

Analyse Geluidsmetingen Best na 8 jaar meten

Geluidsmonitoring op vier posities in de gemeente Best Analyse na 8 jaar meten (2012-2020) EINDRAPPORTAGE

Status	eindrapportage
Versie	002
Rapport	V.2011.1353.11.R001
Datum	22 april 2021

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Best Postbus 50 5680 AB BEST
Contactpersoon opdrachtgever	mevrouw E. van Beek 0499 360274 e.van.beek@gembest.nl
Project Betreft Uw kenmerk	Geluidsmonitoring gemeente Best Jaarrapportage 2019-2020 -
Rapport Datum Versie Status	V.2011.1353.11.R001 22 april 2021 002 eindrapportage
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 MHK

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	24
4.5 Luchtvaart	28
4.6 Industrie	34
4.7 Evenementen	35
4.8 Piekniveaus	37
4.9 Effect meteorologie	38
5. Covid-19 2020	41
5.1 Totaalniveaus per week	41
5.2 Wegverkeer	42
5.3 Railverkeer	42
5.4 Luchtvaart	44
5.5 Conclusie	45
6. Conclusie	46

Bijlagen

Bijlage 1	Begrippenlijst en overzicht nauwkeurigheden meetsysteem
Bijlage 2	Uitsnede meetdata vliegtuigpassages

1. Inleiding

In opdracht van de gemeente Best voert Sensornet B.V. al 8 jaar lang 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. Met dit onderzoek geven we gemeente en bewoners inzicht 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 (o.a. Aquabest) en zo mogelijk scheepvaart (op Wilhelmina- en Beatrixkanaal). De metingen zijn gestart in het voorjaar van 2012 en zijn in september 2020 geëindigd. Dit is dan ook de eindrapportage van alle meetjaren.

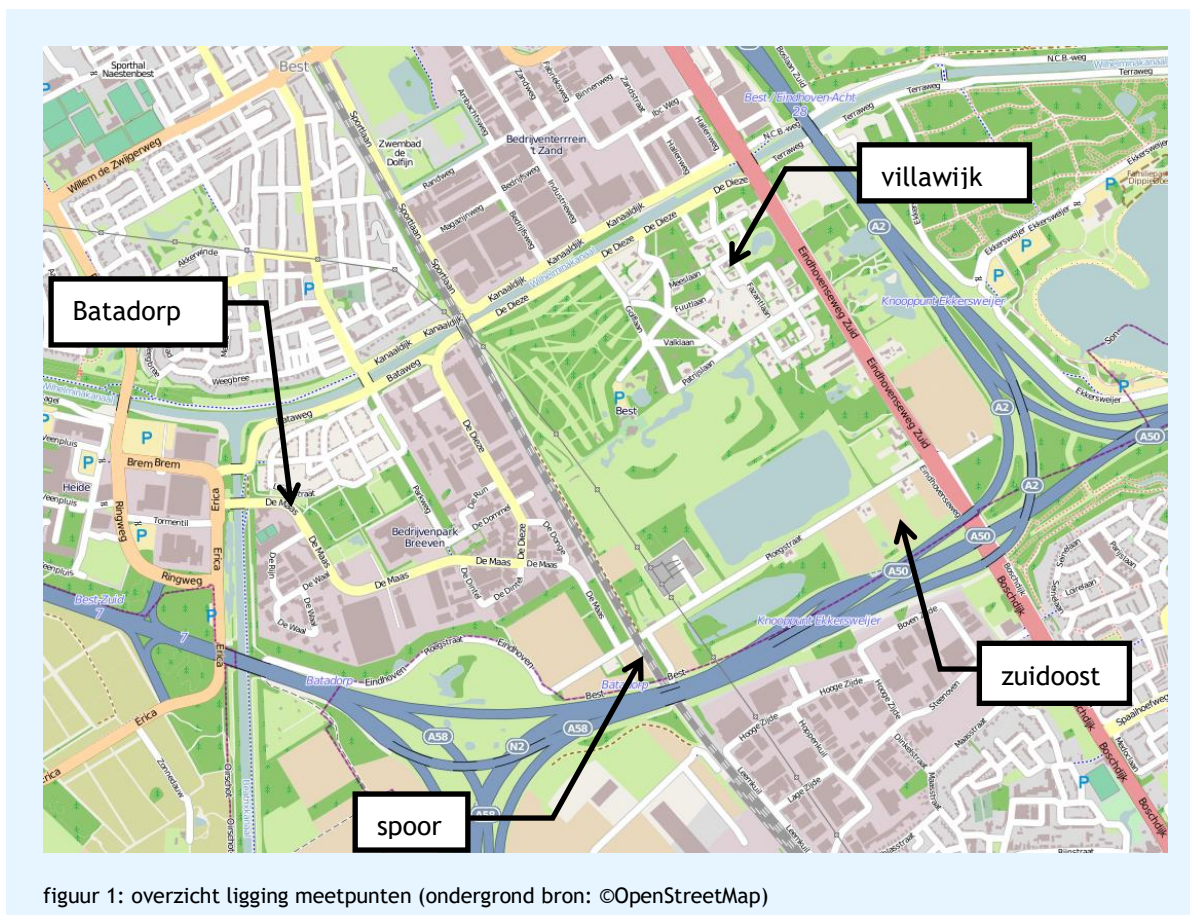
Door DGMR is de meetdata van Sensornet gebruikt om analyses uit te voeren van deze metingen. Dit rapport geeft het resultaat van de analyses over acht jaar geluidsmetingen tot maart 2020. Op verzoek van de gemeente Best is een half jaar langer gemeten, van maart 2020 t/m september 2020, om te analyseren of de Covid-19 pandemie ook effecten heeft op de aanwezige geluidsniveaus.

Voor deze rapportage kijken we naar de bijdrage van de individuele bronnen (voor zover mogelijk) op de geluidsniveaus gedurende acht jaar meten. Deze geluidsniveaus vergelijken wij met de verwachte geluidsniveaus uit bijvoorbeeld rekenmodellen of de Europese 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.



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 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 zijn in september 2020 beëindigd. 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).

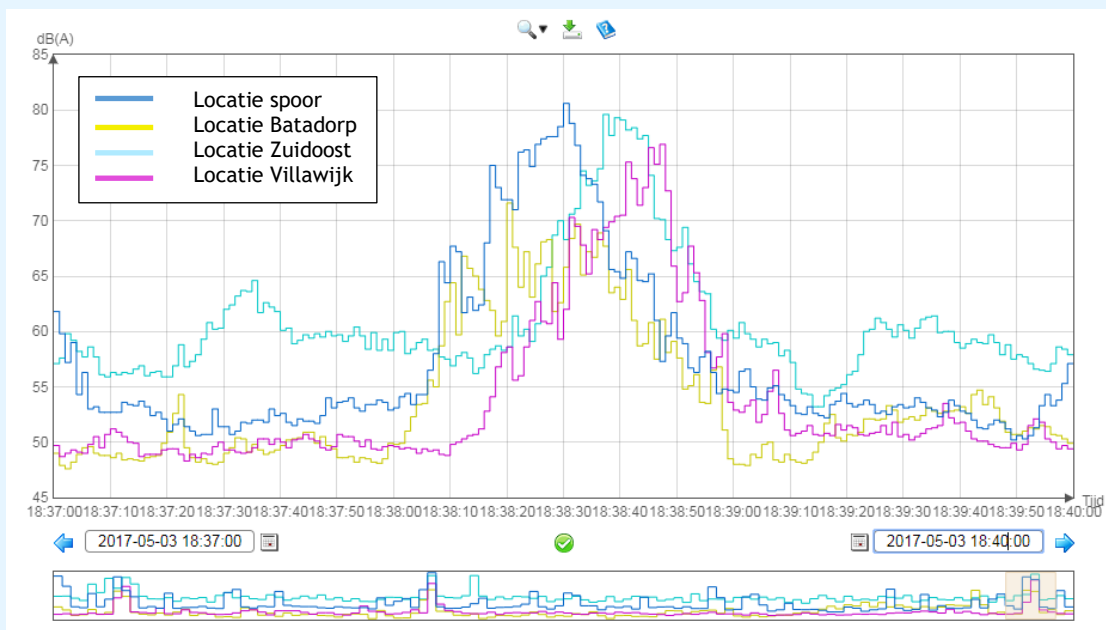
3. Meetmethode

De meetinstrumenten van Sensornet (zie bijlage 1 voor informatie over de instrumenten) registreren continu het aanwezige 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 ten gevolge 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 is 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.
- Door middel van een transponder positiegegevens ter beschikking stelt.



