

Analyse geluidsmetingen Best na vijf jaar meten

Geluidsmonitoring op vier posities in de gemeente Best

Analyse na vijf jaar meten

Status	concept
Versie	002
Rapport	V.2011.1353.08.R001
Datum	19 oktober 2017

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Best Postbus 50 5680 AB BEST
Contactpersoon	de heer T. van Bergen 0499 36 09 11 t.van.bergen@gembest.nl
Project Betreft Uw kenmerk	Geluidsmonitoring gemeente Best Analyse na vijf jaar -
Rapport Datum Versie Status	V.2011.1353.08.R001 19 oktober 2017 002 concept
Uitgevoerd door	DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
Informatie	J.T. (Jesper) van Meerveld MSc 088 346 78 51 JMV@dgmr.nl
Auteur	J.T. (Jesper) van Meerveld MSc 088 346 78 51 JMV@dgmr.nl
Verantwoordelijk	ir. M.H.J. (Mark) Bakermans 088 346 78 50 bk@dgmr.nl
Verwerkt door	BK BRA JLI

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
3. Meetmethode	8
4. Resultaten	9
4.1 Algemeen	9
4.2 Totaalniveaus	9
4.3 Wegverkeer	13
4.4 Railverkeer	22
4.5 Luchtvaart	27
4.6 Industrie	31
4.7 Evenementen	32
4.8 Piekniveaus	33
4.9 Effect meteorologie	33
5. Conclusie	36

Bijlagen

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

1. Inleiding

In opdracht van de gemeente Best voert Sensornet BV langdurige, 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. Het doel van het onderzoek is om de 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), railverkeer (spoor Den Bosch - Eindhoven), Industrie (bedrijventerrein Breeven), evenementen (te Aquabest) en zo mogelijk scheepvaart (Wilhelmina en Beatrixkanaal). De metingen zijn gestart in het voorjaar van 2012 en lopen de komende jaren nog door.

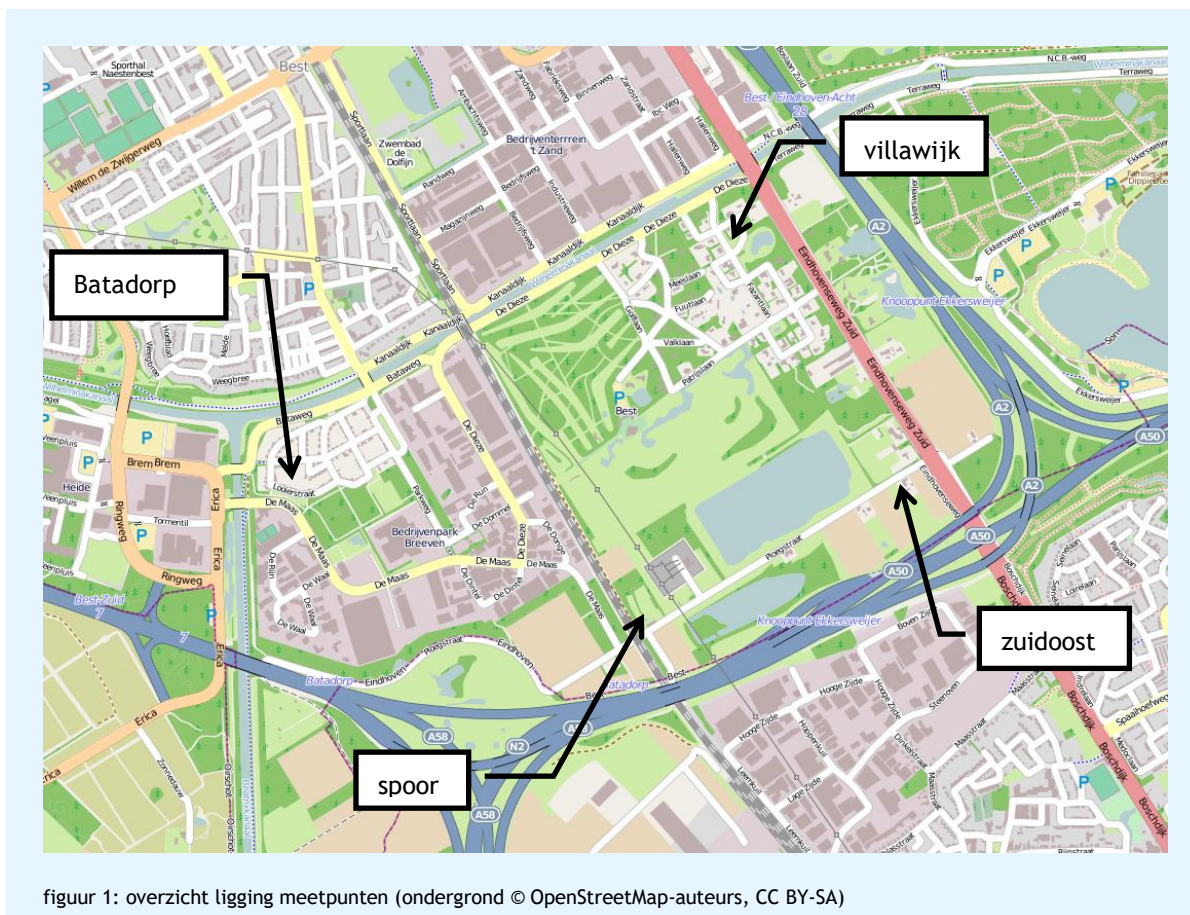
DGMR heeft de meetdata van Sensornet gebruikt om analyses uit te voeren van deze metingen. Dit rapport geeft het resultaat van de analyses over vijf jaar geluidsmetingen weer.

Voor deze rapportage kijken we naar de bijdrage van de individuele bronnen (zover mogelijk) op de geluidsniveaus gedurende vijf 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 aandacht voor piekniveaus, omdat omwonenden hebben aangegeven hier relatief veel hinder van te ondervinden. Ten slotte kijken wij ook naar de ervaren hinder van luchtverkeerslawaai aan de hand van het GGD hinderonderzoek vliegverkeer Eindhoven.

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.



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

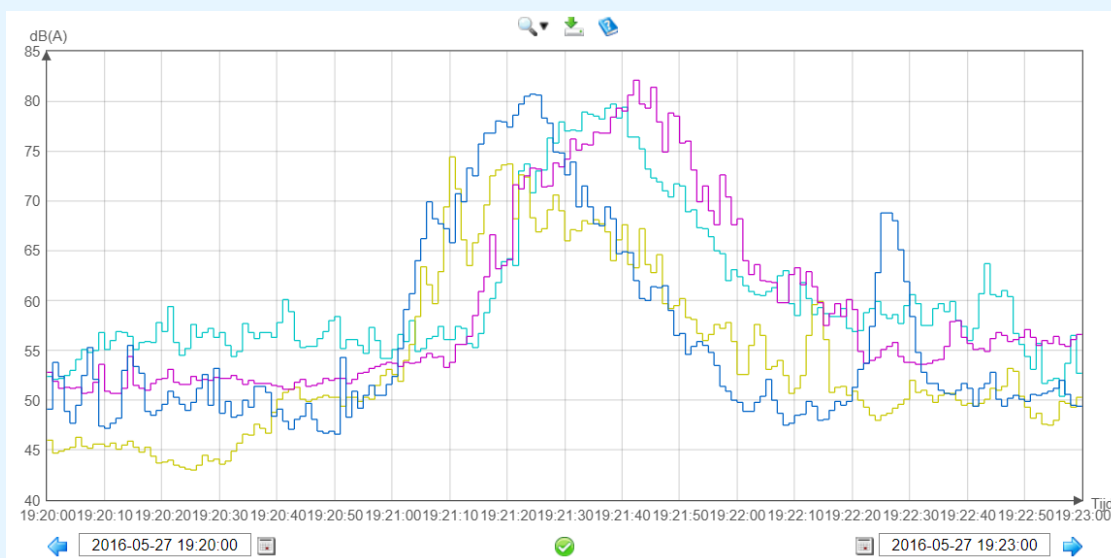
De metingen zijn opgestart in februari 2012 en lopen nog een aantal jaren door. Om de verschillende jaren goed met elkaar te kunnen vergelijken, kijken wij in dit rapport alleen naar data vanaf maart 2012 (ieder meetjaar loopt van maart t/m februari). Dit in tegenstelling tot vorige rapportages, waarbij 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, is 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 een vliegtuigpassage. In deze grafiek zijn locatie Spoor (donkerblauw), Batadorp (geel), Zuidoost (lichtblauw) en Villawijk (fuchsia) weergegeven. De piek rechts in het figuur (donkerblauw) is een treinpassage langs locatie Spoor.

4. Resultaten

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk presenteren wij de resultaten. Daarbij bekijken wij 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 Totaalniveaus

4.2.1 Trend over vijf jaar

De onderstaande tabel geeft de gemeten totaalniveaus (in L_{den}) van de afgelopen vijf jaar weer.

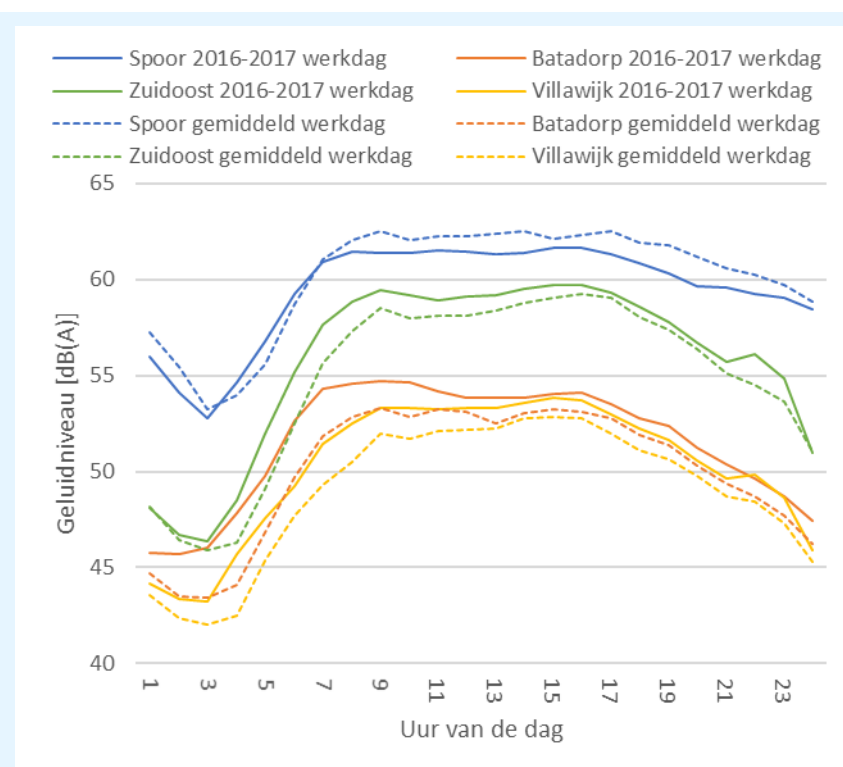
tabel 2: verloop gemeten totaalniveaus (in L_{den}) voor de vier verschillende locaties

Locatie	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017
Spoor	67.3	65.9	64.3	64.9	64.7
Batadorp	54.1	54.2	55.9	55.5	57.0
Zuidoost	59.5	59.1	59.9	59.5	60.8
Villawijk	53.3	53.4	53.3	53.6	55.2

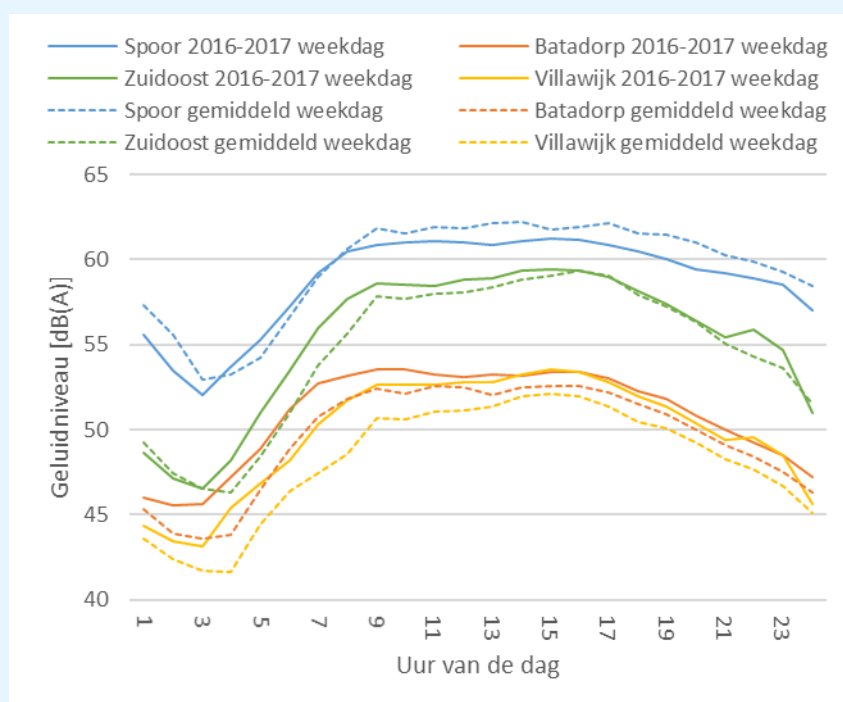
Uit de tabel valt op te maken dat de locatie Spoor de hoogste geluidsniveaus ondervindt, gevolgd door de locatie Zuidoost. In vergelijking met vorige jaren zijn op alle locaties de geluidsniveaus toegenomen (circa 1.5 dB), met uitzondering van de locatie Spoor. Verderop in dit rapport is per locatie onderzocht wat de verklaring is voor deze stijging.

