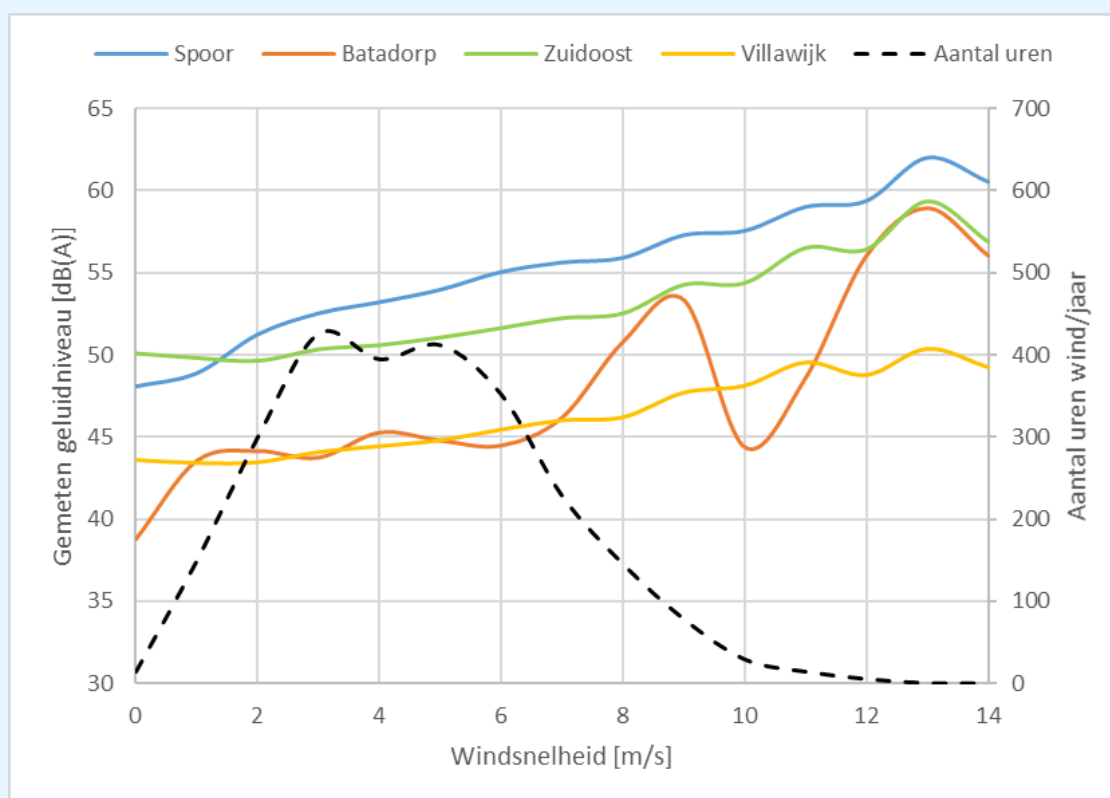
tabel 9: aantal piekgeluiden (gebeurtenis van >60 dB(A)) per dag in het weekend en op een werkdag in het meetjaar 2017-2018

Periode	Spoor	Zuidoost	Batadorp	Villawijk
	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend
Dag	911 (+12%)	743 (+54%)	496 (-54%)	446 (-19%)
Avond	146 (+14%)	126 (+8%)	85 (-51%)	70 (-44%)
Nacht	140 (-26%)	94 (-12%)	59 (-68%)	38 (-58%)
	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend
Dag	132 (-42%)	142 (+19%)	185 (-22%)	174 (+1%)
Avond	14 (-52%)	14 (-30%)	30 (-27%)	30 (+15%)
Nacht	5 (-92%)	8 (-72%)	9 (-69%)	