figuur 7: voorbeeld van een vliegtuigpassage die op de verschillende meetlocaties wordt waargenomen

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 acht jaar

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

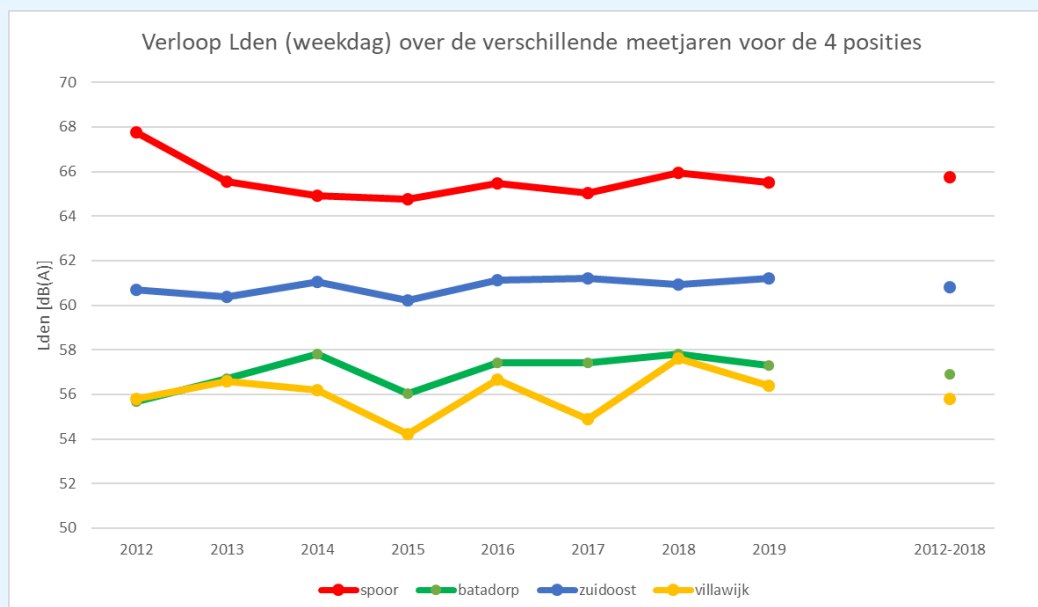
tabel 2: verloop gemeten totaalniveaus (in L_{den}) voor de vier verschillende locaties ¹

Locatie	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Spoor	67.7	65.5	64.9	64.7	65.5	65.0	65.8	65.5
Batadorp	55.7	56.7	57.8	56.0	57.4	57.4	57.6	57.3
Zuidoost	60.7	60.4	61.1	60.2	61.1	61.2	60.7	61.2 ²
Villawijk	55.8	56.6	56.2	54.2	56.7	54.9	57.4	56.4

De tabel toont dat de locatie Spoor nog steeds het hoogste gemiddelde geluidsniveau ondervindt, gevolgd door de locatie Zuidoost. Op het meetpunt Batadorp zijn de jaargemiddelde geluidsniveaus afgenomen met 0.5 dB. Bij het meetpunt Spoor is het jaargemiddelde geluidsniveau gedaald met 0.3 dB en bij Villawijk is een afname van 1.3 dB geconstateerd. Alleen op meetpunt Zuidoost is een toename van 0.6 dB te zien. Locatie Villawijk vertoont in de afgelopen acht jaar de grootste fluctuaties. Onderstaande figuur geeft per locatie een overzicht van het verloop van het L_{den} over afgelopen acht jaar. Verderop in het rapport is onderzocht wat de verklaring is voor de toe- en afnames van het 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 het rapport van 2017 hersteld.

² In de meetdata van het meetpunt Zuidoost is vanaf mei 2019 een onregelmatigheid in de data gevonden. De data is zo veel als mogelijk op maandniveau hersteld.

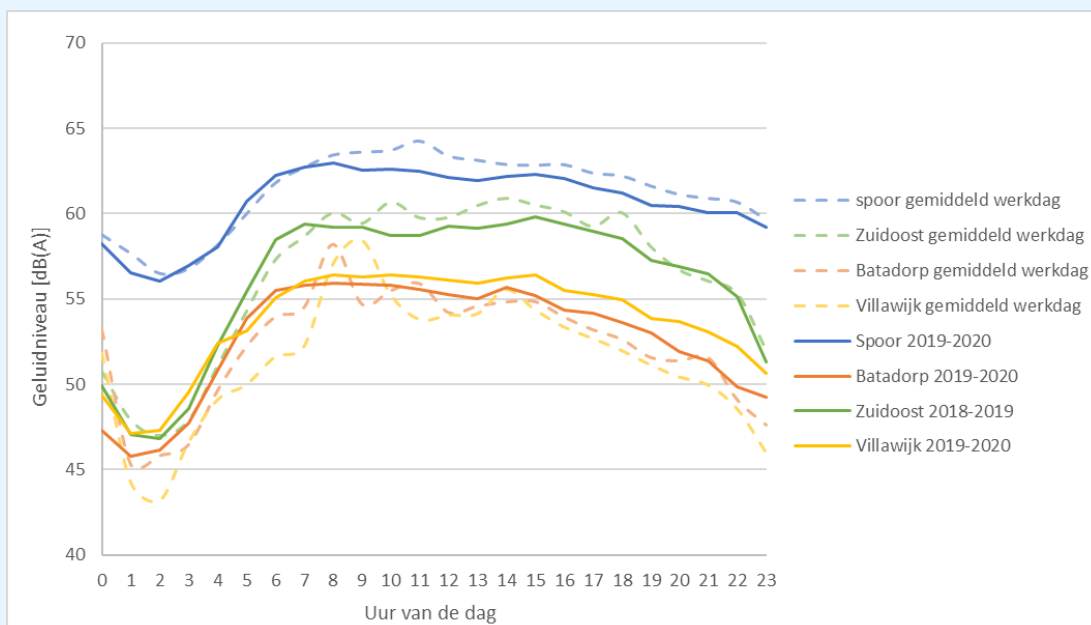


figuur 8: verloop van het gemeten L_{den} op de 4 meetlocaties voor de afgelopen 8 jaar (rechts het gemiddelde over 8 jaar meten)

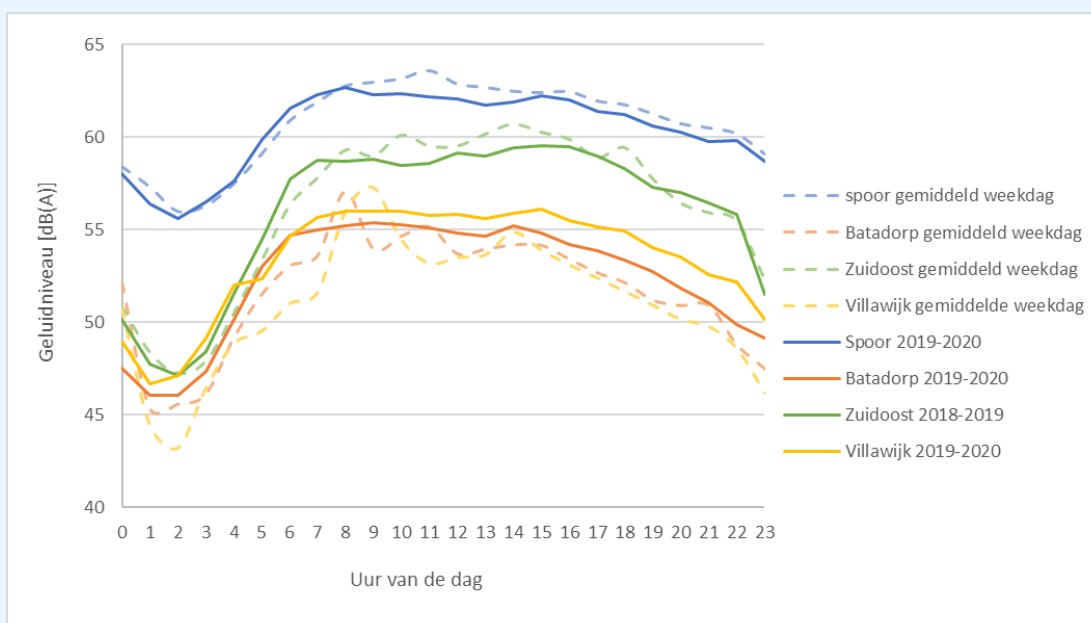
4.2.2 Verloop gedurende een dag of week

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. Hierbij is het gemiddelde per werk-/weekdag en individuele weekdag het afgelopen jaar weergegeven ten opzichte van het gemiddelde over de afgelopen acht jaar.