4.2.2 Verloop gedurende een dag of week

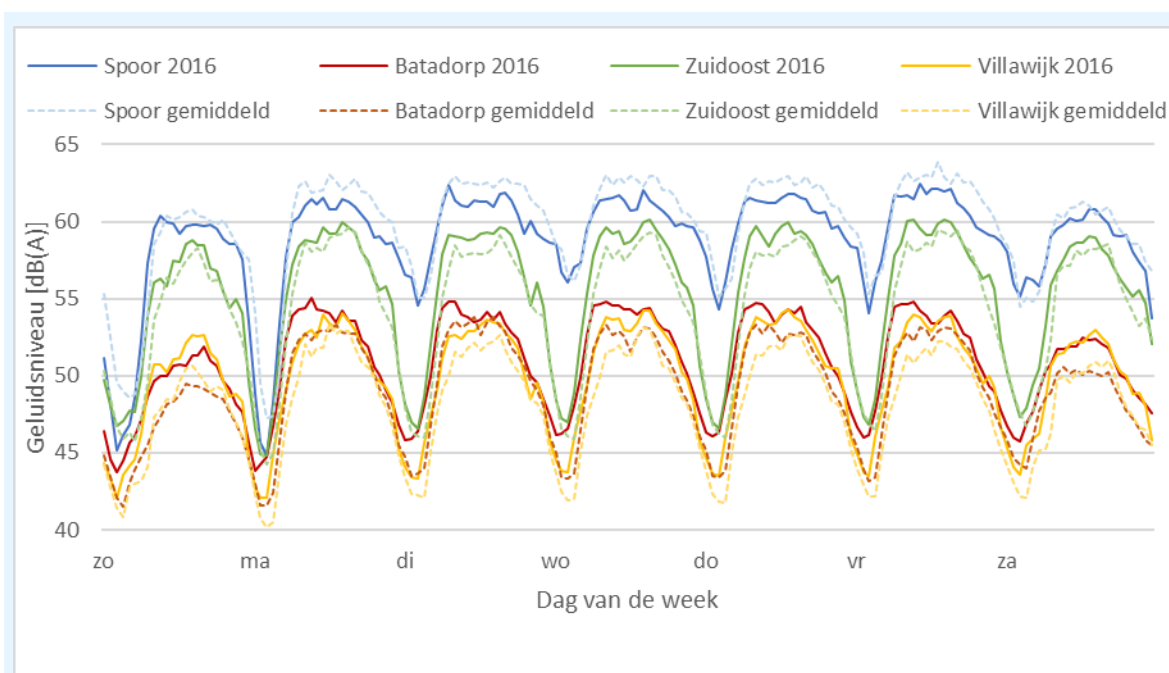
Omgevingsgeluid varieert afhankelijk van het tijdstip en de dag van de week. Om inzicht te krijgen in dit verloop zijn de gemiddelde geluidsniveaus gedurende een gemiddelde werkdag (maandag t/m vrijdag), weekdag (maandag t/m zondag) en het verloop over een week weergegeven per locatie in onderstaande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



figuur 8: werkdaggemiddelde voor 2016-2017 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen 4 jaar (stippellijn)



figuur 9: weekdaggemiddelde voor 2016-2017 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over 4 jaar (stippellijn)



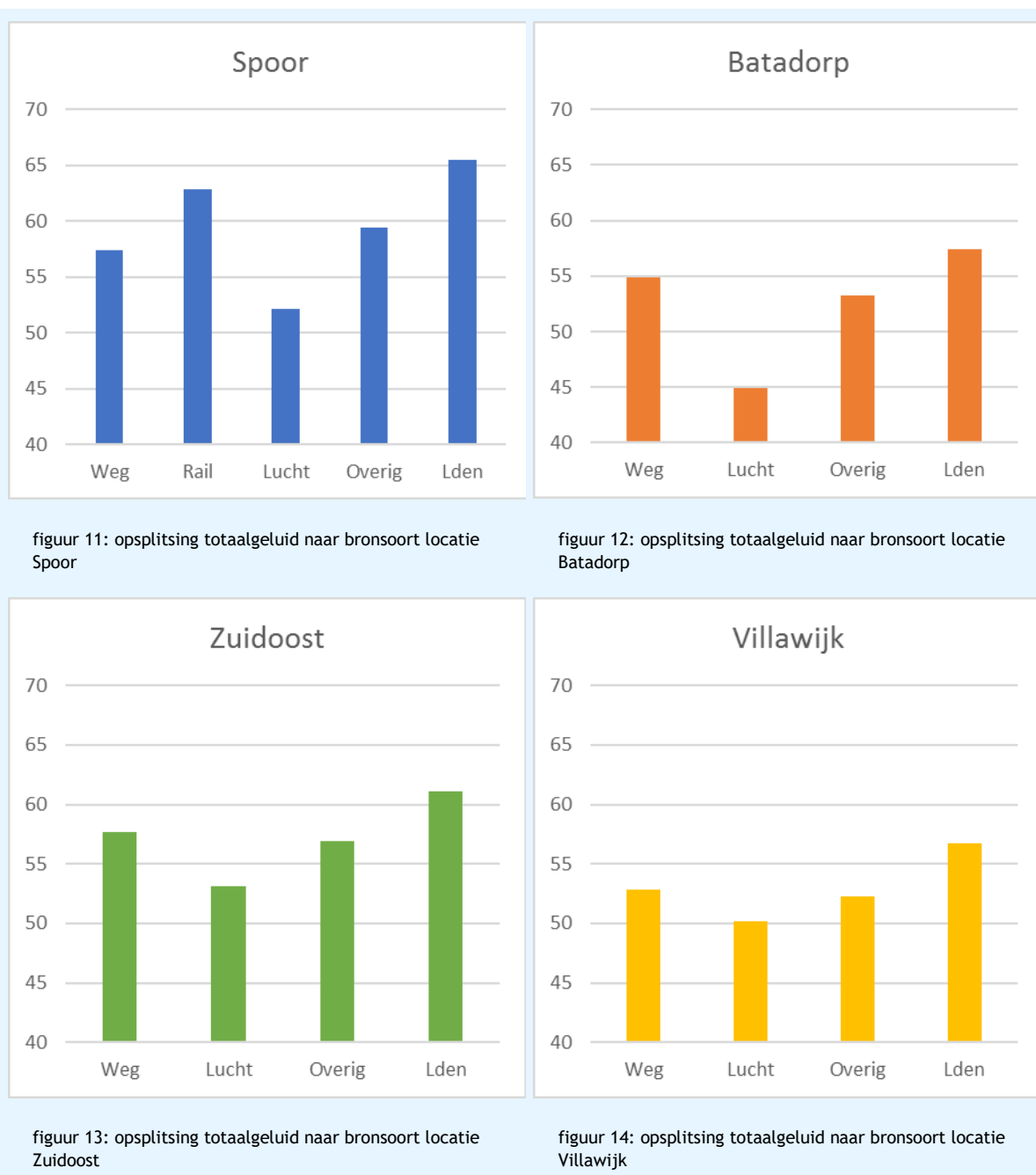
figuur 10: verloop van geluid over dagen van de week. Gemiddelde voor 2016-2017 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen 4 jaar (stippellijn) per locatie.

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

Wat opvalt aan de afgelopen meetperiode (2016-2017) is dat op locatie Spoor overdag lagere geluidsniveaus worden gemeten, terwijl in de nacht geen afname te bemerken is. Bij de locaties Batadorp, Zuidoost en Villawijk is een toename in geluidsniveaus te zien in met name de late nacht en vroege ochtend tot na de ochtendspits. Op de locaties Batadorp en Villawijk zijn ook significante toenames in het weekend gemeten ten opzichte van voorgaande jaren.

4.2.3 Onderverdeling in bronsoorten

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



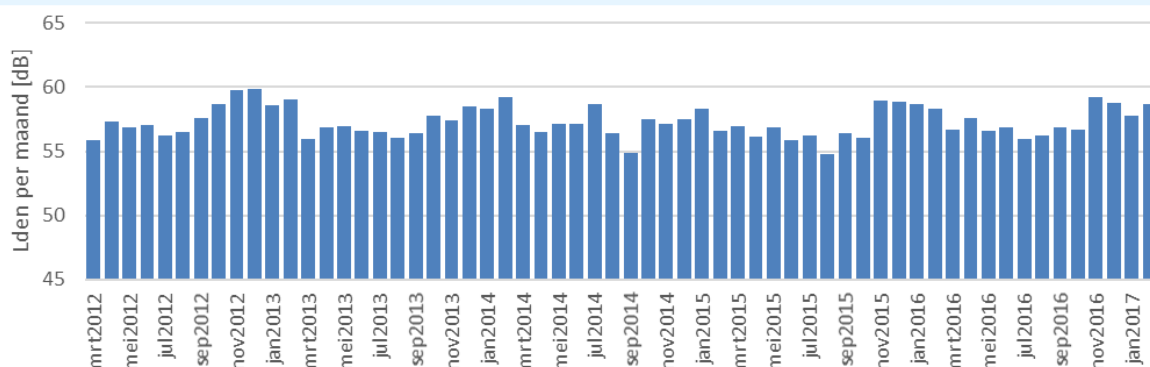
In de figuren is te zien dat voor het totale geluidsniveau (de L_{den}) van het afgelopen meetjaar (2015-2016) het wegverkeer op de meeste locaties maatgevend is. De uitzondering is de locatie langs het spoor waar het railverkeer maatgevend is. Luchtvaart heeft echter ook een meetbare invloed op de totaalniveaus van alle meetposities. Bij het overige geluid moet men denken aan fluitende vogels, grasmaaiers, blaffende honden of bijvoorbeeld muziek op festivaldagen. Op de locaties Batadorp en Villawijk zijn ook treinen waargenomen. Deze zijn er 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.

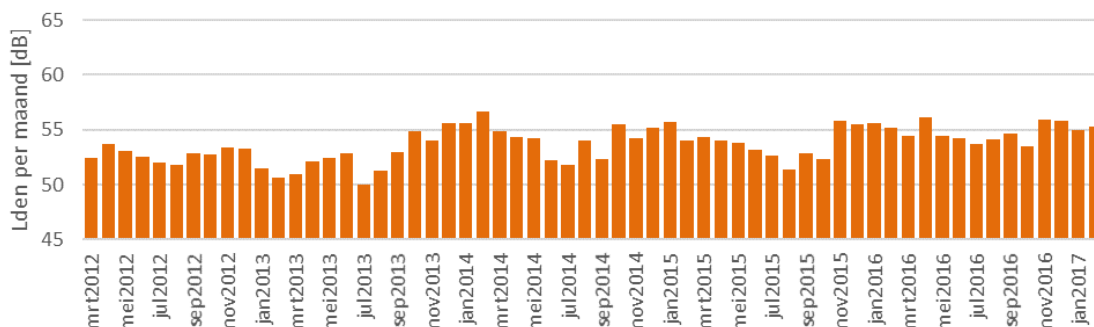
4.3 Wegverkeer

4.3.1 Trend over vijf jaar

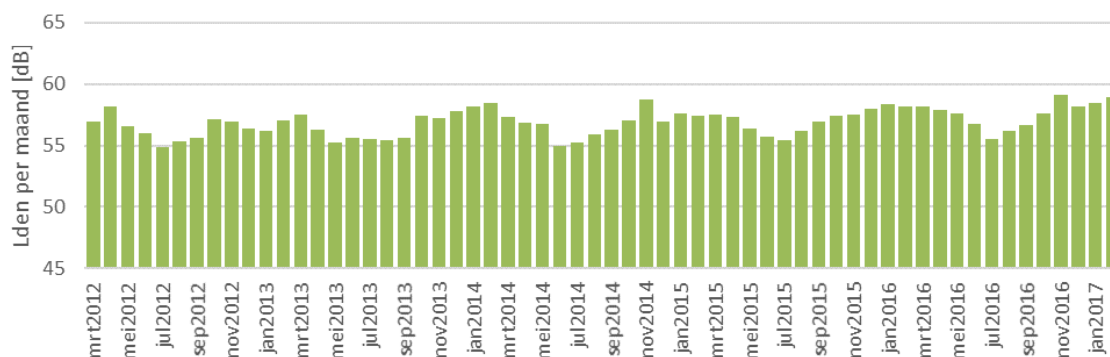
De onderstaande figuren geven het verloop van de gemeten niveaus weer van de afgelopen vijf jaar als gevolg van het wegverkeer voor de verschillende locaties. Te zien zijn de gemiddelde niveaus per maand voor de meetperiode. Hierbij zijn de belangrijkste bronnen de A2 en de A58.



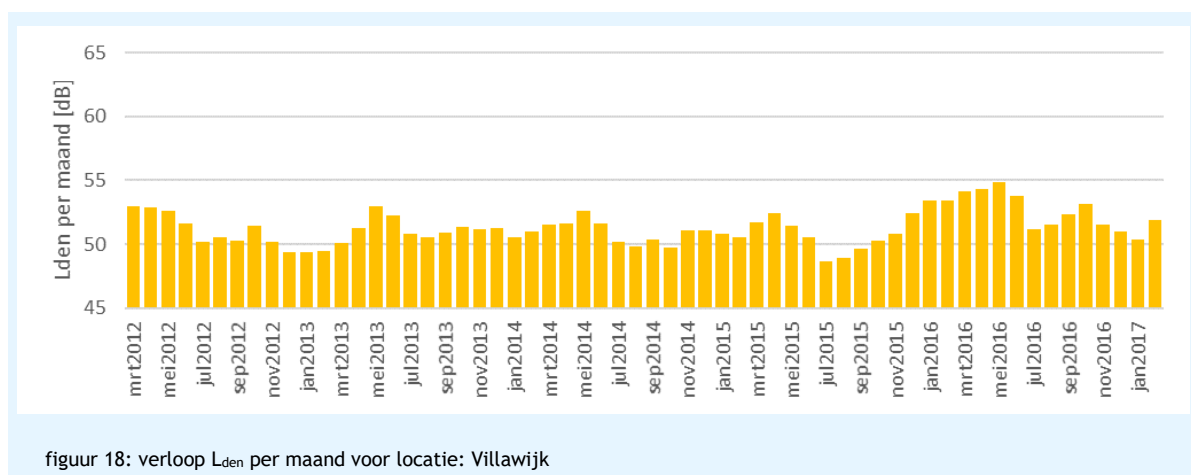
figuur 15: : verloop L_{den} per maand voor locatie: Spoor



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



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



In de figuren is te zien dat per maand het geluidsniveau fluctueert. Daarbij is zichtbaar dat met name in de zomerperiodes (juli/augustus) er minder geluid is vanwege wegverkeer. Opvallend is de stijging in niveaus vanaf december 2015. Deze stijging is op alle meetpunten zichtbaar, al is dit minder sterk op meetpunt Zuidoost. Wat verder opvalt is dat op de locaties Batadorp en Spoor eenzelfde fluctuatie door de tijd te zien is, met name vanaf november 2015.