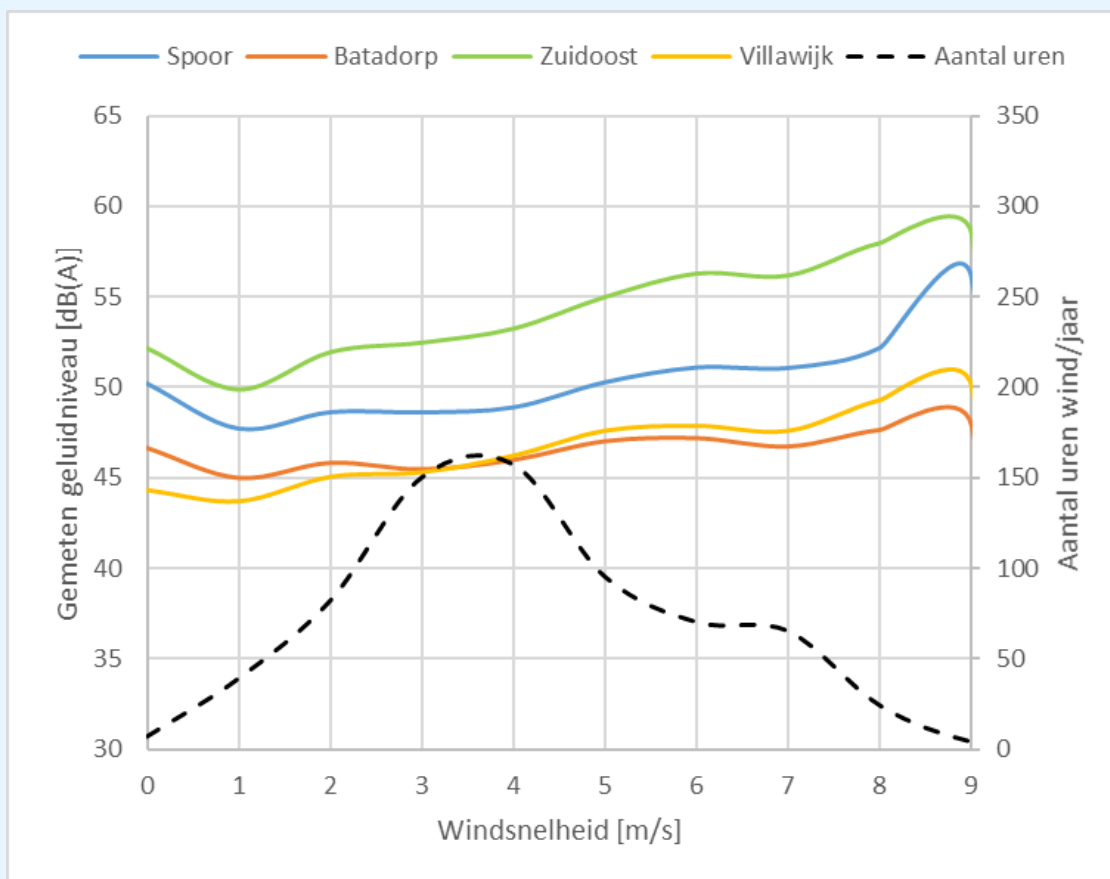
Uit deze tabel blijkt dat het aantal piekniveaus op locaties Zuidoost, Batadorp en Villawijk over het algemeen gedaald zijn, enkel bij locatie Spoor is een toename overdag en in de avond. De afname is met name aanzienlijk bij locatie Batadorp, en ook flink bij locatie Villawijk en locatie Zuidoost. Deze afname is groot vergeleken met vorig jaar, maar toen waren de toenames ook excessief, vooral in de nachtperiode, de geconstateerde waarden in 2017-2018 komen meer overeen met de periode 2015/2016.

4.9 Effect meteorologie

Aan de hand van een koppeling van geluidsniveaus met windsnelheids- en windrichtingsgegevens is een analyse per meetpunt gemaakt van bij welke meteorologische omstandigheden het meeste wegverkeersgeluid wordt gemeten. In de onderstaande figuur zijn de gemiddelde totaalniveaus als functie van de windsnelheid weergegeven voor zuidwestenwind en noordoostenwind in 2017/2018.



figuur 52: overzicht gemeten geluidsniveau (verticale as links) als functie van windsnelheid (horizontale as) bij zuidwestenwind op de verschillende meetlocaties. Eveneens weergegeven is het aantal uren gedurende de meetperiode dat een bepaalde windsnelheid voorkwam (verticale as rechts). De waarden zijn gemiddeld op basis van uurgemiddelde windsnelheden en uurgemiddelde geluidsniveaus.