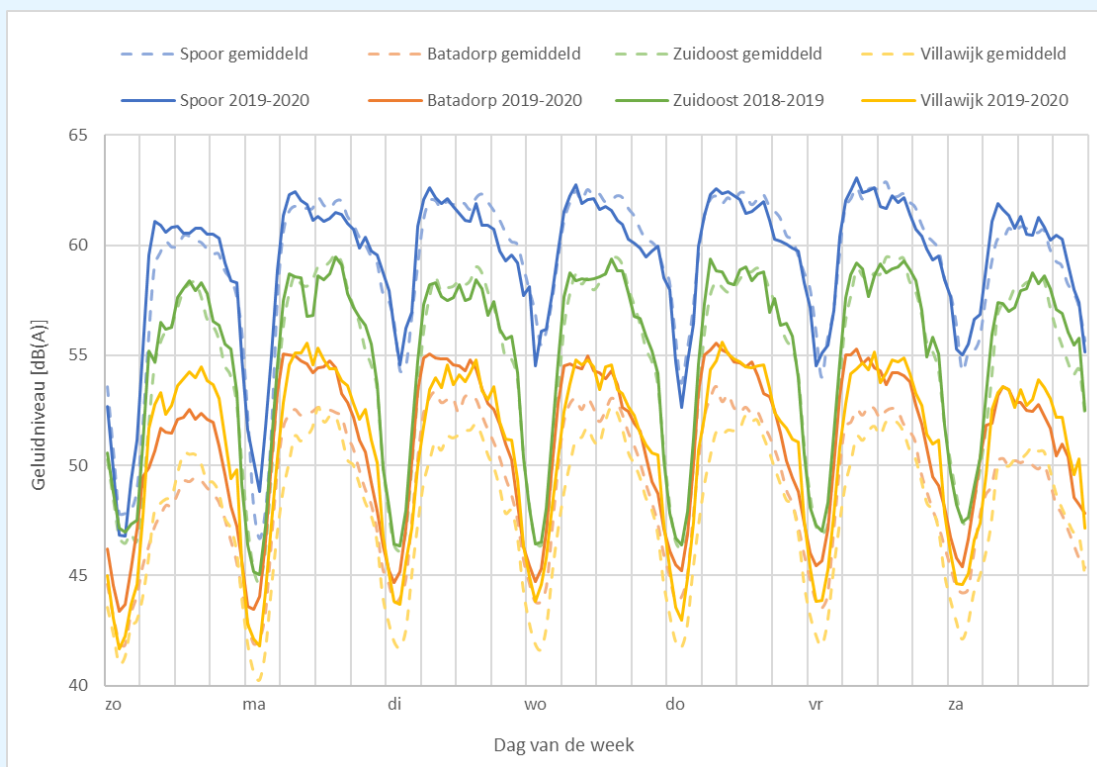
Door een onregelmatigheid in de meetdata van Zuidoost zijn in de onderstaande figuren voor het meetpunt Zuidoost de gemeten waarden van 2018-2019 opgenomen.



figuur 9: werkdaggemiddelde voor 2019-2020 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen 8 jaar (doorgetrokken lijn)



figuur 10: weekdaggemiddelde voor 2019-2020 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen 8 jaar (stippellijn)



figuur 11: verloop van geluid over dagen van de week. Gemiddelde voor 2018-2019 (doorgetrokken lijn) en gemiddelde over afgelopen 7 jaar (stippellijn) per locatie.

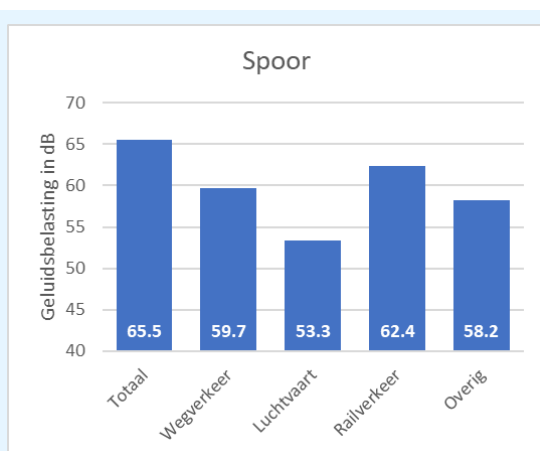
In de figuren is te zien dat, zoals te verwachten is, 's nachts maar ook in het weekend minder omgevingsgeluid aanwezig is. Ter hoogte van de locatie Spoor is ook 's nachts nog sprake van een relatief hoog geluidsniveau, zeker in vergelijking met de 3 andere locaties.

Wat opvalt in de figuren van het werk- en weekdaggemiddelde is dat de geluidspieken tussen 7:00 en 9:00 uur bij Villawijk en Batadorp sterk zijn verminderd. In de grafiek waarin de daggemiddelden zijn weergegeven zijn bij maandag-, dinsdag-, woensdag- en donderdagochtend wel pieken te zien in de ochtenduren. Bij Villawijk valt ook, buiten de ochtendspits, de toename van het geluidsniveau over de hele dagperiode op, met name tussen 1:00 en 3:00 uur.

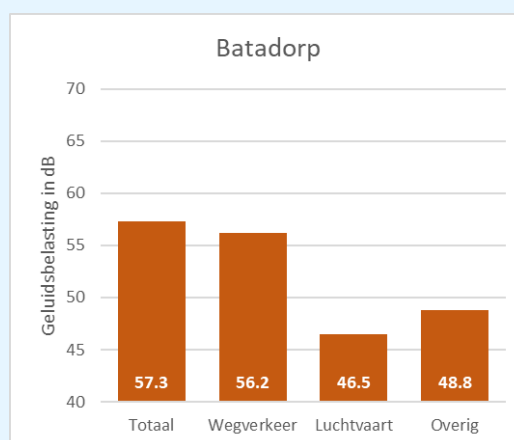
Op de locatie Spoor is het op doordeweekse dagen stiller is dan voorgaande jaren, vooral tussen 8:00 en 15:00 uur. Op de locatie Batadorp is het overdag juist iets minder stil dan gemiddeld.

4.2.3 Onderverdeling in bronsoorten afgelopen jaar

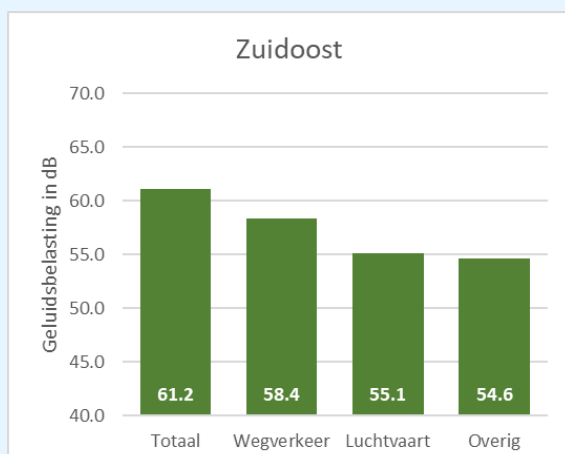
In de volgende paragrafen beschrijven we gedetailleerder het geluid van de verschillende bronsoorten in het afgelopen meetjaar. Hierin kijken we alleen naar de verdeling tussen de niveaus vanwege de verschillende bronnen. Dat is weergegeven in de volgende figuren.



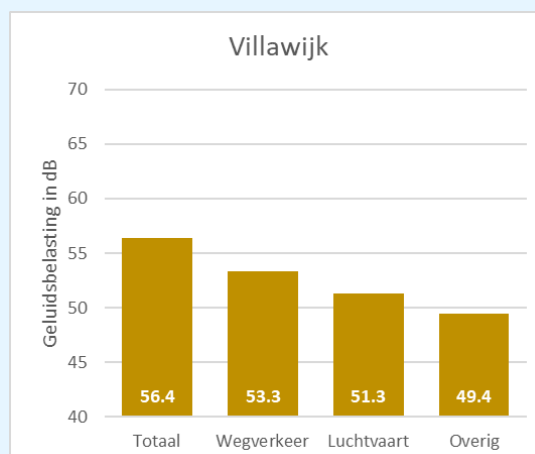
figuur 12: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Spoor



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 jaargemiddelde geluidsniveau (de L_{den}) van het afgelopen meetjaar (2019-2020) het wegverkeer bij locatie Batadorp en Zuidoost maatgevend is. Opvallend is dat in dit meetjaar bij locatie Spoor en Villawijk overige bronnen maatgevend zijn.