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

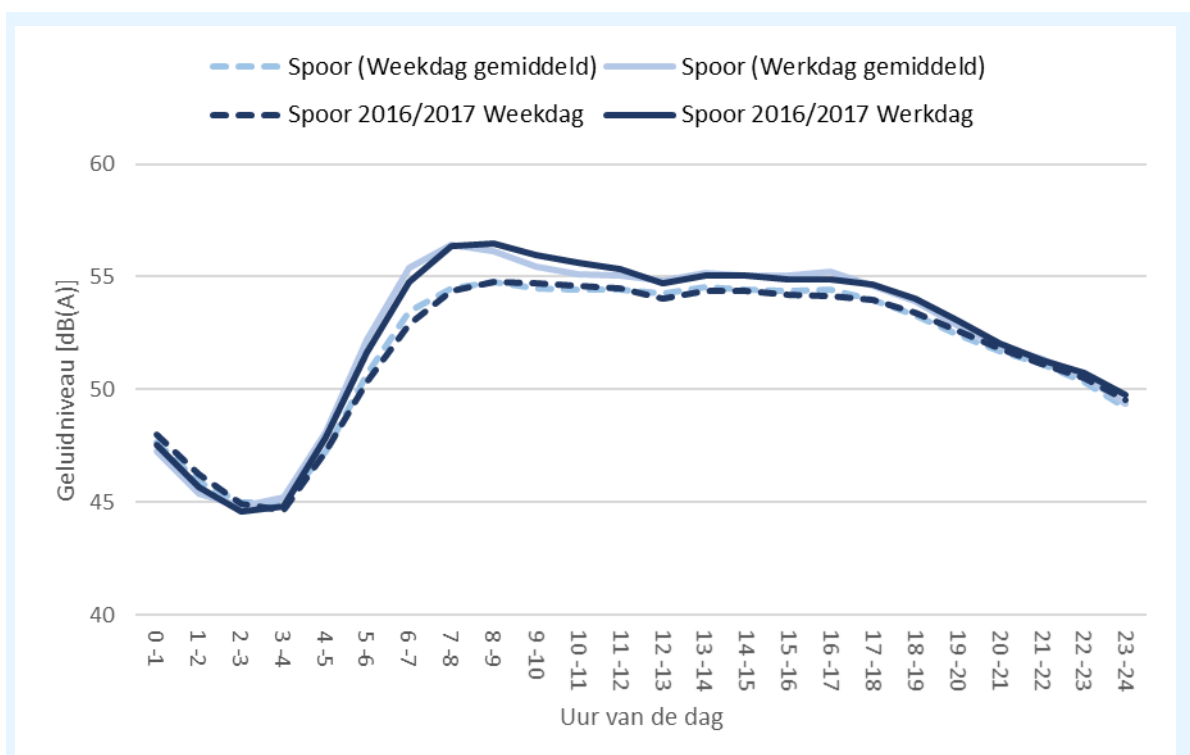
tabel 3: verloop jaargemiddelde geluidsniveaus wegverkeer over de afgelopen vijf jaar

Meetjaar	Spoor	Batadorp	Zuidoost	Villawijk
2012/2013	58.0	52.6	56.5	51.1
2013/2014	57.3	53.7	56.8	51.3
2014/2015	57.2	54.2	56.9	51.0
2015/2016	57.2	54.1	57.2	51.4
2016/2017	57.4	54.8	57.7	52.8

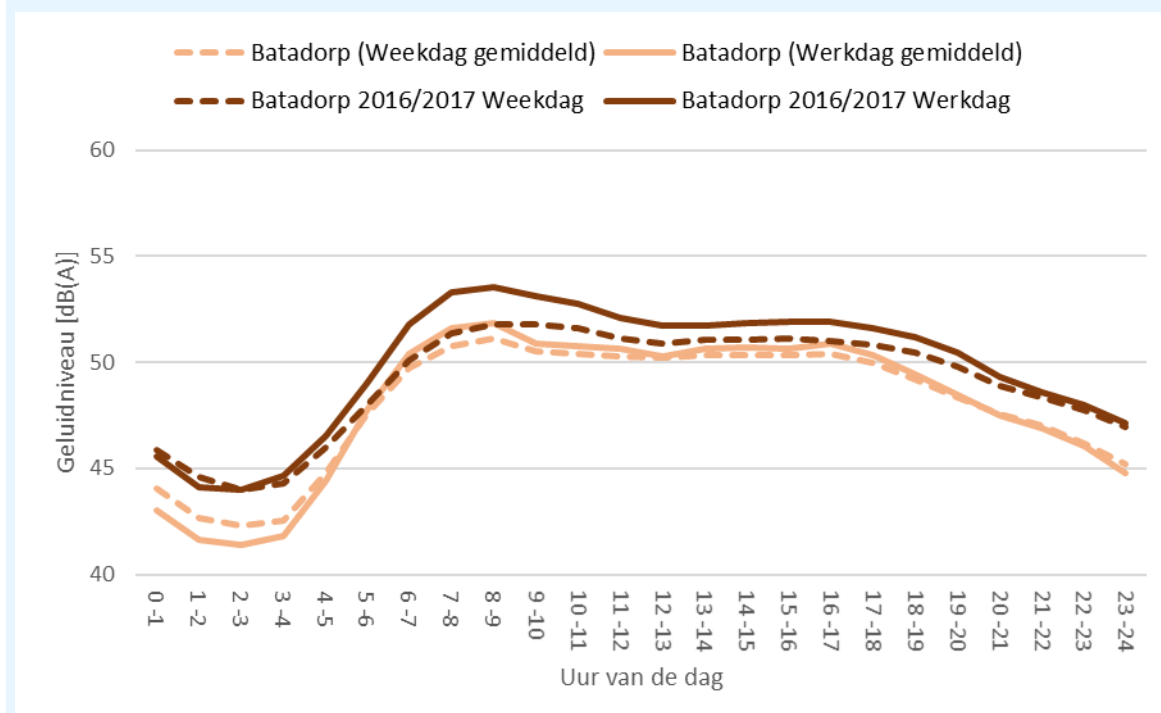
In de tabel is te zien dat ter hoogte van de locatie Spoor de jaargemiddelde waarde redelijk constant blijft over de jaren heen. Bij de locaties Batadorp, Villawijk en Zuidoost zijn de jaargemiddelde geluidsniveaus het afgelopen jaar gestegen ten opzichte van vorig jaar. Met name bij locatie Villawijk is het jaargemiddelde geluidsniveau een stuk hoger (+1.4 dB).

4.3.2 Dag- en weekgemiddelde waarden

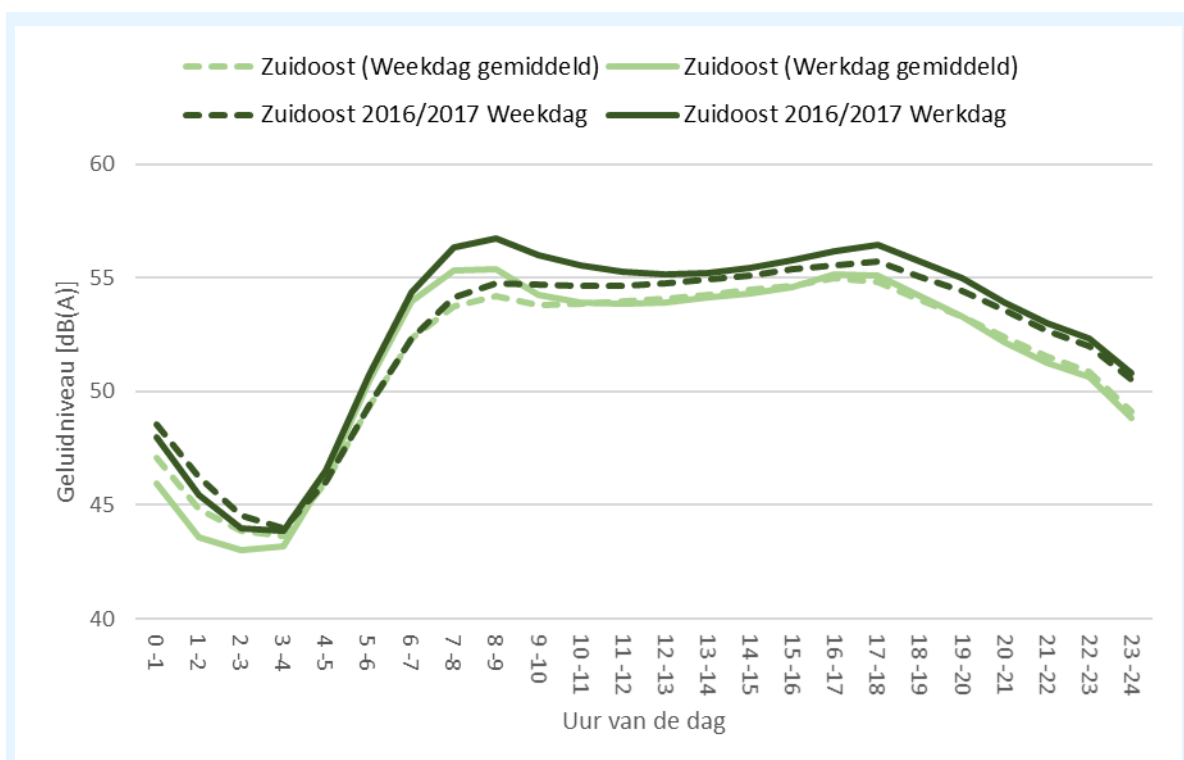
Geluid van wegverkeer varieert afhankelijk van tijdstip en de dag van de week. Om inzicht te krijgen in dit verloop zijn de gemiddelde geluidsniveaus gedurende een gemiddelde weekdag, werkdag en het verloop over een week weergegeven in de onderstaande figuren voor de meetperiode 2016-2017 en het gemiddelde van de voorgaande jaren (2012-2016).



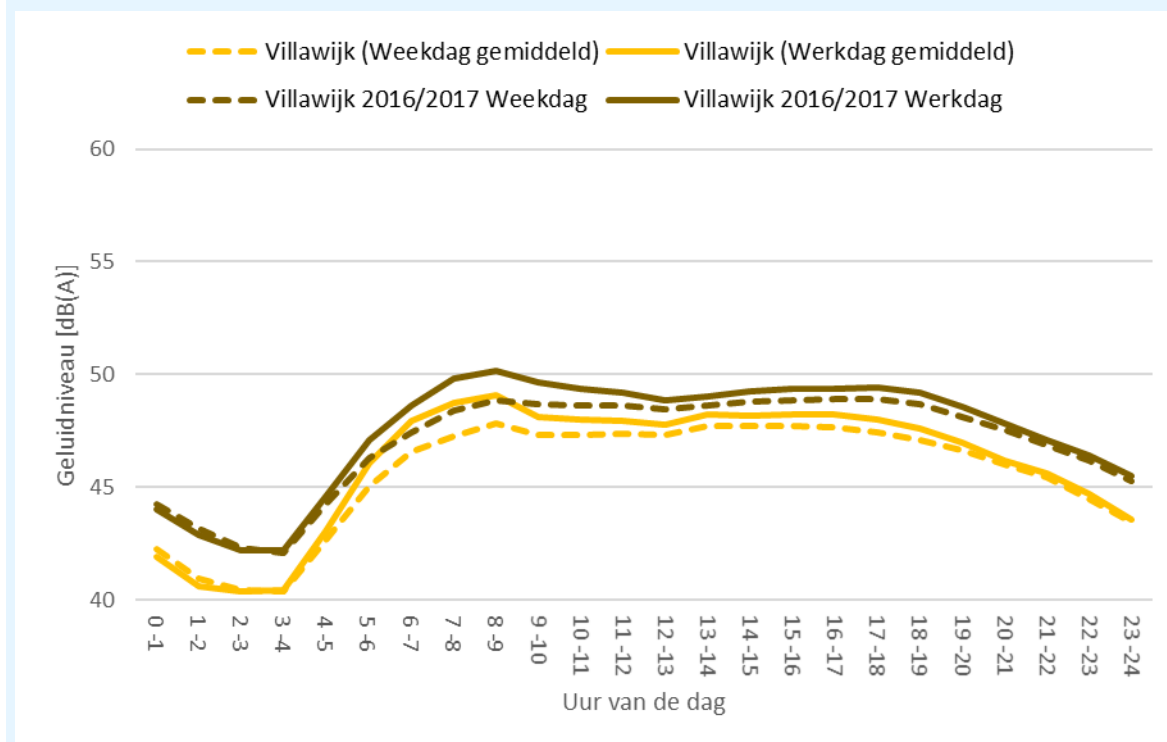
figuur 19: werkdaggemiddelden (doorgetrokken lijn) en weekdaggemiddelden (stippellijn) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 4 jaar voor de locatie Spoor



figuur 20: werkdaggemiddelden (doorgetrokken lijn) en weekdaggemiddelden (stippellijn) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 4 jaar voor de locatie Batadorp



figuur 21: werkdaggemiddelden (doorgetrokken lijn) en weekdaggemiddelden (stippellijn) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 4 jaar voor de locatie Zuidooost

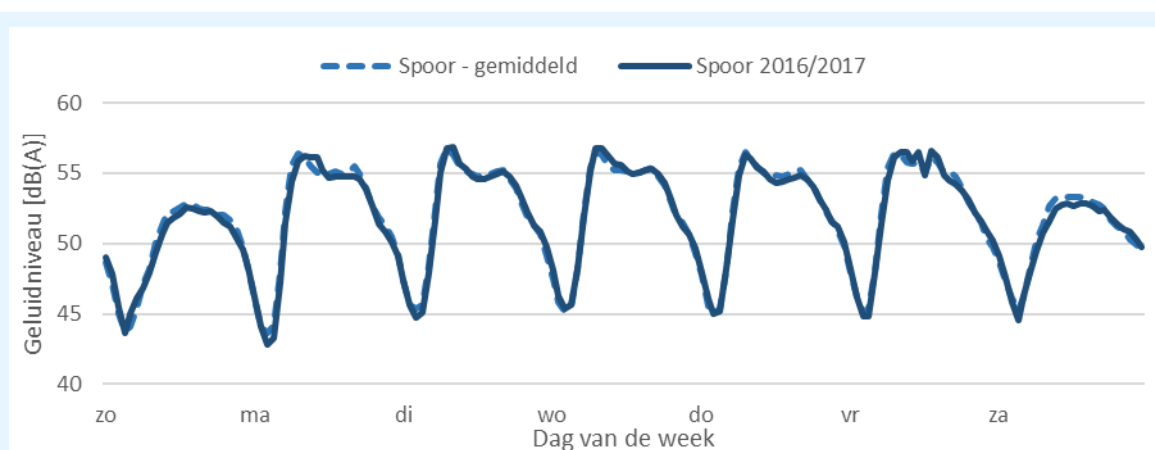


figuur 22: werkdaggemiddelden (doorgetrokken lijn) en weekdaggemiddelden (stippellijn) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 4 jaar voor de locatie Villawijk

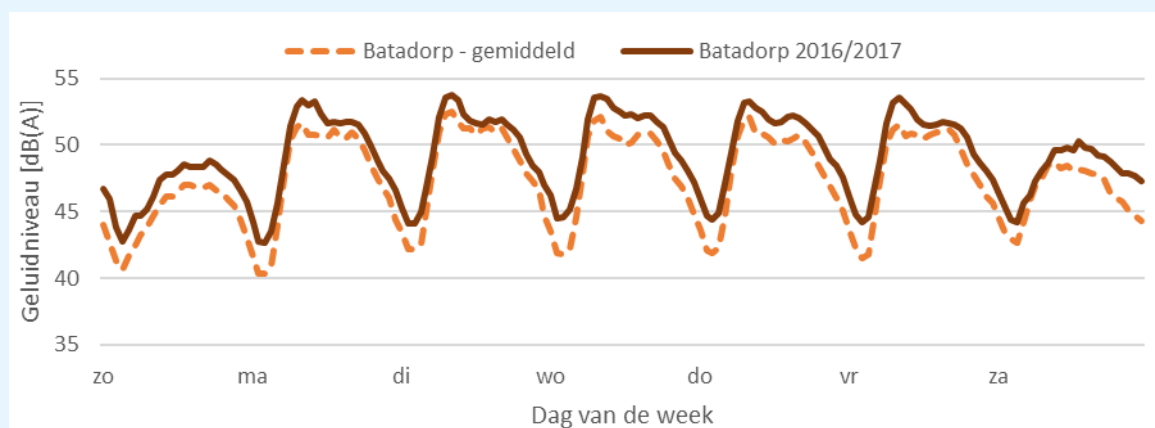
De bovenstaande grafieken geven het verschil tussen het gemiddelde geluidsniveau in afgelopen meetjaar, vergeleken met het gemiddelde niveau over de meetperiode van 2012-2016. Het valt op dat in 2016-2017 het verschil tussen werkdagen en weekenddagen groter is geworden, voornamelijk overdag. De ochtendspits lijkt lawaaiiger te zijn geworden. Ook zijn met name de locaties Batadorp en Villawijk minder stil geworden 's nachts.