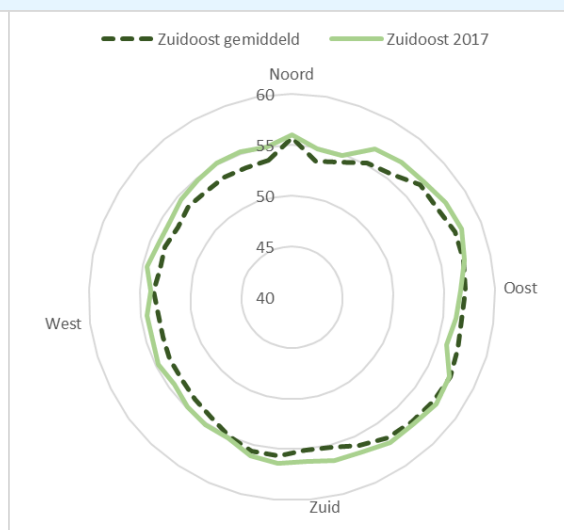


figuur 53: overzicht gemeten geluidsniveau (verticale as links) als functie van windsnelheid (horizontale as) bij noordoostenwind op de verschillende meetlocaties. Eveneens weergegeven is het aantal uren gedurende de meetperiode dat een bepaalde windsnelheid voorkwam (verticale as rechts). De waarden zijn gemiddeld op basis van uurgemiddelde windsnelheden en uurgemiddelde geluidsniveaus.

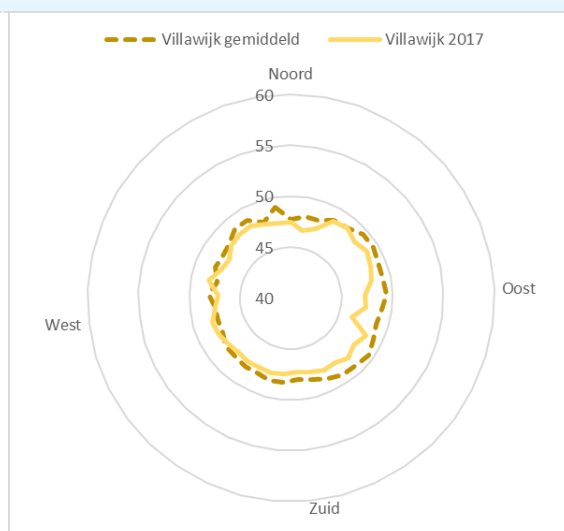
De bovenstaande figuren tonen de windrichtingsafhankelijkheid van geluidsniveaus op locatie. Zo zijn geluidsniveaus bij zuidwestenwind hoger op locatie Spoor en Batadorp, omdat de A58/A50/A2 hier ten zuiden ligt van de meetlocaties. Bij noordoostenwind (die overigens een stuk minder vaak voorkomt dan zuidwestenwind) zijn de niveaus hoger voor Zuidoost en Villawijk omdat hier de A2 en A50 ten oosten liggen.

De oorzaak van de fluctuerende lijn in figuur 52 van Batadorp bij hevige wind zou het gevolg kunnen zijn van beplanting of ander meebewegende omgevingsfactoren die door de wind juist afscherming of meer geluid creëren.

Onderstaande figuren geven dit overzichtelijk weer. Daarbij is een overzicht van het gemiddelde geluidsniveau van wegverkeer tussen 07:00 en 19:00 uur als functie van de windrichting weergegeven. Metingen zonder wind of bij veranderlijke wind is buiten beschouwing gelaten.



figuur 55: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Zuidoost



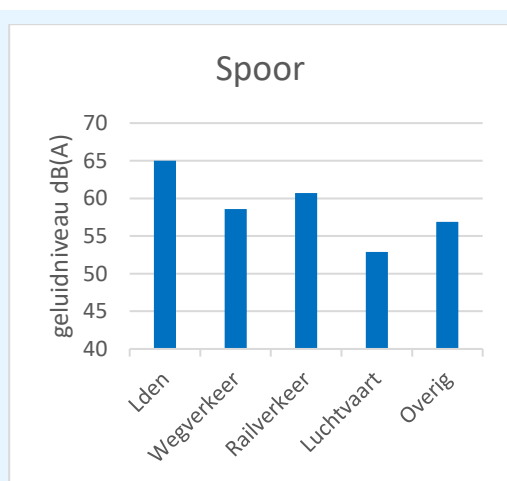
figuur 57: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Zuidoost