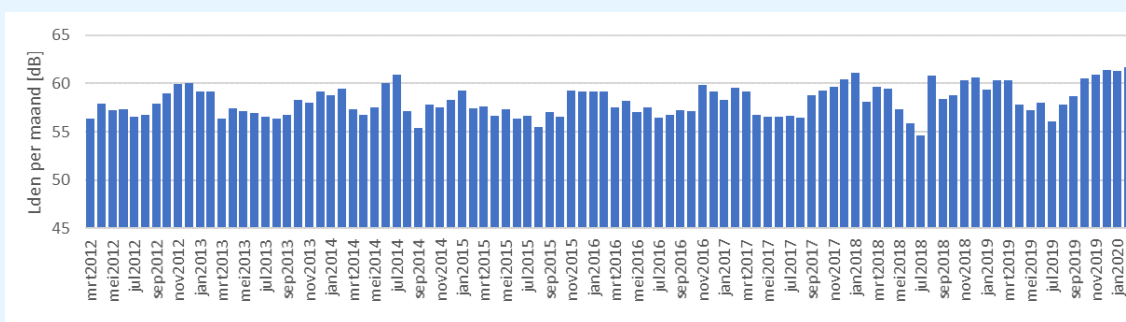
De luchtvaart heeft echter ook een meetbare en een aanzienlijke invloed op de totaalniveaus van alle meetposities. Bij het overig geluid moet men denken aan fluitende vogels, grasmaaiers, blaffende honden of bijvoorbeeld aan muziek bij festivaldagen. Op de locatie Batadorp en Villawijk zijn ook treinen 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.

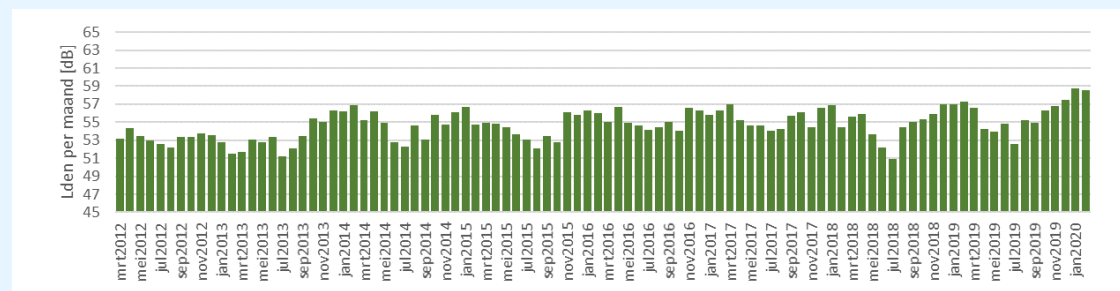
4.3 Wegverkeer

4.3.1 Trend over acht jaar

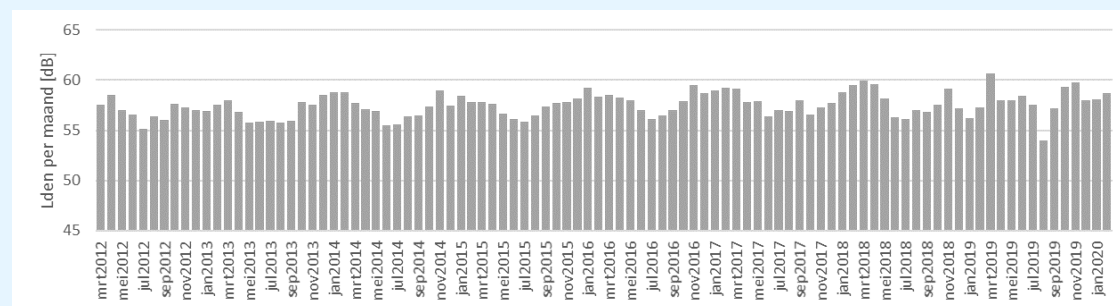
De onderstaande figuren geven het verloop van de gemeten niveaus weer van de afgelopen acht jaar (maart 2012 t/m september 2020) als gevolg van het wegverkeer voor de verschillende locaties. Te zien zijn de gemiddelde geluidsniveaus per maand voor de meetperiode. Hierbij zijn de belangrijkste bronnen de A2, A58 en het lokale wegverkeer. De geluidsniveaus per maand zijn energetisch gemiddeld, zodat het totaalniveau over een jaar gelijk is aan het L_{den} .



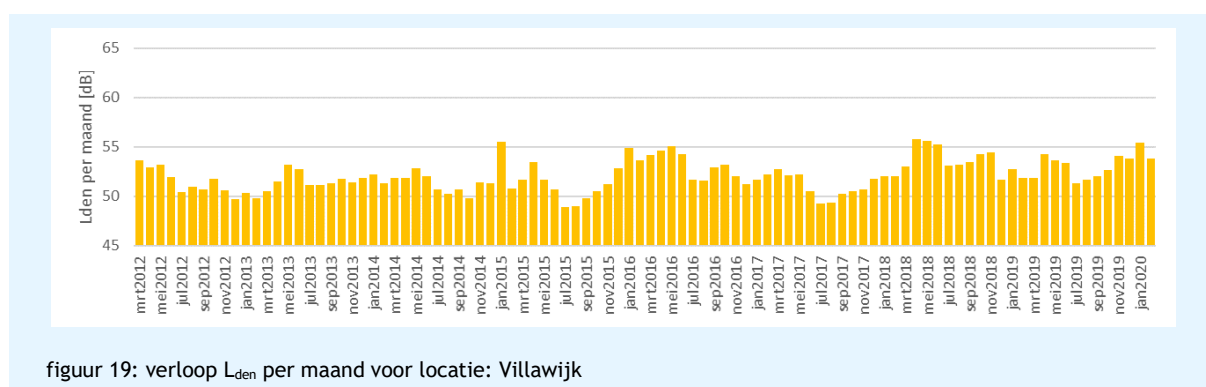
figuur 16: verloop L_{den} per maand voor locatie: Spoor



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. Bij locatie Spoor is vanaf maart 2019 tot juni 2019 een vermindering te zien in L_{den} ten opzichte van de vorige jaren. Vanaf juli 2019 tot februari 2020 neemt het weer ongeveer lineair toe. Bij locatie Batadorp zien we ongeveer dezelfde lijn als bij Spoor.

Bij Villawijk is een stijging in L_{den} te zien vanaf juni 2019 tot januari 2020, waarna het in februari 2020 afneemt.

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

tabel 3: verloop jaargemiddelde geluidsniveaus wegverkeer over de afgelopen acht jaar³

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
2018/2019	59.1	55.4	57.8	53.9
2019/2020	59.7	56.2	58.4	53.3

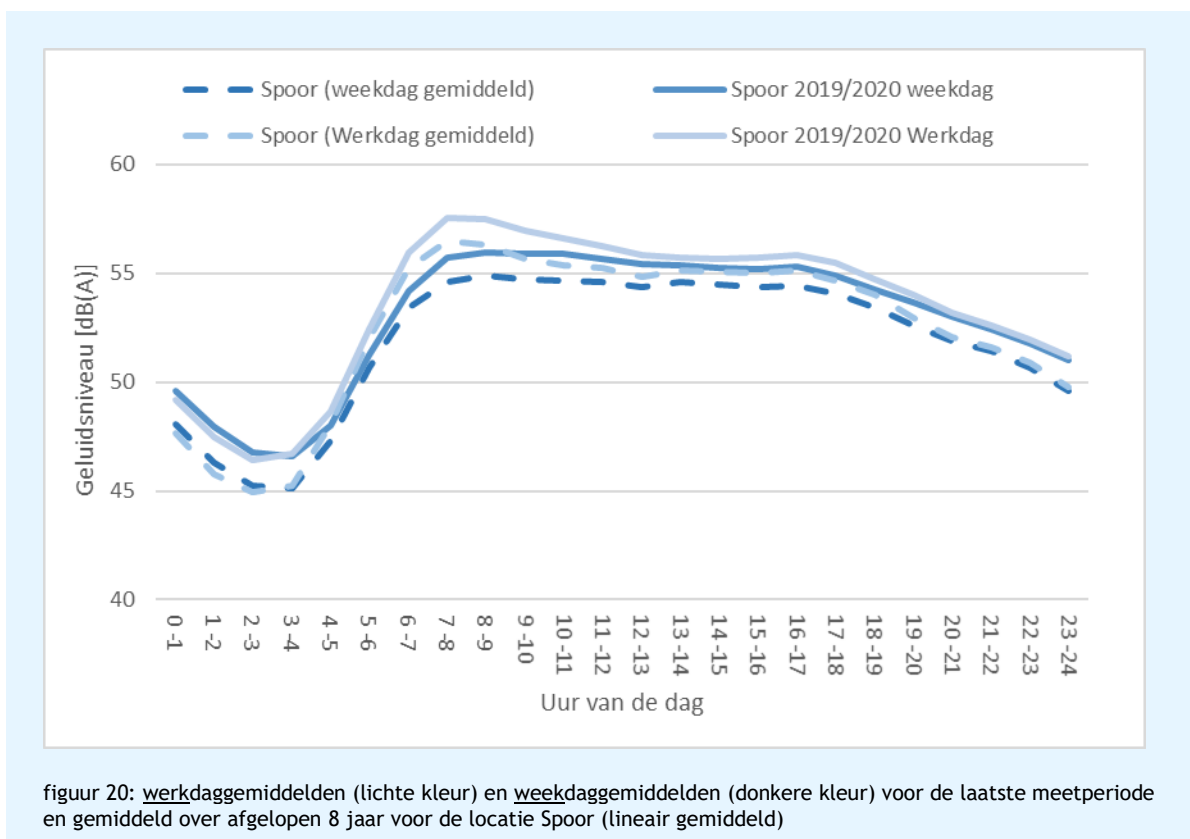
De tabel hierboven laat zien dat de jaargemiddelde waarden ten gevolge van wegverkeer voor Batadorp, Zuidoost en Spoor het afgelopen jaar licht is gestegen ten opzichte van het voorgaande jaar. Locatie Villawijk laat een lichte daling zien.