Bij de locatie Batadorp is de toename in de nachtperiode het grootst in vergelijking met de andere locaties en jaren. Op deze locatie zijn veel vertrekkende vrachtwagens te horen vanaf het industrieterrein ten oosten van Batadorp. Het aantal vertrekkende vrachtwagens kan zijn toegenomen in het afgelopen jaar, bijvoorbeeld door de steeds verder aantrekkende economie.

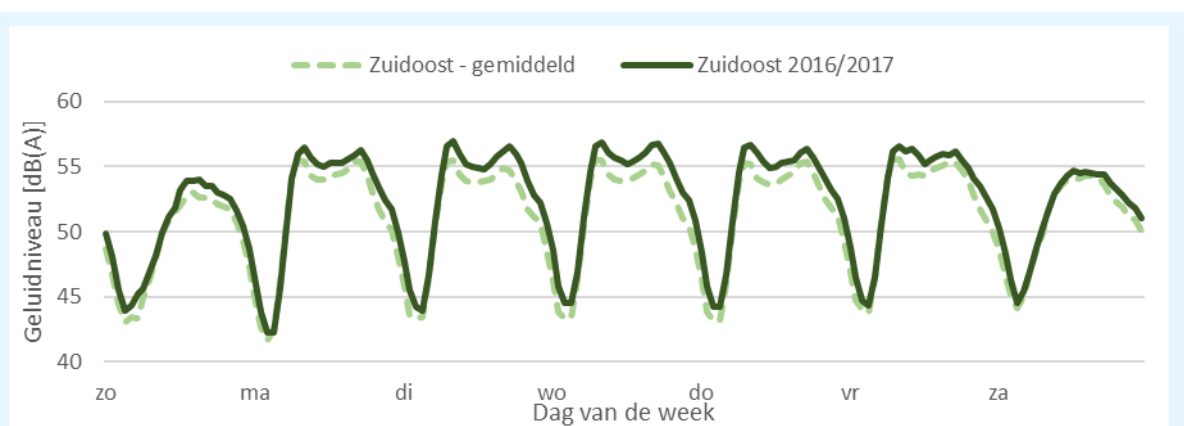
In de onderstaande figuren is te zien dat met name de ochtendspits tot een verhoogd geluidsniveau leidt. Ter hoogte van meetpunt Zuidoost is ook de avondspits duidelijk zichtbaar. In de meetperiode 2016-2017 zijn er op de locaties Zuidoost, Batadorp en Villawijk duidelijk hogere niveaus gemeten dan gemiddeld over de periode 2012-2016, in zowel de dag- als de nachtperiode. In de nachtperiode (tussen 0.00 uur en 4.00 uur) zijn merkbaar auto- en vrachtwagenpassages te horen op deze locaties.



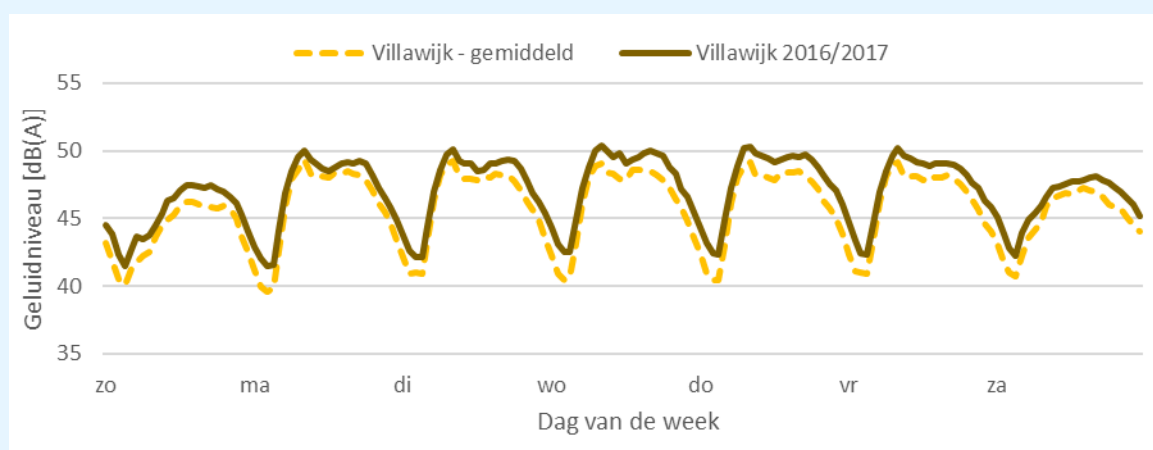
figuur 23: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Spoor. Hierin is te zien het geluidsniveau gedurende meetperiode 2016-2017 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperioden ervoor (stippellijn).



figuur 24: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Batadorp

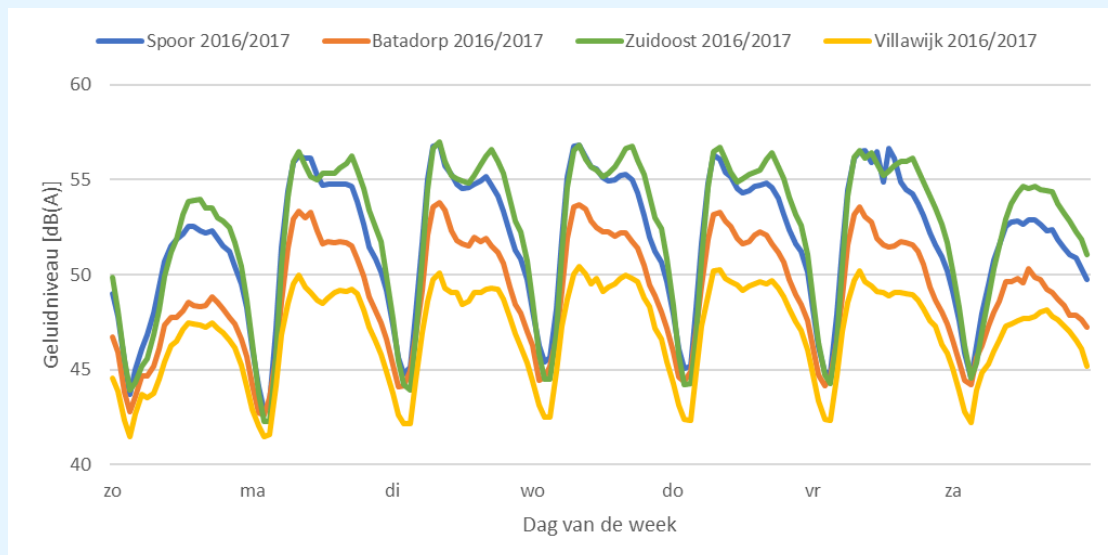


figuur 25: gemiddeld geluidsniveauperloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Zuidooost



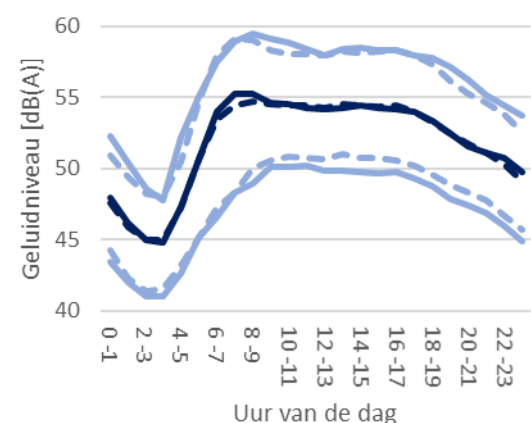
figuur 26: gemiddeld geluidsniveauperloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Villawijk. Hierin is te zien het geluidsniveau gedurende meetperiode 2016-2017 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperioden ervoor (stippellijn).

Figuur 27 geeft het gemiddelde verloop gedurende een week van de vier locaties in 1 figuur weer. Hier is duidelijk te zien dat locatie Zuidooost het zwaarst belast is door wegverkeer, gevolgd door locatie Spoor. Vooral tijdens de avondspits en in het weekend zijn de gemeten geluidsniveaus bij Zuidooost hoger dan bij locatie Spoor.

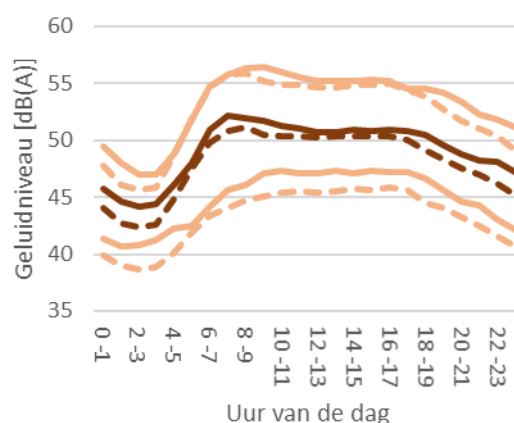


figuur 27: gemiddeld verloop gedurende de week van wegverkeersgeluid voor de vier verschillende locaties

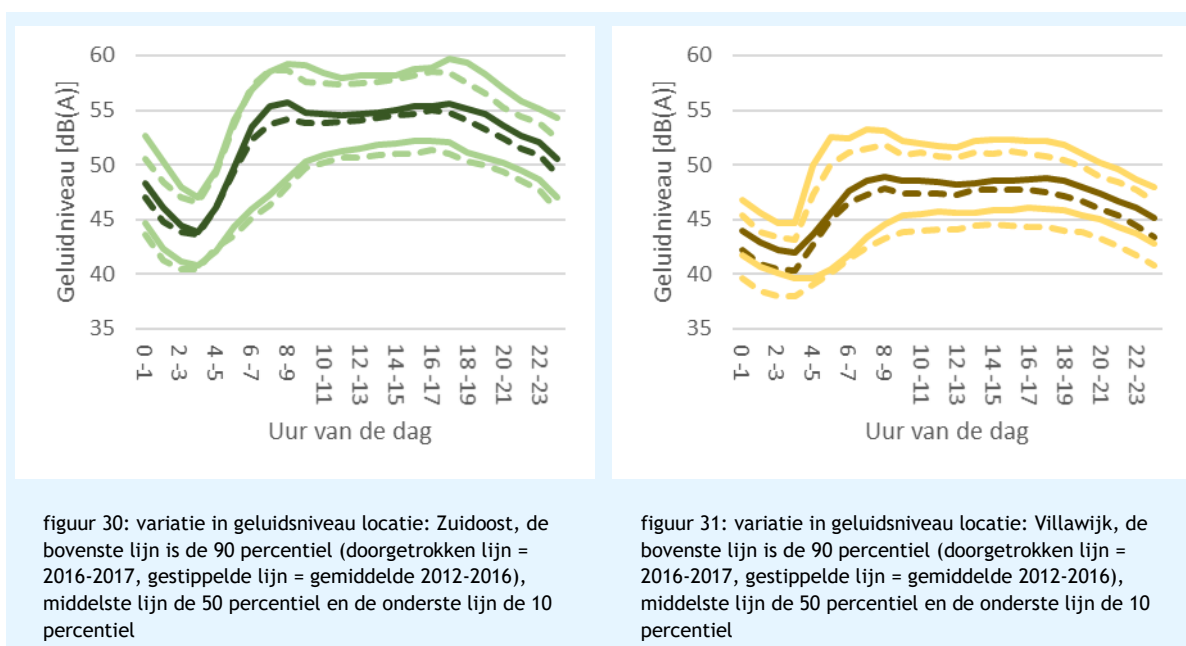
Naast variatie gedurende de dag zullen sommige uren aanzienlijk lawaaiiger zijn dan andere. Om inzicht te krijgen in deze spreiding is per locatie gekeken naar de 10, 50 en 90 percentiel waarden. Hierbij is de 90% percentielwaarde die waarde waarbij 90% van de uren een lager niveau heeft en 10% van de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



figuur 28: variatie in geluidsniveau locatie: Spoor, de bovenste lijn is de 90 percentiel (doorgetrokken lijn = 2016-2017, gestippelde lijn = gemiddelde 2012-2016), middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel



figuur 29: variatie in geluidsniveau locatie: Batadorp, de bovenste lijn is de 90 percentiel (doorgetrokken lijn = 2016-2017, gestippelde lijn = gemiddelde 2012-2016), middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel



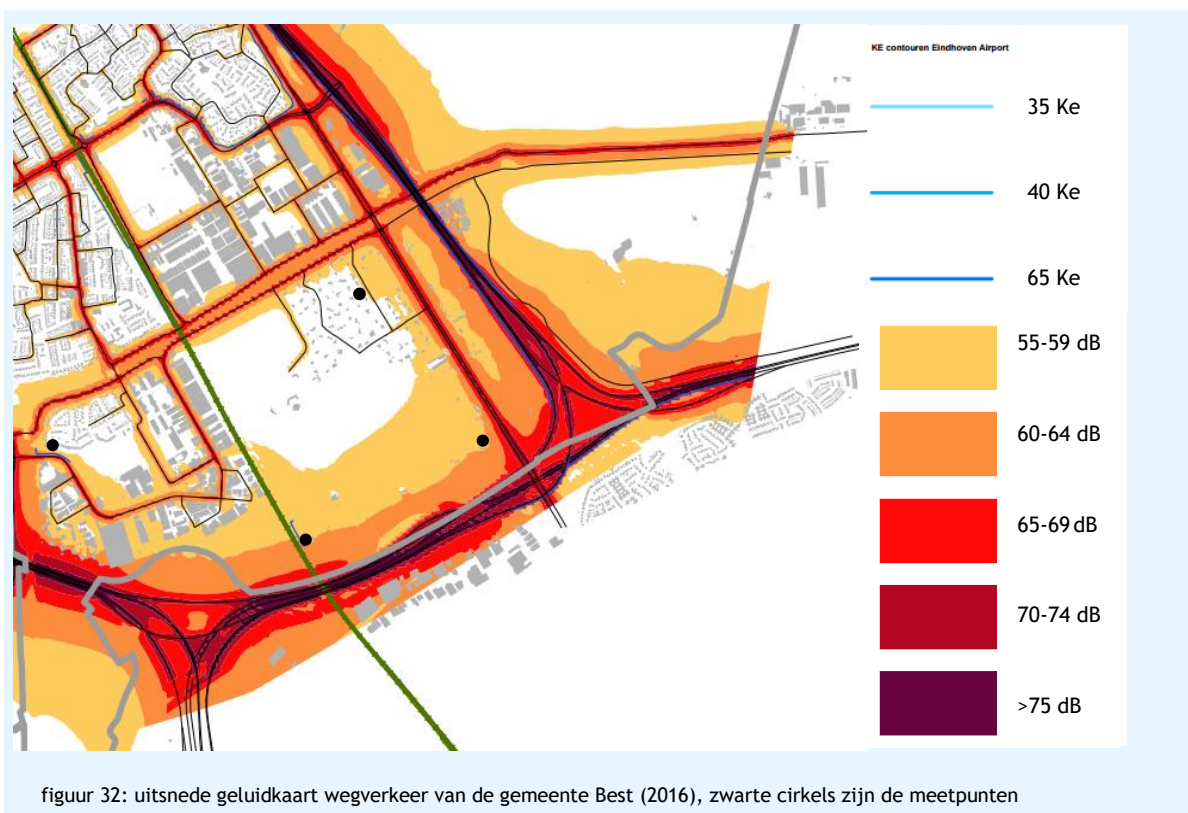
In de bovenstaande figuren is te zien dat er een spreiding is van 5-10 dB tussen een rustig uur (10% van de uren stiller en 90% lawaaiiger) en het meest lawaaiige uur (10% nog lawaaiiger en 90% stiller). Dit houdt in dat er gemiddeld om de tien dagen een lawaaiig uur (bovenste lijn) en om de tien dagen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

Bij de locaties Batadorp en Villawijk is de spreiding merkbaar kleiner geworden. De 10 percentiel is significant gestegen, wat inhoudt dat het minder stil wordt op de rustige momenten. Ook is te zien dat op de locatie Batadorp regelmatig uren zijn die tot 5 dB hoger zijn dan de gemiddelde waarde waarop het L_{den} is gebaseerd. Hier komen dus relatief veel hinderlijke momenten voor, ervan uitgaande dat de meest lawaaiige uren de meeste hinder veroorzaken.

Ook valt op dat bij alle locaties (met uitzondering van locatie Spoor) de 50 percentiel en 90 percentiel stijgen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het wegverkeer afgelopen jaar lawaaiiger was dan voorgaande jaren, met name op de locaties Batadorp en Villawijk.

4.3.3 Vergelijking met berekende waarden (geluidskaart)

In 2012 is een geluidskaart over 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 wordt 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 onderstaande tabel:

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

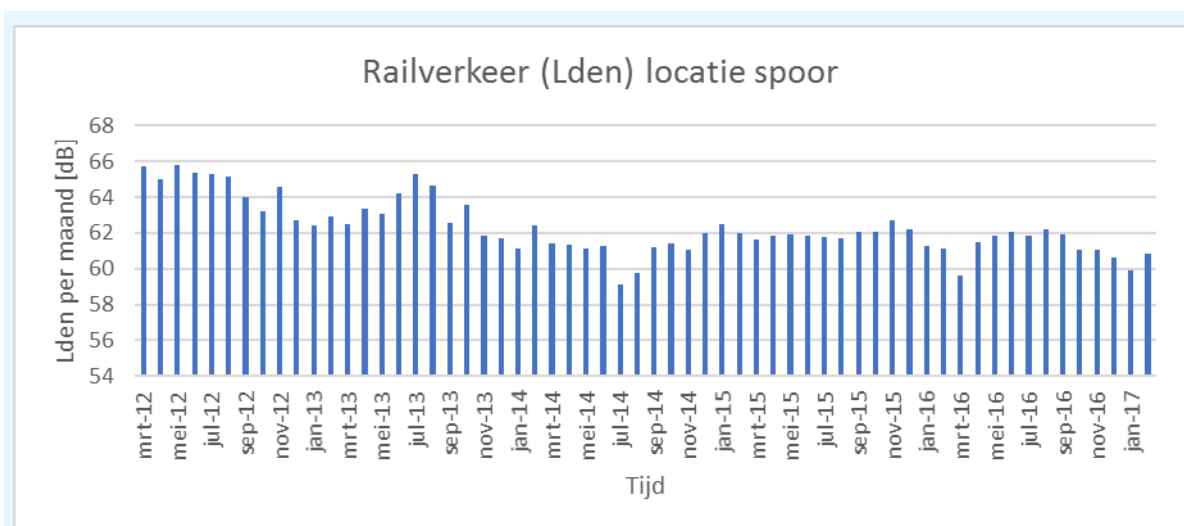
Locatie	Gemeten in dB (2016-2017)	Geluidkaart contourklasse in dB
Spoor	57.4	60 t/m 64
Batadorp	54.8	50 t/m 54
Zuidoost	57.7	60 t/m 64
Villawijk	52.8	50 t/m 54

Wat opvalt aan de metingen is dat deze voor locatie Spoor en Zuidoost lager zijn dan de berekende geluidsklasse. Voor Villawijk en Batadorp komen de metingen en berekende contourklassen overeen. Verschillen kunnen optreden door de gekozen modelaannamen. Zo is bijvoorbeeld in de geluidsberekening gebruikgemaakt van een eenvoudig SKM2 model rekenmodel, waarin bebouwing beperkt is meegenomen. Ook kan er een verschil ontstaan wanneer de ingevoerde intensiteit van 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 vijf jaar

Op basis van de metingen is gekeken naar het jaargemiddelde verloop van de maandgemiddelde L_{den} over de afgelopen vijf jaar.



figuur 33: verloop van maandgemiddelde L_{den} waarden voor railverkeer op locatie Spoor

In de figuur is te zien dat de geluidsniveaus van railverkeer over de afgelopen vijf jaar zijn afgenomen. 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
Dag	61.9	63.1	62.6	60.6	60.6	59.0
Avond	60.2	61.9	60.5	58.6	58.8	57.8
Nacht	56.5	58.4	56.5	54.6	55.7	55.8
L_{den}	64.5	66.2	64.7	62.8	63.5	62.9

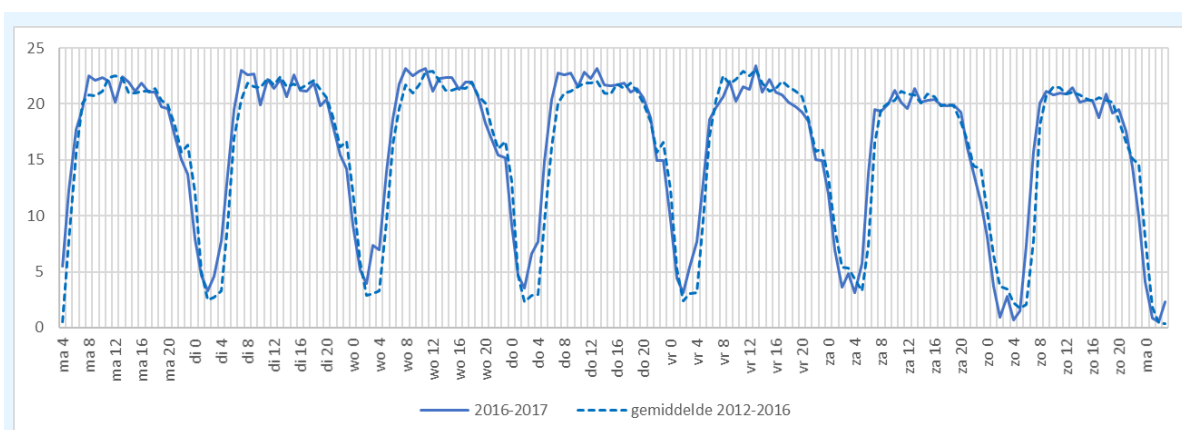
In de tabel is te zien dat de niveaus in 2012-2013 tot 3 dB hoger zijn dan in 2016-2017. De afname kan worden verklaard door het inzetten van stillere treinen door NS en goederenvervoerders. De laatste jaren worden op steeds meer goederentreinen de oude gietijzeren remblokken vervangen door kunststof remblokken, die een reducerend effect hebben op het geluidsniveau. Dit kan tot 7 dB stillere treinen opleveren. Ook zijn oude stoptreinen vervangen door de nieuwe sprinters, die ook 5 dB minder geluid produceren.

In de nachtperiode blijkt het geluidsniveau ongeveer gelijk. Echter, door de afsluiting van de Betuweroute sinds april 2016 vanwege werkzaamheden aan het spoor in Duitsland rijden meer goederentreinen via de Brabanneroute naar Duitsland¹. Daarbij komen de treinen door de gemeente Best. Dit verklaart ook voor een groot deel de toenames van geluidsniveaus in de nachtperiode bij de locaties Batadorp, Zuidoost en Villawijk, omdat hier na nadere analyse veel treinpassages te horen zijn in de nachtperiode. Bij deze locaties is het railverkeer ingedeeld bij overig geluid.

¹ <https://www.spoorpro.nl/goederenvervoer/2016/03/31/werkzaamheden-derde-spoor-duitsland-starten-16-april/>

4.4.2 Variatie over een week en tussen treinen

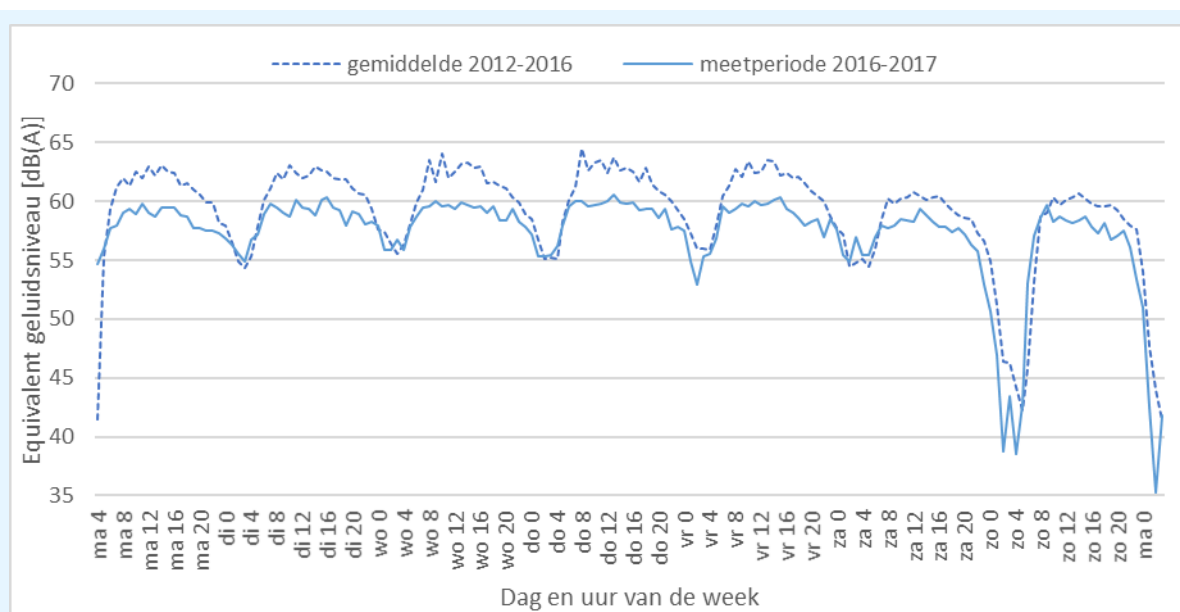
Naast jaar- of maandgemiddelde waarden is er ook een variantie in de week. Gedurende het weekend rijden er minder treinen. De onderstaande figuur geeft het gemiddelde weekverloop van het aantal treinen weer.



figuur 34: overzicht gemeten aantal treinpassages per uur door de week heen (gemiddeld per jaar)

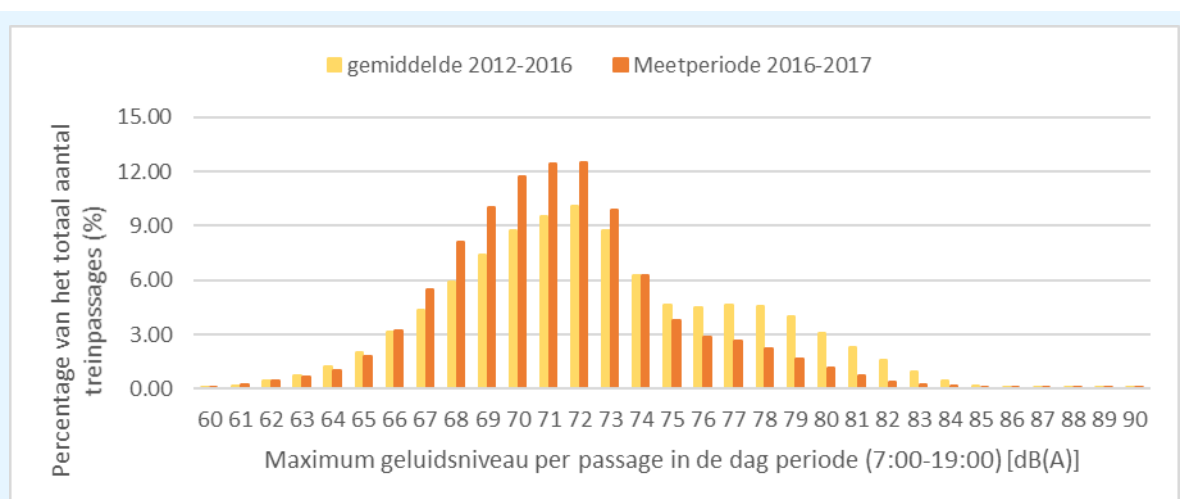
Het aantal treinen tijdens de ochtendspits is iets toegenomen ten opzichte van vorige jaren. Mogelijk heeft de NS haar dienstregeling aangepast, en zet ze meer treinen tijdens de ochtendspits in.