k:\doc\w\2011\135309\w2011135309r001v3.docx 29-08-2015

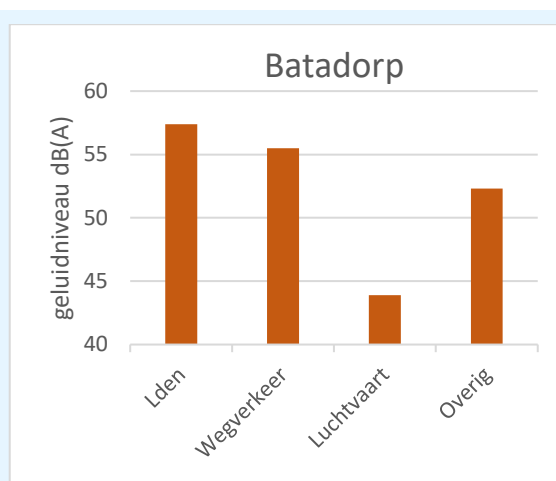
5. Conclusie

In deze rapportage hebben wij een beschrijvende analyse van zes jaar geluidsmetingen in de gemeente Best gepresenteerd. Deze metingen zijn op vier locaties uitgevoerd. De analyse wordt gemaakt van weg- en railverkeersgeluid, vliegverkeersgeluid, industriegeluid, evenementengeluid en piekgeluiden, evenals de invloed van de weersomstandigheden. Naast totaalniveaus over het meetjaar 2017-2018 is ook gekeken naar het gemiddelde van de jaren ervoor, om de meetresultaten van afgelopen meetperiode te kunnen vergelijken en in perspectief te kunnen plaatsen.

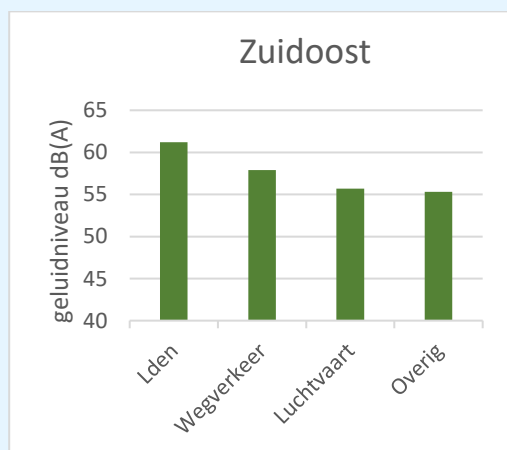
De totaalresultaten voor geluid hebben wij hieronder weergegeven in een viertal figuren.



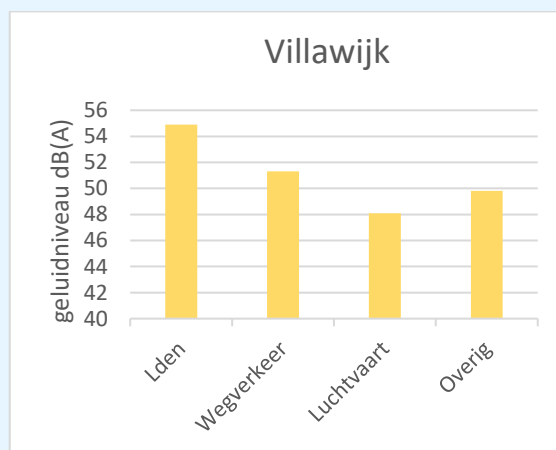
figuur 58: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Spoor



Figuur 59: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Batadorp



Figuur 60: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Zuidoost



Figuur 61: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Villawijk

Locatie Spoor

Op de locatie Spoor is railverkeer de dominante bron, anders dan de overige locaties waar wegverkeer de dominante bron is. In de afgelopen meetperiode is het lawaai veroorzaakt door passerende treinen net zoals vorig jaar licht afgenomen. Dit valt te verklaren door de inzet van stillere treinen door NS en goederenvervoerders. Het gemiddelde geluidsniveau daalt echter amper over de jaren. Dit komt doordat het aantal treinpassages toeneemt. Wegverkeerslawaai is lichtjes toegenomen en vliegtuiglawaai ook, maar omdat er minder geluid geclassificeerd is als 'overig' is het totale geluidsniveau afgenomen.