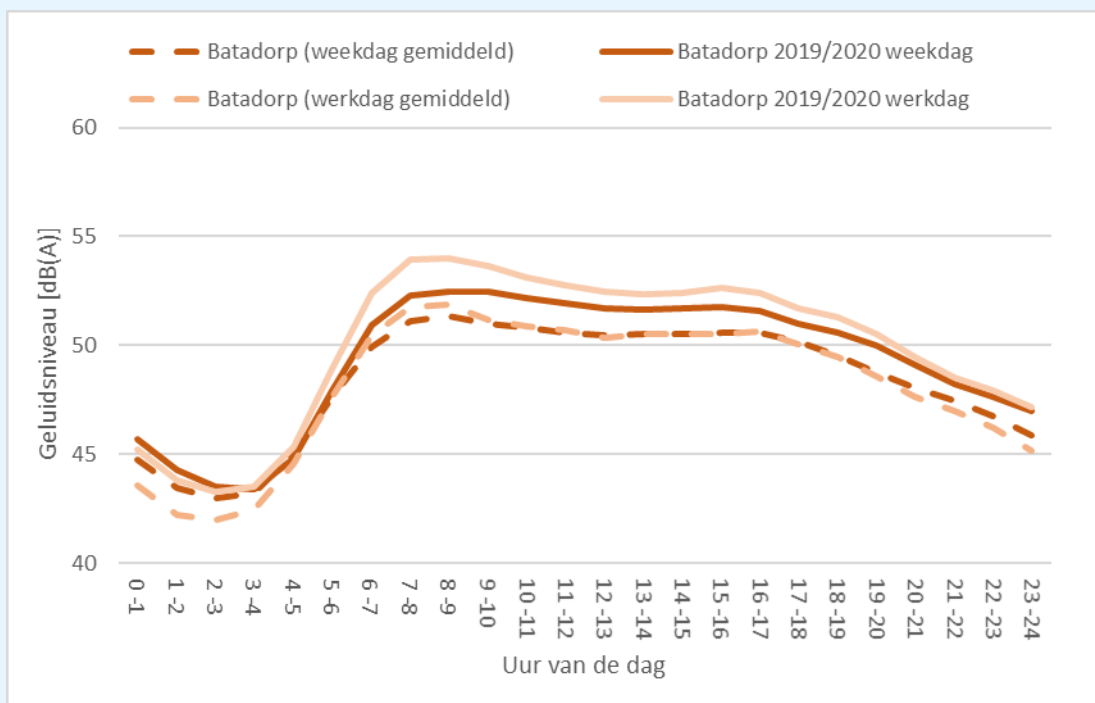
³ De gemeten L_{den} voor de jaren 2012-2016 wijken af van de eerder gerapporteerde waarden. Dit is veroorzaakt door een fout in de berekening van de L_{den} van deze jaren. Deze fout is sinds het rapport 2017/2018 hersteld.

4.3.2 Dag- en weekgemiddelde waarden

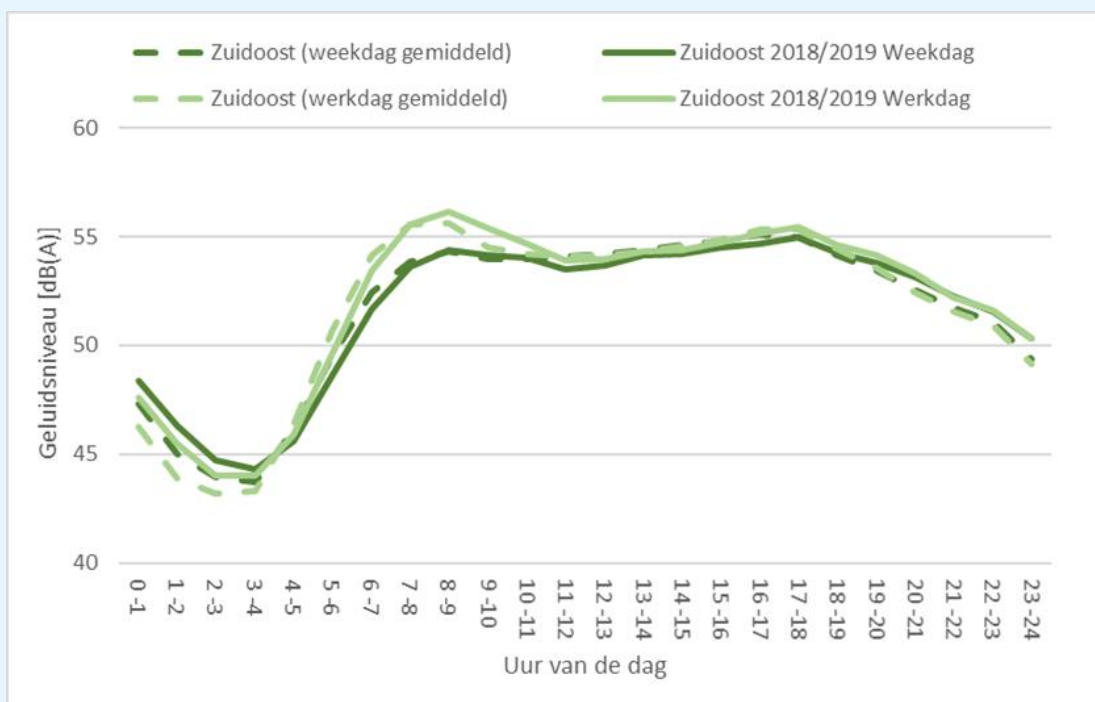
Geluid van wegverkeer varieert afhankelijk van het tijdstip en de dag van de week. Om inzicht te krijgen in dit verloop zijn de gemiddelde geluidsniveaus gedurende een gemiddelde weekdag, werkdag en het verloop over een week weergegeven in de onderstaande figuren voor de meetperiode 2019-2020 en het gemiddelde van voorgaande jaren (2012-2019). De geluidsniveaus in de verschillende uren, dagen en weken zijn hiervoor lineair gemiddeld.

Door onregelmatigheden in de meetdata bij meetpunt Zuidoost is voor deze locatie de grafiek van de meetperiode 2018-2019 opgenomen.