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 aan deze geluidsniveaus is dat, ondanks de toename in treinpassages, er lagere geluidsniveaus worden gemeten in 2016-2017, met name in de dagperiode. Dit valt te verklaren met de inzet van stillere treinen. 's Nachts is de afname nihil, dit is waarschijnlijk veroorzaakt door de toename in goederentreinpassages in de nachtperiode (tot 80% meer passages). Ondanks dat deze goederentreinen stiller worden, zorgt de toename in het aantal passages ervoor dat het gemiddelde geluidsniveau ongeveer gelijk blijft.

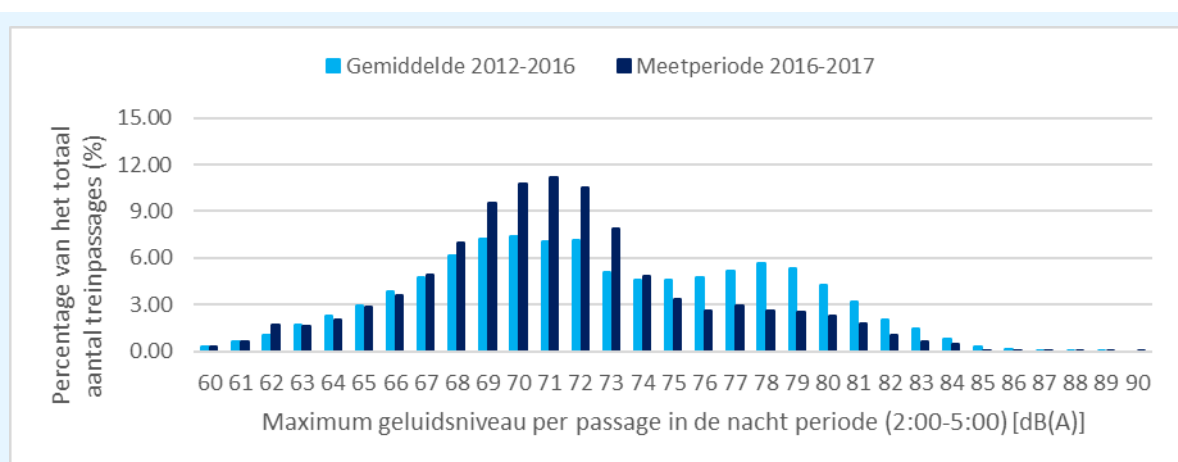


figuur 35: verloop van het equivalent geluidsniveau per uur gedurende een week

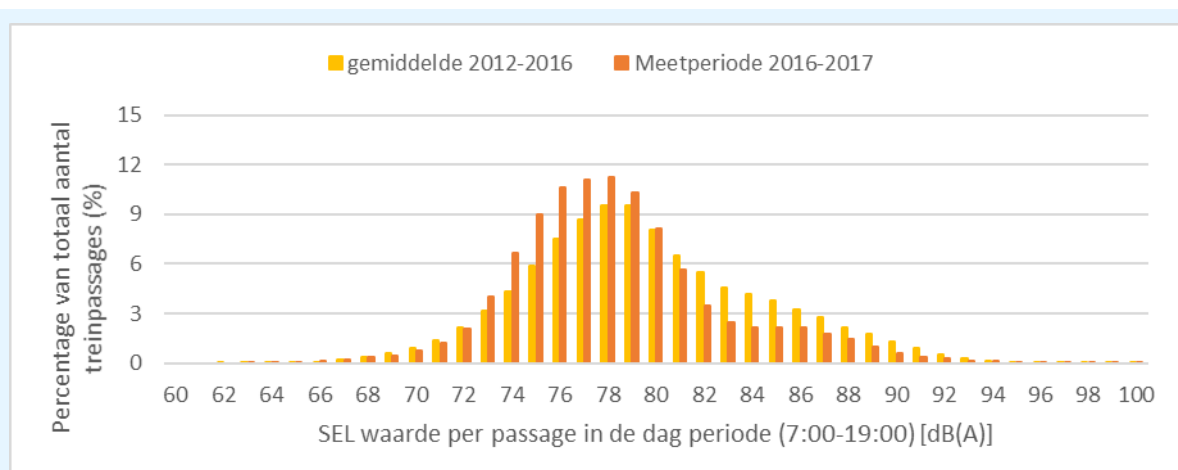
Naast variatie in tijd is er ook een grote variatie in geluidproductie van een trein. De spreiding tussen geluidsniveaus vanwege treinen is in onderstaande figuren weergegeven. Weergegeven zijn de maximale waarden per passage en de zogenaamde SEL-waarden. Een SEL-waarde komt overeen met de totale emissie 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 zal hebben, terwijl het gemiddelde geluidsniveau (ook wel 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.



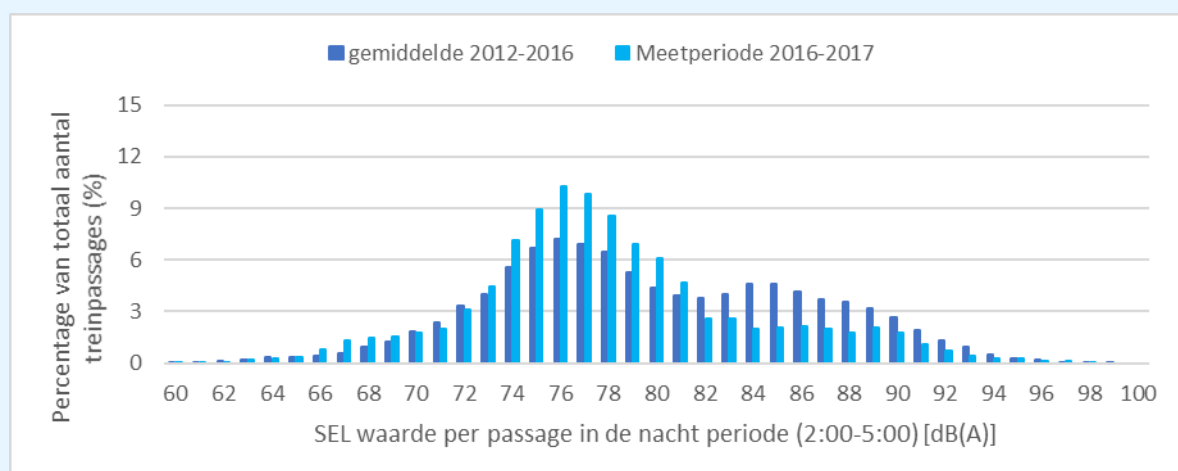
figuur 36: spreiding in maximale geluidsniveaus van treinpassages in de dagperiode



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



figuur 38: spreiding in SEL-waarden van treinpassages in de dagperiode



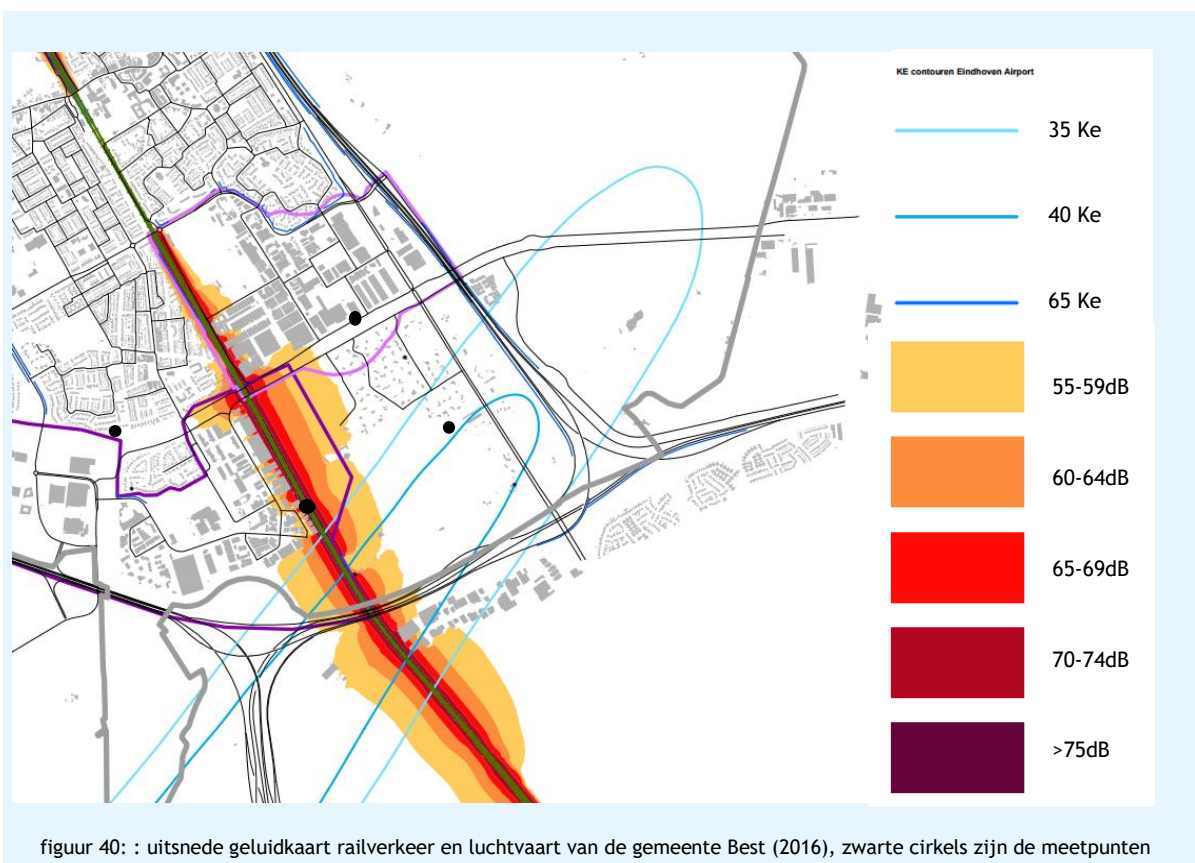
figuur 39: spreiding in SEL-waarden van treinpassages in de nachtperiode

Wat duidelijk te zien is, is dat de maximale geluidsniveaus veroorzaakt door treinen lager worden. Er zijn meer treinpassages rond de 70-72 dB en minder rond de 78-80 dB. 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 2016-2017 waren relatief stiller dan in voorgaande jaren.

Wat echter dient te worden opgemerkt, is dat door de toename in passages (met name in de nachtperiode) er wel vaker geluidsniveaus voorkomen die hoger zijn dan de achtergrondwaarde. Dit is voornamelijk te merken op de andere locaties dan Spoor. Het verklaart deels waarom er bij Zuidoost, Villawijk en Batadorp hogere geluidsniveaus gemeten zijn.

4.4.3 Vergelijking met berekende waarden (geluidskaart)

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 62.9 dB is gemeten. Dit komt goed overeen. Bij de voorgaande tranche voor de geluidskarten was de contourklasse 70 t/m 75 berekend, echter was toen nog geen rekening gehouden met het geluidsscherm dat langs het spoor nabij de meetlocatie is gelegen. Deze is in de laatste tranche (2016) wel meegenomen, waardoor de berekening beter de werkelijkheid benadert.

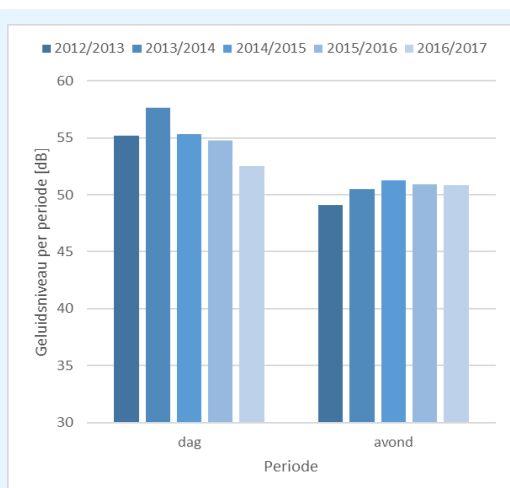


4.5 Luchtvaart

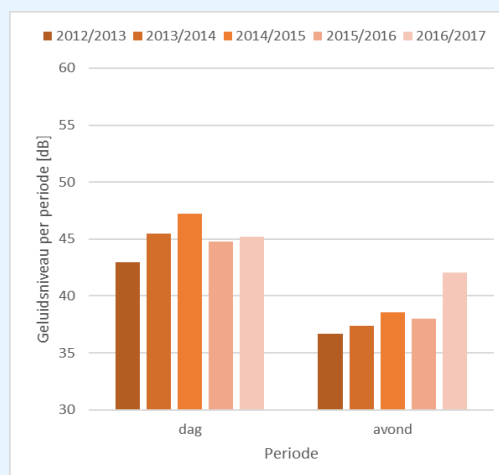
Luchtvaart is niet gerapporteerd in L_{den} voor de Europese richtlijn, waardoor geen vergelijking tussen de metingen en berekening heeft plaatsgevonden. Het is daarom alleen mogelijk om de Ke contouren te tonen van vliegveld Eindhoven. Het is onmogelijk om Ke contouren om te rekenen naar geluidsniveaus,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

4.5.1 Trend over vijf jaar

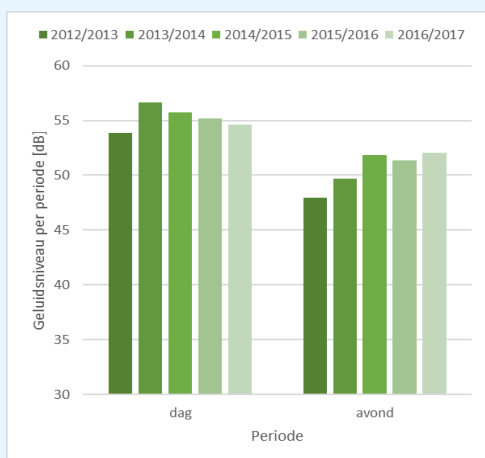
In de afgelopen vijf jaar heeft het aantal vluchten en de bijbehorende hoeveelheid geluid gevarieerd. Deze variatie is voor de vier meetlocaties in onderstaande figuren weergegeven. Voor het meetpunt langs het spoor geldt dat hier slechts een indirecte detectie heeft plaatsgevonden. Alleen als er een vliegpassage is gedetecteerd op locatie Zuidoost zijn er resultaten gekoppeld 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.