Locatie Batadorp

De gemeten geluidsniveaus als gevolg van wegverkeer zijn nagenoeg constant gebleven met vorig jaar. Er zijn meer vliegtuigpassages in de avond en nacht gemeten, maar minder overdag, dit heeft een lichte toename van het totale geluidsniveau tot gevolg. Het aantal piekniveaus boven 60 dB(A) neemt flink toe, maar het is niet duidelijk of dit rechtstreeks gerelateerd is aan de industrie. Wanneer de geluidsniveaus als functie van de windrichting worden onderzocht valt op dat bij locatie Batadorp een opvallende afname is van het meetbare wegverkeerslawaai bij zuidwestelijke wind. Deze eigenaardige schommeling is ook te zien wanneer de geluidsniveaus als functie van de windsnelheid worden getoond. Dit kan duiden op stoorlawaai dat bij hevigere wind vanuit het zuidwesten merkbaar wordt, waardoor het 'overig' geluidsniveau flink toeneemt.

Locatie Zuidoost

Op locatie Zuidoost zijn de gemeten geluidsniveaus gelijk gebleven. Wegverkeer is nagenoeg gelijk gebleven op deze locatie. De flinke toename van vliegtuigpassages heeft enkel gezorgd voor een lichte stijging in het vliegtuiglawaai. Het overige lawaai is relatief groot op deze locatie. Dit kan verklaard worden door een toename van het aantal treinpassages in de nacht die ook op deze locatie te horen is (en niet in railverkeer kan worden uitgesplitst), evenementen die plaatsvinden op Aquabest en blaffende honden nabij het meetpunt (al zijn deze er grotendeels uitgefilterd).

Locatie Villawijk

Op deze locatie zijn de geluidsniveaus het afgelopen meetjaar het meest afgenomen. Met name wegverkeer had vorig jaar nog een grote stijging en is nu weer op het niveau van 2015/2016. Ditzelfde patroon is ook zichtbaar bij het luchtverkeerslawaai. Vorig jaar werd de grote stijging van het overige geluid onder andere verklaard door vogels die dichtbij de microfoon kwamen. Het lijkt erop dat dit afgelopen meetjaar aanzienlijk minder het geval was waardoor het overige geluidsniveau gedaald is.

De trends per bronsoort zijn ook weergegeven in onderstaande vier tabellen.

tabel 10: overzicht trends per bronsoort locatie Spoor

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Totaal	67.7	65.5	64.9	64.7	65.5	65.0
Wegverkeer	58.3	57.7	58.2	57.7	58.0	58.6
Railverkeer	64.5	63.2	61.3	61.9	61.3	60.7
Luchtvaart	53.2	55.5	54.0	53.6	52.1	52.9
Overig	55.6	46.8	40.0	49.9	59.5	56.9

tabel 11: overzicht trends per bronsoort locatie Batadorp

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Totaal	55.7	56.7	57.8	56.0	57.4	57.4
Wegverkeer	53.2	54.4	55.0	54.7	55.5	55.5
Luchtvaart	40.9	43.1	44.8	42.6	44.9	43.9
Overig	48.0	39.1	49.8	49.0	53.3	52.3

tabel 12: overzicht trends per bronsoort locatie Zuidoost

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Totaal	60.7	60.4	61.1	60.2	61.1	61.2
Wegverkeer	57.0	57.3	57.3	57.5	58.1	57.9
Luchtvaart	51.9	54.6	54.4	54.1	55.1	55.7
Overig	54.6	46.6	53.3	50.4	56.9	55.3

tabel 13: overzicht trends per bronsoort locatie Villawijk

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Totaal	55.8	56.6	56.2	54.2	56.7	54.9
Wegverkeer	51.5	51.7	51.9	51.9	53.1	51.3
Luchtvaart	46.4	49.2	48.1	47.4	50.2	48.1
Overig	46.2	28.5	44.5	45.6	52.3	49.8

In dit onderzoek is ook gekeken naar het voorkomen van piekniveaus, omdat deze geluiden vaker voor overlast kunnen zorgen. Geconstateerd is dat veel minder piekgeluiden boven de 60 dB(A) zijn gemeten op zowat alle locaties behalve op de locatie Spoor. In tegenstelling tot vorig jaar zijn geen zeer hoge niveaus gemeten bij vliegtuigpassages (tot 100 dB(A)). De vermindering van het aantal piekniveaus en zeer luide vliegtuigpassages kunnen een positief effect hebben op de hinderervaring.

Scheepvaart is niet geregistreerd, omdat dit onvoldoende onderscheidend vermogen had. De evenementen die plaats hebben gevonden zijn wel herkenbaar, maar hebben geen invloed op de L_{den} waarden over een langere periode. Wel is duidelijk dat de windrichting ten tijde van een evenement een sterke invloed heeft. Bij (zuid)oosten wind is een muziekevenement op Aquabest in grote delen van Best te horen.