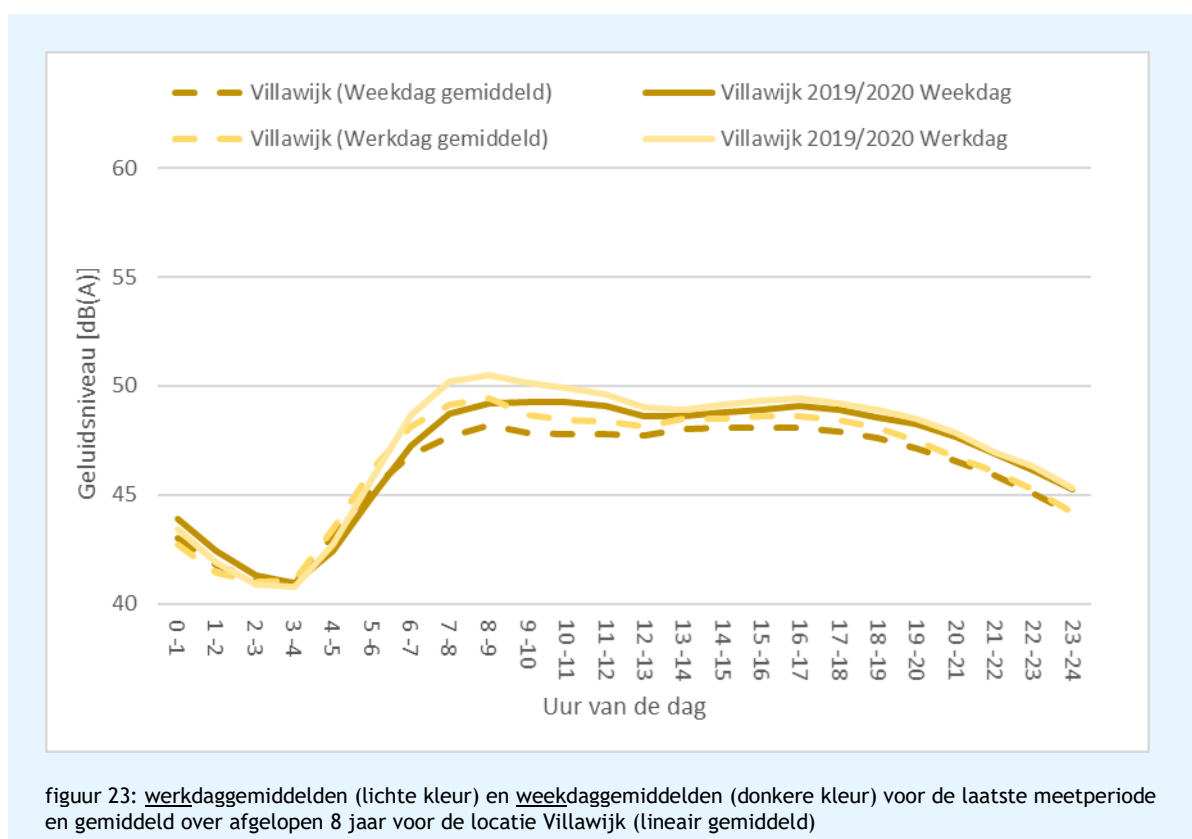




figuur 21: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 8 jaar voor de locatie Batadorp (lineair gemiddeld)



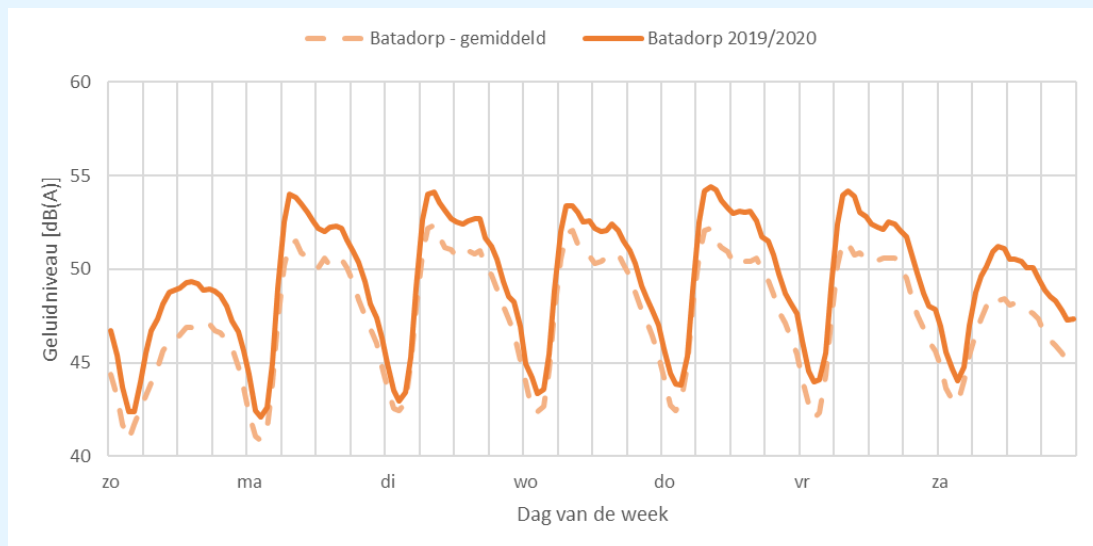
figuur 22: werkdaggemiddelden (lichte kleur) en weekdaggemiddelden (donkere kleur) voor de laatste meetperiode en gemiddeld over afgelopen 8 jaar voor de locatie Zuidoost (lineair gemiddeld)



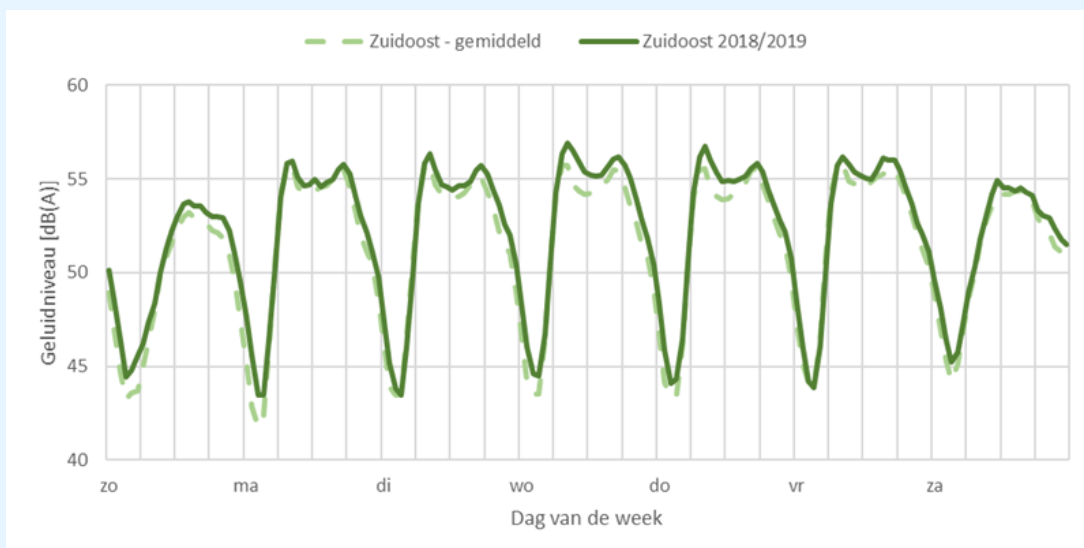
De bovenstaande grafieken geven het verschil tussen het verloop van het gemiddelde geluidsniveau op de dag in het afgelopen meetjaar, vergeleken met het gemiddelde niveau over de meetperiode van 2012 t/m 2019. Op locatie Batadorp en Spoor is een kleine stijging te zien ten opzichte van het gemiddelde. Locatie Villawijk laat een lichte daling zien. Onderstaande grafieken laten hetzelfde zien, maar dan over de dagen van de week.



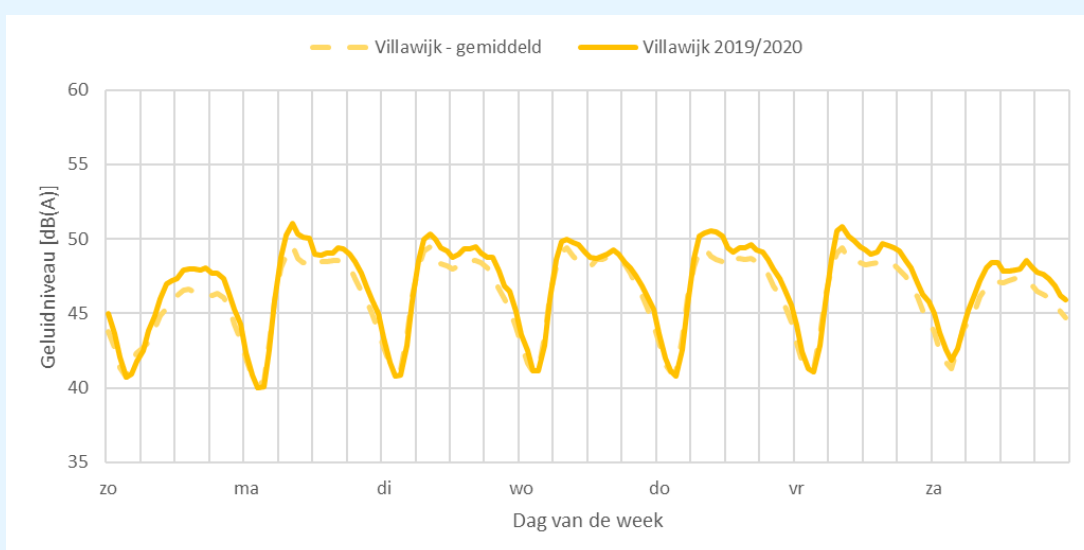
figuur 24: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Spoor. Hierin is te zien het geluidsniveau gedurende meetperiode 2019-2020 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperioden ervoor (stippellijn) (lineair gemiddeld)



figuur 25: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Batadorp (lineair gemiddeld)