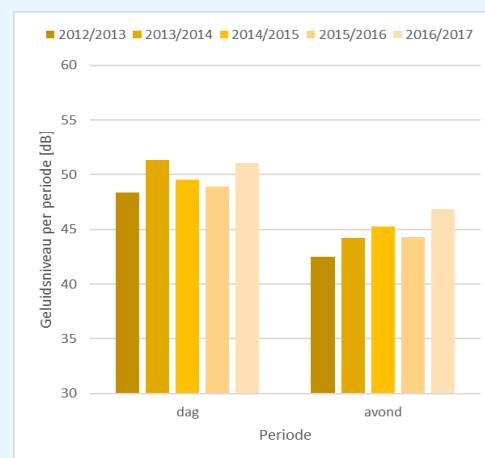
figuur 41: verloop geluidsniveau overdag en 's avonds locatie Spoor



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



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



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

Wat opvalt is de grote toename in de avondperiode voor Batadorp en Villawijk. Na nadere analyse blijkt dat er in de avondperiode zo'n 50% meer vliegtuigpassages zijn gedetecteerd. Ook is een drietal vliegtuigpassages met een SEL-waarde van circa 100 dB[A] gemeten. Deze drie zeer hoge passages zorgen voor een significante stijging (zeker 1.5 dB) voor de L_{den} gemiddeld over het jaar. Dit zijn incidenten, en komen dus slechts een enkele keer per jaar voor, maar ze kunnen voor ernstige hinder zorgen. De onderstaande tabel geeft het aantal waargenomen vliegbewegingen per meetjaar weer (afgerond).

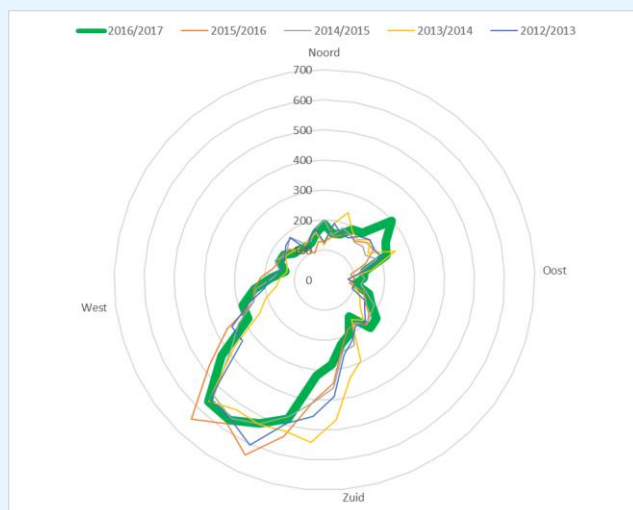
tabel 6: aantal vliegbewegingen per periode en jaar

Meetjaar	Locatie Spoor			Locatie Batadorp			Locatie Zuidoost			Locatie Villawijk		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
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

Vergeleken met voorgaande jaren zijn zowel de L_{den} geluidsniveaus als het aantal vluchten tussen maart 2016 en maart 2017 significant gestegen. Dit ligt in lijn met de jaarlijkse geprognosticeerde toename van vluchten vanaf Eindhoven Airport. Op de locaties Batadorp en Villawijk is de stijging het best zichtbaar. Er wordt ook duidelijk vaker in de avond gevlogen over de gemeente Best.

Volgens tabel 6 wordt er ook meer in de nachtperiode gevlogen, terwijl dit volgens artikel 4.2.2 uit het Luchthavenbesluit Eindhoven niet geoorloofd is voor commercieel burgerluchtverkeer. Volgens dit besluit mag er tussen 07.00 uur en 23.00 uur gestart worden vanaf het vliegveld en tussen 7.00 uur en 24.00 uur geland, met dien verstande dat tussen 23.00 uur en 24.00 uur maximaal 8 keer per dag geland mag worden. Na nader onderzoek blijkt dat er een enkele keer commerciële vliegtuigen herkend zijn om 6.59 uur en 24.00 uur op de locaties Villawijk en Zuidoost. Ook blijkt dat er geen dagen gevonden zijn met meer dan 8 events tussen 23.00 uur en 24.00 uur, met daarbij de opmerking dat commerciële luchtvaartmaatschappijen wel veelvuldig gebruikmaken van dit uur.

Een mogelijke verklaring voor de grote toename op locaties Batadorp en Villawijk kan de vliegpadkeuze zijn. Figuur 40 laat zien dat de wind afgelopen meetperiode relatief meer uit het noordoosten waaide in vergelijking met andere jaren. Met deze windrichting lijkt de meest voor de hand liggende vliegroute over de gemeente Best langs Villawijk. Ook valt op dat Batadorp een flinke toename in vliegtuigpassages kent ten opzichte van voorgaande jaren, dit kan te maken hebben met de vliegpadkeuze/aanvliegroutes die door Eindhoven Airport worden gehanteerd.



figuur 45: de windrichting op basis van aantal uren in de periode maart 2016-2017

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

tabel 7: verloop geluidsniveaus vliegverkeer de afgelopen vijf 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
2012-2016 (totaal)	54.2	43.5	54.1	48.5

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat de L_{den} waarden het afgelopen jaar zijn toegenomen. In de periode 2016-2017 liggen de geluidsniveaus boven het gemiddelde van de afgelopen vijf jaar. Vooral de locaties Batadorp en Villawijk hebben te maken met flink meer vliegbewegingen, wat ook is terug te zien aan de stijging van circa 2 dB in de L_{den} waarden.

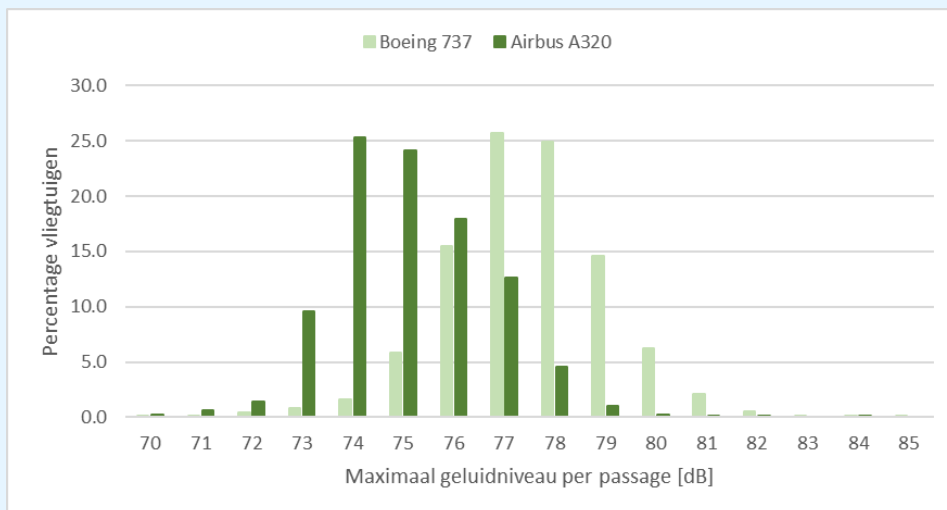
Ook opvallend is de daling van 1.5 dB op de locatie Spoor, hier zijn afgelopen jaar meer vliegtuigen herkend, maar deze passages waren stiller dan in andere jaren. Dit kan te maken hebben met het gedrag van de piloten die tegenwoordig vaker hun *landing flaps* anders instellen, dichterbij de landingsbaan om geluidsoverlast te verminderen in de directe omgeving van het vliegveld². De andere meetpunten liggen op verdere afstand waar deze maatregel waarschijnlijk minder effectief wordt toegepast.

4.5.2 Variatie tussen geluidsniveaus

Zoals in de jaarrapportage over de periode maart 2015-2016 (kenmerk: V.2011.1353.05.R001 / versie 004 / 14 oktober 2016) 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.

² http://samenopdehoogte.nl/wonen/effecten-op-de-omgeving#toc_0

In totaal zijn er circa 16.400 vliegbewegingen geconstateerd op locatie Zuidoost, waar de meeste vliegtuigpassages zijn gemeten van alle meetlocaties. Hiervan zijn er 7 500 herkend als B737 en 1.250 als A320. Figuur 46 geeft het verschil in maximale geluidsniveaus tussen de B737 en A320 weer.



figuur 46: verschil in maximale geluidsniveaus voor de Boeing 737 en Airbus A320

Op verzoek van de bewoners van de gemeente Best is dit jaar gekeken naar het effect als Eindhoven Airport volledig omschakelt naar de A320 ten koste van de B737. Om dit te onderzoeken is uitgegaan van een daling van 3 dB per passage van een B737 op locatie Zuidoost. Als alle B737 vluchten worden vervangen voor A320, daalt de L_{den} van 51.9 dB naar 50.6 dB op locatie Zuidoost, een daling van 1.3 dB.

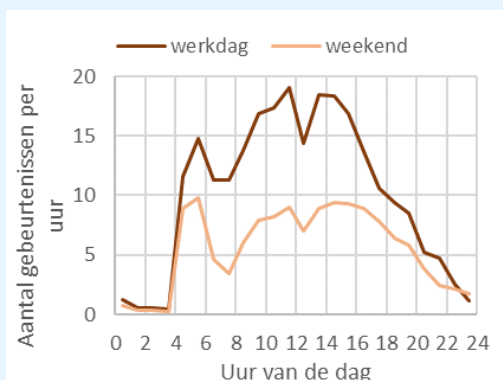
Na nadere analyse bleek ook voor de andere meetlocaties een afname van 1.3-1.5 dB haalbaar met dezelfde rekenmethode. Kanttekening hierbij is dat SensorNet niet alle vliegtuigtypen herkent, omdat niet alle transponderinformatie is vrijgegeven door vliegmaatschappijen, dus dat waarschijnlijk niet alle B737 en A320 vliegtuigen die daadwerkelijk vanaf Eindhoven Airport hebben gevlogen in deze berekening zijn meegenomen. Daarnaast maken niet alle vliegtuigen van eenzelfde type evenveel geluid. Er kan variatie optreden door verschil in pilotengedrag, vlieghoogte, vliegtuigtype/onderhoud en meteo-omstandigheden. Daarom is de gehanteerde 3 dB aftrek een versimpeling van de werkelijkheid. Wat echter wel vaststaat, is dat door de B737 te vervangen door de A320 de geluidsniveaus van het vliegverkeer lager zullen worden.

4.6 Industrie

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

Na vijf jaar valt een patroon te herkennen in het door vrachtverkeer veroorzaakte geluid op de locatie Batadorp. Zowel doordeweeks als in het weekend is een piek in geluidsniveaus te zien tussen 4.00 uur 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 is niet waar te nemen op andere locaties.

Het gemiddeld 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 vogels waarneembaar is. Gevonden werd dat tussen 2012 en 2016 gemiddeld negen vrachtwagens vertrokken per uur tussen 4.00 uur en 6.00 uur. In de afgelopen meetperiode is dit toegenomen naar elf per uur. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen werk- of weekenddagen.



figuur 47: Batadorp aantal piekniveaus boven de 60 dB (uit rapportage 2015-2016)

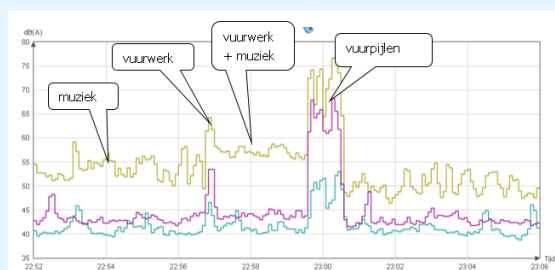
4.7 Evenementen

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

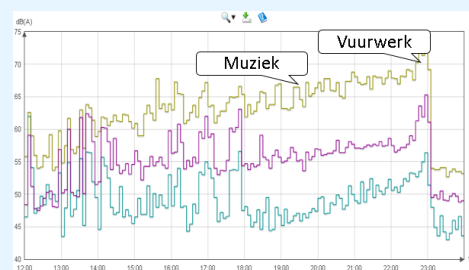
tabel 8: overzicht evenementen in meetperiode 2016-2017 te Aquabest zover bekend.

Datum	Evenement
12 maart 2016	Pussy Lounge
27 april 2016	Supersized Kingsday
11 juni 2016	Lakedance
26 juni 2016	Breeze festival
9 juli 2016	Extrema Outdoor
13 augustus 2016	Lakedance
5 november 2016	Winter Park festival

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



figuur 48: Housequake (op 12 mei 2012) met westenwind (beige Zuidoost, paars Villawijk, blauwgroen Batadorp)



figuur 49: Lakedance (op 11 augustus 2012) met oostenwind (beige Zuidoost, paars Villawijk, blauwgroen Batadorp)

In de 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.

Er zijn in de meetperiode 2016-2017 geen bijzondere afwijkingen gevonden in gemeten geluidsniveaus in vergelijking met andere jaren. Het vuurwerk bij festivals als Lakedance en Extrema Outdoor gaven de hoogste geluidsniveaus, maar deze evenementen stopten op tijd (23.00 uur) en hadden geen hogere geluidsniveaus dan andere jaren (rekening houdend met windrichting).

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 om 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 gekozen om alleen data in 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 stilt 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 Zuidoost 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), de avondperiode (19.00-23.00) en de nachtperiode (23.00-7.00). Tussen haakjes staat de procentuele toename ten opzichte van voorgaande jaren.

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

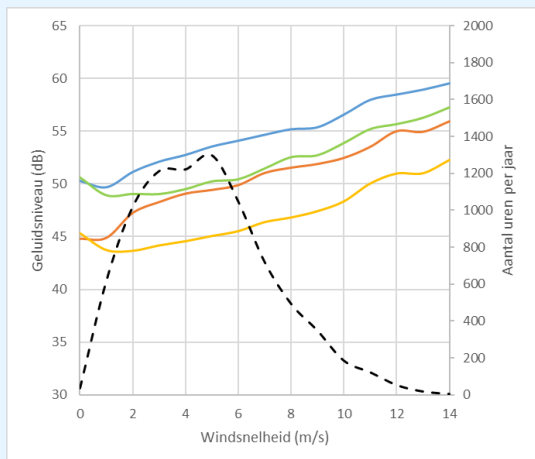
Periode	Spoor		Zuidoost		Batadorp		Villawijk	
	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend
Dag	814 (+12%)	484 (-3%)	1084 (+119%)	551 (+135%)	227 (+26%)	119 (+29%)	237 (+37%)	172 (+42%)
Avond	128 (+0%)	117 (+5%)	172 (+150%)	126 (+169%)	29 (+39%)	20 (+46%)	41 (+57%)	26 (+64%)
nacht	189 (+21%)	107 (+4%)	182 (+153%)	90 (+157%)	79 (+92%)	61 (+128%)	29 (+164%)	29 (+190%)

Uit deze tabel blijkt dat het aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) is gestegen in de afgelopen meetperiode ten opzichte van voorgaande jaren. Met name bij locatie Zuidoost is de toename groot. Dit komt waarschijnlijk omdat het geluidsniveau van bijvoorbeeld wegverkeer op een doordeweekse dag tegenwoordig dicht bij de 60 dB(A) komt en daardoor vaak de gekozen drempelwaarde overschrijdt.