Ongunstige wind kan leiden tot 3-5 dB hogere geluidsniveaus vanwege het wegverkeer vergeleken met gunstige wind. De windrichting bepaalt tot een zekere mate de vliegrichting van vliegtuigen. De afspraak om aan baanspreiding te doen is waarschijnlijk de oorzaak dat meer vliegtuigen over Batadorp opstijgen. Die daardoor beter gedetecteerd worden op de meetpunten Batadorp en villawijk.

De meetresultaten zijn ook vergeleken met de geluidsniveaus die berekend zijn in het kader van de Europese richtlijn omgevingslawaai. Uit deze metingen blijkt dat het geluidsniveau van het weg- en railverkeer licht afwijkt van de berekende geluidsniveaus. Deze kaart laat alleen een jaargemiddelde waarde zien. Uit het voorliggende rapport blijkt dat binnen een jaar een flinke variatie aan geluidsniveaus optreden en ook piekniveaus geconstateerd zijn. Luchtvaart is niet gerapporteerd in L_{den} voor de Europese richtlijn, waardoor geen vergelijking tussen meting en berekening heeft plaatsgevonden.

Doordat de metingen doorlopen wordt de vinger aan de pols gehouden wat het effect is van de toenemende aantallen vluchten en de groei van het weg- en railverkeer. Deze toename (ook voor industrie) is door het economische herstel sneller gegaan dan voorheen. Deze snelle toename was over het meetjaar 2016/2017 duidelijk zichtbaar en deze trend is afgelopen meetjaar lichtjes gestagneerd.



ir. M.H.J. (Mark) Bakermans
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

Bijlage 1

Titel	Begrippenlijst en overzicht nauwkeurigheden meetsysteem
Omvang	5 pagina's
Bron	-
Toelichting	Uitleg van de gehanteerde begrippen in deze rapportage en een beschrijving van de (on)nauwkeurigheden van het meetsysteem.

Begrippenlijst

begrip/terminologie	notatie	omschrijving
Immissiepunt		De plaats waar het geluidsniveau wordt bepaald.
Emissie		De hoeveelheid geluid die door een bron wordt geproduceerd.
Stoorgeluid		Het op een bepaalde plaats optredende geluid, veroorzaakt door andere geluidsbronnen dan die waarvan het geluidsniveau wordt bepaald.
Dagperiode		De beoordelingsperiode van 07.00 tot 19.00 uur.
Avondperiode		De beoordelingsperiode van 19.00 tot 23.00 uur.
Nachtperiode		De beoordelingsperiode van 23.00 tot 07.00 uur.
Meethoogte	Hm [m]	De hoogte van het immissiepunt boven maaiveld, waarop de microfoon voor de geluidsmetingen zich bevindt.
Equivalent geluidsniveau	L _{Aeq} [dB(A)]	Het energetisch gemiddelde van de fluctuerende niveaus van het ter plaatse, in de loop van een bepaalde periode optredende geluid (T)
Sound Exposure Level (SEL)	SEL [dB(A)]	Het geluidsdrukniveau dat gedurende 1 seconde dezelfde hoeveelheid energie (dosis) vertegenwoordigt als het werkelijke geluid in de tijd T.
Maximale geluidsniveau	L _{Amax} [dB(A)]	Het maximaal te meten A-gewogen geluidsniveau in de meterstand 'fast' en gecorrigeerd voor de meteocorrectieterm C _m .
L _{den}	L _{den} [dB]	Het gewogen gemiddelde geluidsniveau over een dag. Geluid over de avondperiode krijgt een toeslag van 5 dB en over de nachtperiode van 10 dB. De waarde wordt met de volgende formule berekend: $L_{den} = 10 \cdot 10 \log \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24}$

Onnauwkeurigheden

Inleiding

De centrale vraag met betrekking tot meetonnauwkeurigheden wordt omschreven als:

Wat zijn de onnauwkeurigheden binnen het project en kunnen deze worden gekwantificeerd?

De nauwkeurigheid van een meetsysteem wordt door meerdere factoren bepaald, zoals de microfoon, de geluidsmeter, de kalibratie, de geluidsoverdracht, de bronsterkte en de herkenning.