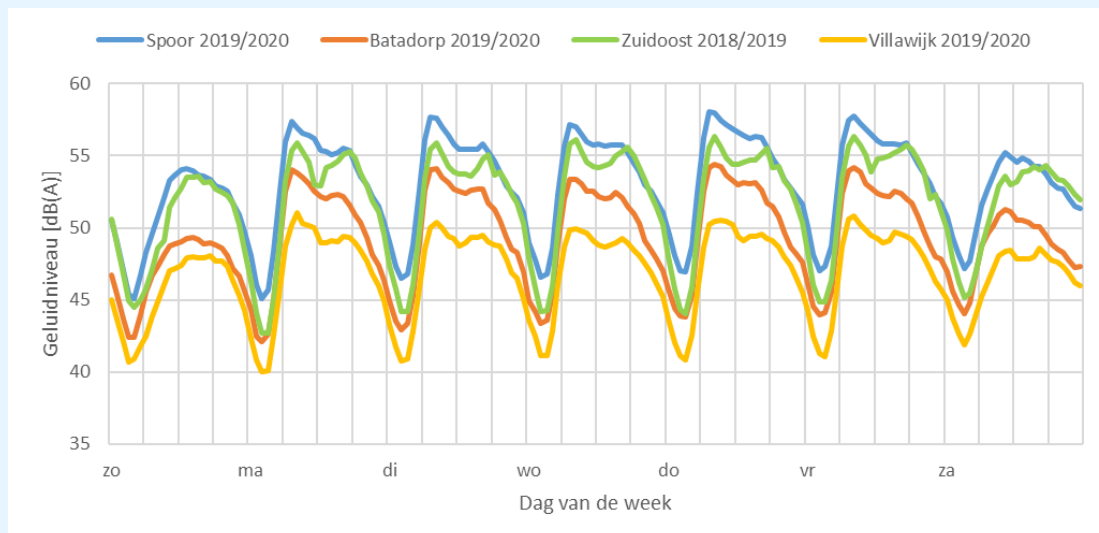


figuur 26: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Zuidooost. Hierin is te zien het geluidsniveau gedurende meetperiode 2018-2019 (doorgetrokken lijn) en het gemiddelde van de meetperiodes ervoor (stippellijn) (lineair gemiddeld)



figuur 27: gemiddeld geluidsniveauverloop van wegverkeer gedurende de week voor locatie Villawijk (lineair gemiddeld)

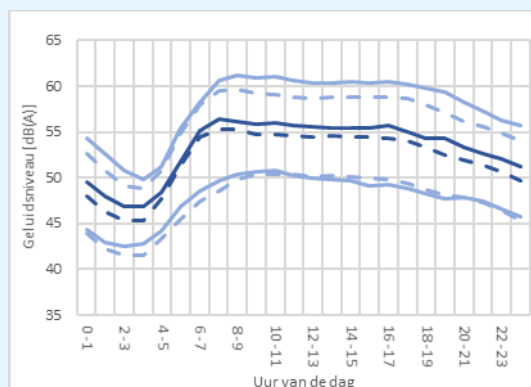
De figuren hierboven laten goed zien hoe bij locatie Villawijk het geluidsniveau licht gedaald is. Bij Spoor en Batadorp zijn de gemiddelde geluidsniveaus over de gehele week licht gestegen. Bij alle locaties is duidelijk de ochtend- en avondspits te zien, met uitzondering van Villawijk, waar de geluidspieken ten gevolge van de spitsuren enkel op maandag en vrijdag te zien zijn.



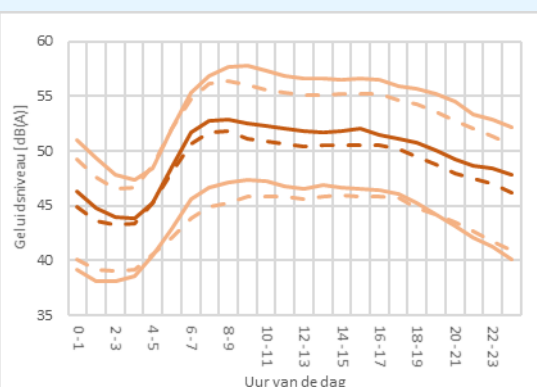
figuur 28: gemiddeld verloop gedurende de week van wegverkeersgeluid voor de vier verschillende locaties (lineair gemiddeld)

De figuur hierboven geeft het gemiddelde verloop gedurende een week van de vier locaties in 1 figuur. Hier is duidelijk te zien dat de locaties Spoor en Zuidoost het zwaarst belast zijn door wegverkeer.

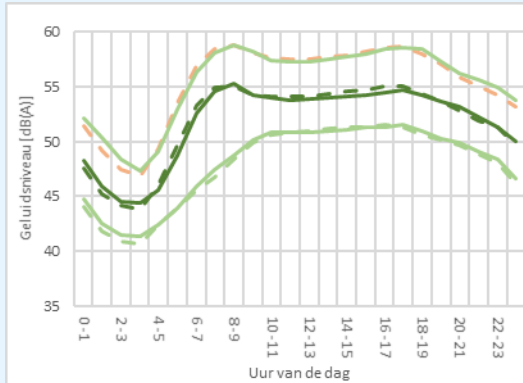
Naast de variatie gedurende de dag zullen sommige uren aanzienlijk lawaaiiger zijn dan andere. Om inzicht te krijgen in deze spreiding is per locatie gekeken naar de 10, 50 en 90 percentiel waarden. Hierbij is 90% percentielwaarde die waarde waarbij 90% van de uren een lager niveau en 10% van de uren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



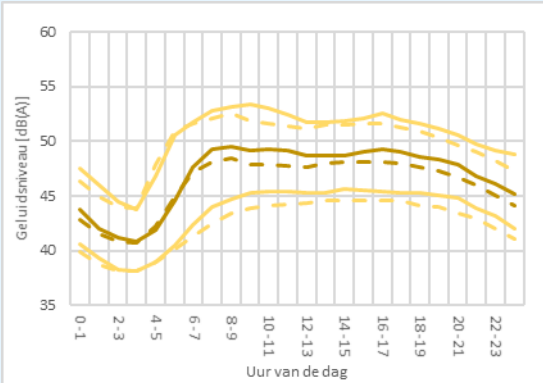
figuur 29: variatie in geluidsniveau locatie: Spoor, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2019-2020, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2019)



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 = 2019-2020, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2019)



figuur 31: variatie in geluidsniveau locatie: Zuidoost, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2018-2019, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2018)