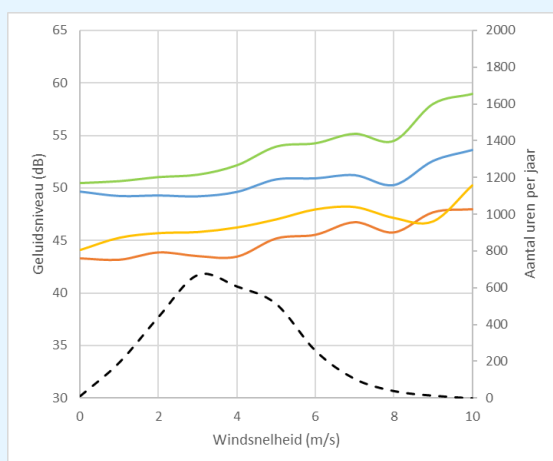
Ook op locaties Batadorp en Villawijk worden meer piekniveaus boven de 60 dB(A) gemeten. De aantallen lijken laag in vergelijking met Zuidoost, echter zijn dit over het algemeen rustige woonwijken, waardoor meer bewoners overlast kunnen ondervinden.

4.9 Effect meteorologie

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



figuur 50: overzicht gemeten als functie van windsnelheid bij zuidwestenwind. Eveneens weergegeven is het aantal uren gedurende de meetperiode dat een bepaalde windsnelheid voorkwam. De waarden zijn gemiddeld op basis van uurgemiddelde windsnelheden en uurgemiddelde geluidsniveaus.



figuur 51: overzicht gemeten als functie van windsnelheid bij noordoostenwind. Eveneens weergegeven is het aantal uren gedurende de meetperiode dat een bepaalde windsnelheid voorkwam. 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 (welke 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 onderstaande figuren geven dit overzichtelijker weer. Daarbij is een overzicht van het gemiddeld geluidsniveau van wegverkeer tussen 07.00 en 19.00 uur als functie van windrichting weergegeven. Metingen zonder of bij veranderlijke wind is buiten beschouwing gelaten.



figuur 52: geluidsniveaus als functie windrichting locatie Spoor



figuur 53: geluidsniveaus als functie windrichting locatie Zuidoost



figuur 54: geluidsniveaus als functie windrichting locatie Batadorp



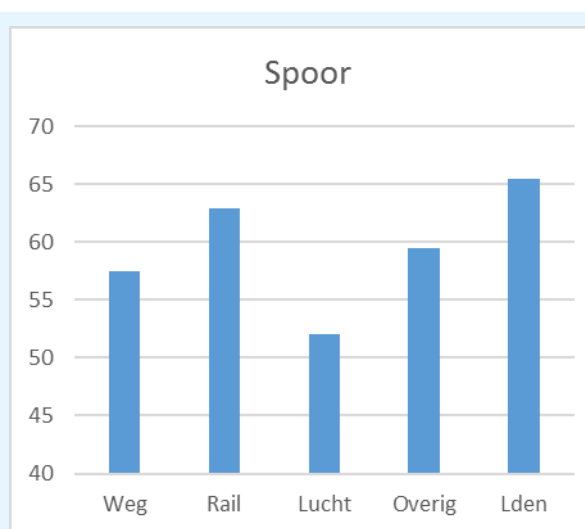
figuur 55: geluidsniveaus als functie windrichting locatie Villawijk

In de figuren is te zien dat bij locatie Villawijk bij noordwestelijke en oostelijke windrichtingen hogere geluidsniveaus gemeten zijn in vergelijking met vorige jaren. Een verklaring hiervoor kan zijn dat bij noordelijke windrichting meer gestart wordt over Batadorp vanaf vliegveld Eindhoven. Bij noordoostenwind waait het geluid dan in de richting van Villawijk. In figuur 44 was al te zien dat het aantal uur met windrichting noord en noordoost met 50% is toegenomen in meetperiode 2016-2017, wat deze verklaring onderbouwt. Voor de locatie bij het Spoor en Zuidoost worden de hoogste geluidsniveaus gemeten, maar is de stijging gering. In Batadorp leveren zuidwestenwind en noordoostenwind de hoogste geluidsniveaus op (A58 bij zuidwestenwind, vliegverkeerslawaai bij noord-/noordoosten wind).

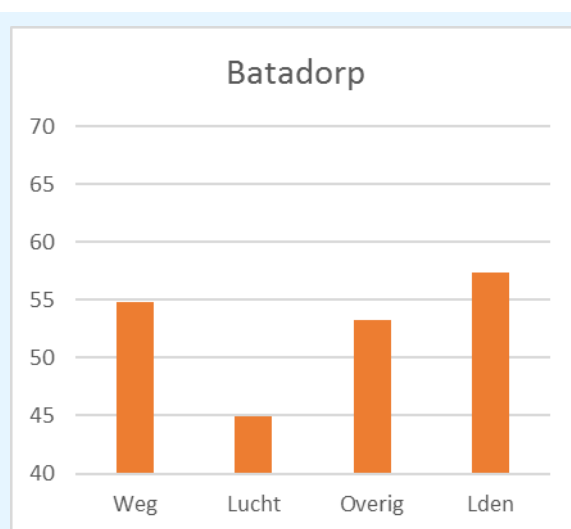
5. Conclusie

In deze rapportage hebben wij een beschrijvende analyse van vijf 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 weersomstandigheden. Naast totaalniveaus over het afgelopen meetjaar 2016-2017 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.

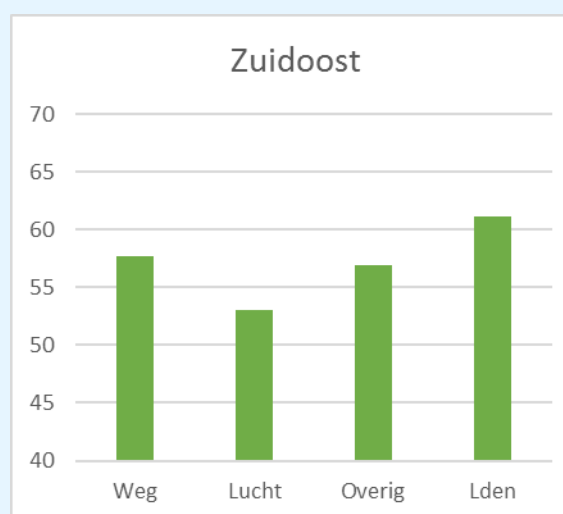
Het totaalresultaat voor geluid hebben wij hieronder weergegeven in een viertal figuren.



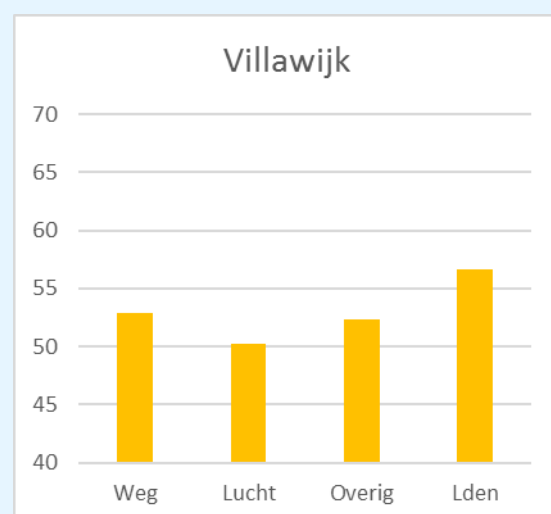
figuur 56: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Spoor



figuur 57: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Batadorp



figuur 58: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Zuidoost



figuur 59: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Villawijk

Locatie Spoor

Op 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 licht afgenomen. Dit valt te verklaren door de inzet van stillere treinen door NS en goederenvervoerders. De toename van goederentreinpassages in de nachtperiode zorgt er echter voor dat het gemiddelde geluidsniveau in de nachtperiode ongeveer gelijk blijft. Wegverkeerslawaai lijkt ongeveer gelijk te blijven, terwijl er minder vliegtuiglawaai is gemeten dan voorgaande jaren.

Locatie Batadorp

Bij locatie Batadorp zijn de gemeten geluidsniveaus als gevolg van wegverkeer significant gestegen ten opzichte van voorgaande jaren. Ook zijn er meer vliegtuigpassages gemeten wat een toename in L_{den} van vliegverkeer veroorzaakt. Op locatie Batadorp wordt ook geluid gemeten veroorzaakt door vrachtwagens van het industrieterrein ten oosten van het meetpunt. Deze vrachtwagens vertrekken vooral tussen 4.00 uur en 6.00 uur 's nachts, voordat de ochtendspits begint. Ten opzichte van vorige jaren lijkt het aantal vertrekkende vrachtwagens toegenomen van negen per uur (tussen 4.00 uur en 6.00 uur 's ochtends) naar elf per uur. Dit is gebaseerd op de maand oktober, omdat er dan geen stoorlawaai van vogels is.

Locatie Zuidoost

Op locatie Zuidoost zijn geluidsniveaus licht toegenomen als in andere jaren. Wegverkeerslawaai neemt iets toe op deze locatie. De toename in vliegtuigpassages op deze locatie zorgt hier voor een stijging van 1 dB in L_{den} als gevolg van vliegtuiglawaai. Het overige geluid is relatief groot op deze locatie. Dit kan verklaard worden door een toename in 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 een blaffende hond nabij het meetpunt (al is deze er grotendeels uitgefilterd).

Locatie Villawijk

Op deze locatie zijn de geluidsniveaus het meest toegenomen. Met name wegverkeerslawaai en vliegtuiglawaai zijn toegenomen op deze locatie, wat verklaard kan worden door een toename in dagen met oostenwind en vliegtuigpassages over deze locatie. Ook treinpassages in de nachtperiode zijn in toenemende mate hoorbaar op deze locatie. Ook zijn veel vogels op deze locatie te horen, in het voorjaar zitten vogels regelmatig dicht bij de microfoon met een stijging van de L_{den} waarde van overig geluid tot gevolg.

tabel 10: overzicht trends per bronsoort locatie Spoor

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017
Totaal	67.3	65.9	64.3	64.9	65.5
Wegverkeer	58.0	57.3	57.2	57.2	57.4
Railverkeer	66.2	64.7	62.8	63.5	62.9
Luchtvaart	53.2	55.5	54.0	53.6	52.1
Overig	55.6	46.8	40.0	49.9	59.5

tabel 11: overzicht trends per bronsoort locatie Batadorp

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017
Totaal	54.1	54.2	55.9	55.5	57.4
Wegverkeer	52.6	53.7	54.2	54.1	54.8
Luchtvaart	40.9	43.1	44.8	42.6	44.9
Overig	48.0	39.1	49.8	49.0	53.3

tabel 12: overzicht trends per bronsoort locatie Zuidoost

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017
Totaal	59.5	59.1	59.9	59.5	61.1
Wegverkeer	56.5	56.8	56.9	57.2	57.7
Luchtvaart	51.9	54.6	54.4	54.1	55.1
Overig	54.6	46.6	53.3	50.4	56.9

tabel 13: overzicht trends per bronsoort locatie Villawijk

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016-2017
Totaal	53.3	53.4	53.4	53.6	56.7
Wegverkeer	51.1	51.3	51.0	51.4	52.8
Luchtvaart	46.4	49.2	48.1	47.4	50.2
Overig	46.2	28.5	44.5	45.6	52.3

Er is in dit onderzoek ook gekeken naar het voorkomen van piekniveaus, omdat deze geluiden vaker voor overlast kunnen zorgen. Geconstateerd is dat er meer piekgeluiden boven de 60 dB(A) zijn gemeten, met name op de locaties Batadorp en Villawijk kan dit tot meer hinder leiden. Ook is er een aantal zeer hoge niveaus gemeten bij vliegtuigpassages (tot 100 dB(A)). Deze geluidsniveaus kunnen als zeer hinderlijk worden ervaren.

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

Ongunstige wind kan leiden tot 3-5 dB hogere geluidsniveaus vanwege wegverkeer vergeleken met gunstige wind. De windrichting bepaalt ook grotendeels de vliegrichting van vliegtuigen. De toename in noordwesten- en oostenwind in 2016-2017 heeft er waarschijnlijk toe geleid dat meer vliegtuigen over Batadorp uitvliegen, die daardoor beter gedetecteerd worden op meetpunten Batadorp en Villawijk. Bij Villawijk worden daarom ook bij noordwestenwind hogere geluidsniveaus gemeten.

De meetresultaten zijn ook vergeleken met geluidsniveaus die berekend zijn in het kader van de Europese richtlijn omgevingslawaaier. Uit deze metingen blijkt dat het geluidsniveau van het weg- en railverkeer enigszins afwijkt van de berekeningen. Deze kaart laat alleen een jaargemiddelde waarde zien. Uit dit rapport blijkt dat er binnen een jaar een flinke variatie aan geluidsniveaus is, en er ook piekniveaus te constateren zijn.

Luchtvaart is niet gerapporteerd in L_{den} voor de Europese richtlijn, waardoor er geen vergelijking tussen meting en berekening heeft plaatsgevonden. Wat wel is berekend, is het effect van een overstap van Boeing 737 naar Airbus A320, die 3 dB stiller is. Als er wordt gekozen voor een volledige overstap, zou dit een reductie in L_{den} tot 1,5 dB kunnen realiseren. Echter moeten wij hierbij vermelden dat dit een versimpeling van de werkelijkheid is, en dat ieder vliegtuig een ander geluidsniveau veroorzaakt, ook wanneer ze van hetzelfde type zijn.

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 wegverkeer. Deze toename (ook voor industrie) zal met het economische herstel de komende jaren mogelijk sneller gaan dan tot nu toe. Het afgelopen meetjaar laat zien dat deze trend zich inderdaad lijkt in te zetten.

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

Bijlage 1

Titel	Begrippenlijst en overzicht nauwkeurigheden 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)	dB(A)	Het geluidsdruk niveau 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, zal de meetfout telkens gelijk zijn en een systematische afwijking geven.

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 zal uiteraard de meettolerantie van de geluidsmeter altijd aanwezig zijn. 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 zal gaan 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 zal in elke één seconde-waarde dezelfde systematische afwijking van de geluidsmeter zitten 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, wat wij in de volgende paragrafen beschrijven.

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).

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
1.000	±1	±1.5
1.250	±1	±1.5
1.600	±1	±2
2.000	±1	±2
2.500	±1	±2.5
3.150	±1	±2.5
4.000	±1	±3
5.000	±1.5	±3.5
6.300	+1.5 / -2	±4.5
8.000	+1.5 / -3	±5
10.000	+2 / -4	+5 / -∞

Toleranties op de frequentiekarakteristiek voor verschillende types geluidsniveaumeters volgens IEC 651 (Info: IEC 651)

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 zullen de laagste en hoogste octaafbanden slechts in geringe mate bijdragen 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 zal sprake zijn 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.