De nauwkeurigheid is daarmee niet alleen afhankelijk van de nauwkeurigheid van de meetapparatuur, maar ook van de meetmethode. In dit hoofdstuk worden de verschillende onnauwkeurigheden beschouwd.

De theorie van foutenanalyse kent een scheiding tussen twee soorten fysische metingen, namelijk: *Reproduceerbare metingen*: hier worden de fouten die worden gemaakt aangeduid als een absolute fout of relatieve fout.

Niet-reproduceerbare metingen: hier worden de fouten die worden gemaakt aangeduid als een toevallige of statistische fout.

In de literatuur worden verschillende synoniemen gebruikt voor hetzelfde fenomeen: foutenanalyse, meet(on)nauwkeurigheid, meettolerantie of (fout)marge. In alle gevallen wordt bedoeld dat een meetresultaat nimmer 100% juist is. Elk meettoestel heeft zijn beperkingen. Bij een fysische meting moet altijd bekend zijn wat de meetnauwkeurigheid is. De meetnauwkeurigheid moet gezien worden als een kenmerkende eigenschap van het meetapparaat.

Een meetnauwkeurigheid bij reproduceerbare metingen kan op verschillende manieren worden gedefinieerd. Een bekende methode is het definiëren van de relatieve nauwkeurigheid als een vast percentage van de gemeten waarde of van volle schaal ($n\%$ (F.S.)). Een andere methode is het definiëren van de absolute meetnauwkeurigheid (± 0.1 mm, ± 1 m/s, ± 1 dB). Uiteindelijk komt het erop neer, dat de meetnauwkeurigheid een interval van het meetbereik definieert, waarbinnen de gezochte waarde met zekerheid ligt. Indien met één meetapparaat onder volkomen identieke omstandigheden een reproduceerbare meting wordt verricht, is de meetfout telkens gelijk en geeft een systematische afwijking.

Een meetnauwkeurigheid bij niet-reproduceerbare metingen heeft een statistisch karakter. Door het uitvoeren van meerdere metingen onder gelijke omstandigheden treedt toch een spreiding in de meetwaarde op. Met behulp van statistische technieken, zoals het berekenen van de standaarddeviatie, kan een uitspraak gedaan worden over de meetnauwkeurigheid.

Indien een waarde wordt afgeleid, dus berekend, uit diverse gemeten waarden, dan werkt de meettolerantie van alle afzonderlijk gemeten waarden door in de nauwkeurigheid van de berekende waarde.

Zowel de standaardrekenmethode II uit het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006, de Handleiding meten en rekenen industrielawaai uit 1981 (IL-HR-13-01) als de versie uit 1999 (HMRI) beschrijven eenduidig, dat geluidsmetingen reproduceerbaar moeten zijn (respectievelijk pagina 1-19 en pagina 33 in beide laatstgenoemde handleidingen). Dit rechtvaardigt de conclusie dat bij een enkele geluidsmeting altijd een meettolerantie aanwezig is.

Bij het meten van een geluidsniveau met behulp van een geluidsmeter is ook sprake van een meettolerantie. Hierbij spelen twee meettoleranties een rol:

- De meettolerantie van de geluidsmeter. Dit is een reproduceerbare meetfout, met de bijbehorende absolute of relatieve fout.
- De variatie in de gebeurtenis, die gemeten wordt. Dit is een niet-reproduceerbare meetfout, met de bijbehorende statistische fout.

Toegepast op een meetmast langs het spoor is uiteraard de meettolerantie van de geluidsmeter altijd aanwezig. Echter, van een niet-reproduceerbare meetfout ten gevolge van de gemeten gebeurtenis is geen sprake. Dit wordt nader toegelicht.

Een meetmast staat opgesteld langs of in de nabijheid van het spoor. Het meetsysteem bepaalt telkens over een periode van één seconde het equivalente geluidsniveau en bewaart deze waarde. De één seconde-waarden zijn onderling geheel onafhankelijke meetwaarden. Immers, elke waarde beschrijft het geluid over een periode van de voorgaande ene seconde. Wat er in de n-de meetperiode gebeurt, heeft niets te maken met wat er in de voorafgaande (n-1)-de periode gebeurde of wat er in de volgende (n+1)-de periode gaat gebeuren. Een dag bestaat uit allerlei gebeurtenissen, het ene moment komen er meerdere treinen voorbij en enkele momenten later is sprake van geen enkele trein.

De essentie van het voorgaande is, dat er geen sprake is van een herhaalde meting van een reproduceerbare gebeurtenis. Statistische technieken mogen derhalve niet worden toegepast tussen de verschillende één seconde-waarden. Tevens zit in elke één seconde-waarde dezelfde systematische afwijking van de geluidsmeter en daarmee ook in het berekende geluidsniveau over de gehele periode.

De meettolerantie van de meetketen in de meetmast wordt daarmee bepaald door de nauwkeurigheid van de geluidsmeter. Hiermee komen we bij de meetapparatuur, hetgeen in het navolgende paragrafen is beschreven.

Nauwkeurigheid meetapparatuur

Het meetsysteem voldoet conform opgave niet formeel aan de eisen van de norm IEC-651. Wel is we sprake van een microfoon volgens klasse 2. Bij ieder bezoek ter plaatse wordt de meetketen gekalibreerd. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de nauwkeurigheid van het meetsysteem overeenstemt met de eisen van de norm IEC-651, klasse 2 met uitzondering van de meetpositie langs het spoor waar gebruik is gemaakt van een meetsysteem overeenkomstig de eisen van de norm IEC-651, klasse 1.

Binnen deze norm wordt de tolerantie in het totaal gemeten geluidsniveau niet gedefinieerd. Wel wordt voor de verschillende klassen aangegeven wat de toegestane toleranties [in dB] zijn in de verschillende weegfilters (tertsbanden).

tabel B1.1 Toleranties op de frequentiekaracteristiek voor verschillende types geluidsniveaumeters volgens IEC 651 (Info: IEC 651)

Nominal frequency [Hz]	Type 1	Type 2
20	± 2	±
25	±1.5	±2
31.5	±1.5	±2
40	±1.5	±2
50	±1.5	±2
63	±1.5	±2
80	±1.5	±2
100	±1	±1.5
125	±1	±1.5
160	±1	±1.5
200	±1	±1.5
250	±1	±1.5
315	±1	±1.5
400	±1	±1.5
500	±1	±1.5
630	±1	±1.5
800	±1	±1.5
1000	±1	±1.5
1250	±1	±1.5
1600	±1	±2
2000	±1	±2
2500	±1	±2.5
3150	±1	±2.5
4000	±1	±3
5000	±1.5	±3.5
6300	+1.5 / -2	±4.5
8000	+1.5 / -3	±5
10000	+2 / -4	+5 / -∞

De akoestisch relevante octaafbanden lopen van 31.5 tot en met 8.000 Hz. Over het grootste en maatgevende deel van het spectrum is de absolute fout ± 1.5 dB. In de praktijk dragen de laagste en hoogste octaafbanden slechts in geringe mate bij aan het totaalniveau.

Het is derhalve een verdedigbare aanname om te stellen dat het gemeten, totale geluidsniveau van het klasse 1 meetsysteem een absolute fout van ± 1 dB bevat. Voor de andere systemen kan worden uitgegaan van een absolute fout van ± 1.5 dB.

Overigens is in norm IEC-61672 voor alle bedrijfscondities van een geluidsmeter de toegestane tolerantie gedefinieerd. De toleranties in de weegfilters wijken af van de IEC-651 (grotere toleranties zijn toegestaan). Er zijn toegestane toleranties ten gevolge van de level linearity (± 1.1 dB), toneburst response (niet constante signalen, ± 0.8 dB), variatie als gevolg van minimale en maximale voedingsspanning (± 0.3 dB), luchtdruk (± 0.7 dB), temperatuur (± 0.8 dB), relatieve vochtigheid (± 0.8 dB) en de invloed van elektromagnetische straling (± 1.3 dB).

Veel van deze toleranties tellen op, zodat een totale tolerantie van meerdere dB's theoretisch mogelijk is. In de praktijk is er sprake van uitmiddeling.

Het is van belang gedurende de metingen de varianties van alle meetsystemen hetzelfde te houden. Naast het feit dat continu met dezelfde meetsystemen op relatief korte afstand van elkaar wordt gemeten, wordt elk bezoek ook gekalibreerd met dezelfde kalibrator.

Vanuit het meetsysteem worden de resultaten verder digitaal verzonden en opgeslagen. Van fouten tijdens verzending en opslag is geen sprake.

Uit het voorgaande blijkt dat een meettolerantie tot 1.5 dB voor het meetpunt langs het spoor tot 2 dB voor de andere meetpunten als redelijk mag worden beschouwd.