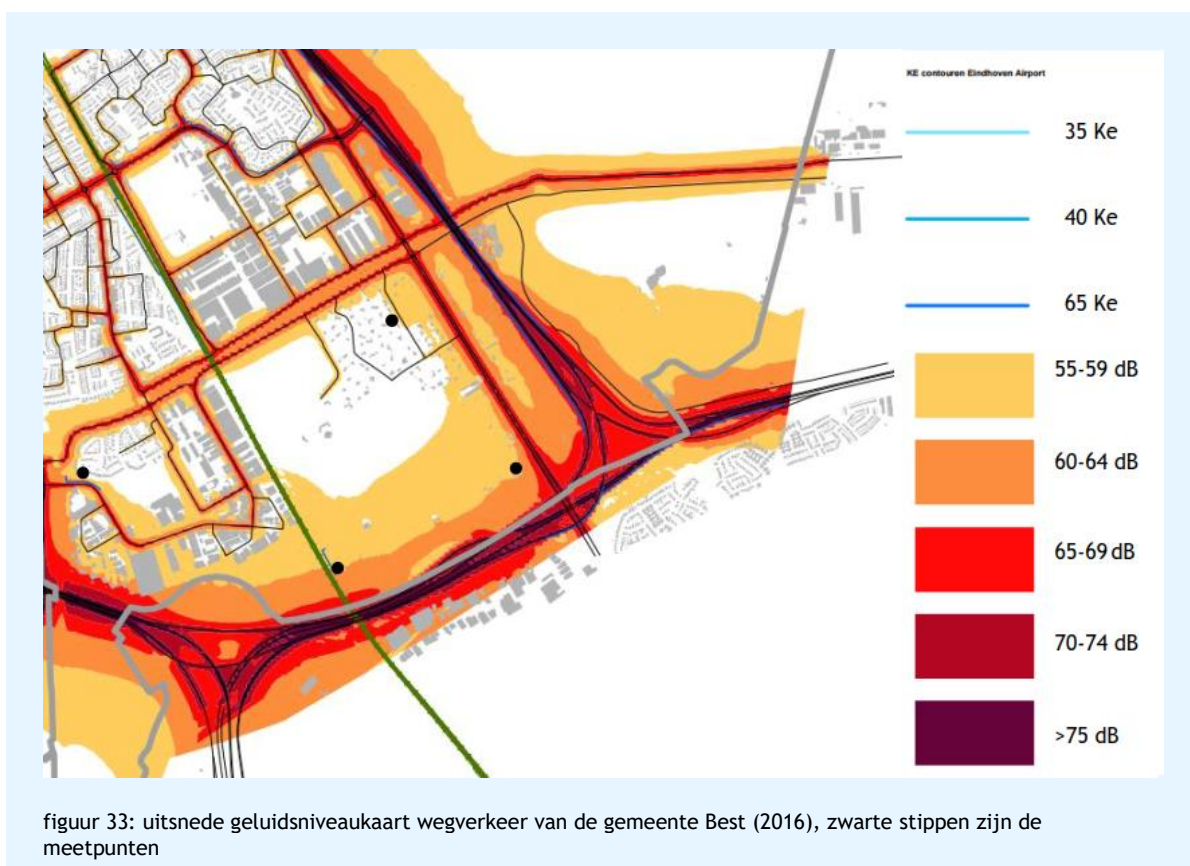


figuur 32: variatie in geluidsniveau locatie: Villawijk, de bovenste lijn is de 90 percentiel, middelste lijn de 50 percentiel en de onderste lijn de 10 percentiel (de doorgetrokken lijn = 2019-2020, gestippelde lijn - gemiddelde 2012-2019)

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 10 dagen een lawaaiig uur (bovenste lijn) en om de 10 dagen een stil uur (onderste lijn) voorkomt. Met name de lawaaiige uren zullen tot hinder leiden. De spreiding is op elke locatie nagenoeg hetzelfde gebleven.

4.3.3 Vergelijking met berekende waarden (geluidkaart)

In 2012 is een geluidkaart voor het jaar 2011 opgesteld en in 2017 is de kaart over 2016 gemaakt. Voor de vergelijking in deze rapportage is daarom uitgegaan van de kaarten over 2016. Op deze geluidkaart zijn de berekende geluidsniveaus te zien van het wegverkeer binnen de Gemeente Best. Deze berekende niveaus zijn vergeleken met de gemeten geluidsniveaus. In de figuur op de volgende pagina is een uitsnede uit de geluidkaart van 2016 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 (2019-2020)	Geluidskaart in contourklasse in dB
Spoor	59.7	60 t/m 64
Batadorp	56.2	50 t/m 54
Zuidoost	58.4	60 t/m 64
Villawijk	53.3	50 t/m 54

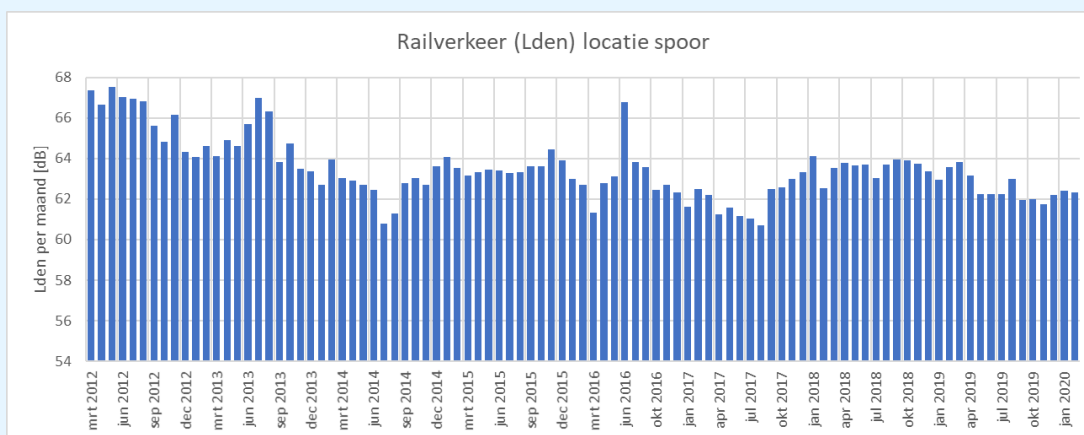
Wat opvalt aan de metingen is dat deze voor locatie Spoor en Zuidoost lager zijn dan de berekende geluidsklasse. Voor Villawijk komen de metingen en berekende contourklassen overeen. Bij Batadorp is te zien dat er een hogere gemeten geluidsniveau is dan de berekende geluidsklasse. Verschillen kunnen optreden door de gekozen modelaannamen.

Zo is bijvoorbeeld in de geluidsberekeningen 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. Daarnaast gaan de rekenmodellen uit van een gemiddelde geluidsproductie van het asfalt over de levensduur. Het wegdek op de Rijkswegen is inmiddels al over de helft van de verwachte levensduur. Nadere analyse heeft uitgewezen dat metingen en berekeningen vrij goed overeenkomen (circa 1 dB verschil).

4.4 Railverkeer

4.4.1 Trend over acht jaar

Op basis van de metingen is gekeken naar het jaargemiddelde verloop van de maandgemiddelde over de afgelopen zeven jaar. De geluidniveaus per maand zijn energetisch gemiddeld, zodat het totaalniveau over een jaar gelijk is aan het L_{den} . In de figuur is te zien dat de in 2018 gestagneerde daling in 2019 weer in gang is gezet. Er is zelfs sprake van een lichte toename van de geluidsbelasting.



figuur 34: verloop van maandgemiddelde waarden voor railverkeer op locatie Spoor over de afgelopen 7 jaar

tabel 5: jaargemiddelde gemeten waarden (maart 2012-2019)⁴

Periode	Totaal gem. 2012-2018	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
dag	60.9	63.1	62.6	60.6	60.6	59.0	58.9	59.9	59.2
avond	59.4	61.9	60.5	58.6	58.8	58.0	57.8	58.8	58.0
nacht	56.1	58.3	56.5	54.6	55.7	55.6	54.7	56.2	54.7
L_{den}	63.9	66.2	64.7	62.8	63.5	62.9	62.3	63.6	62.4

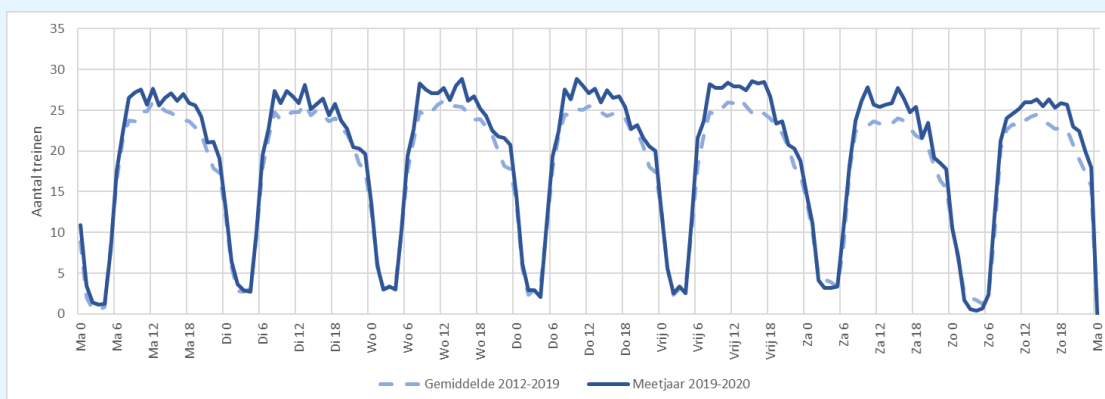
In de tabel is te zien dat de niveaus in 2012/2013 soms tot meer dan 4 dB hoger zijn dan afgelopen jaren. De afname kan worden verklaard door het inzetten van stillere treinen door NS en goederenvervoerders. De laatste jaren worden steeds op de goederentreinen de oude gietijzeren remblokken vervangen 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 nachtperiode blijft het geluidsniveau echter de afgelopen vier jaren ongeveer gelijk. Door de afsluiting van de Betuweroute sinds april 2016 vanwege werkzaamheden aan het spoor in Duitsland rijden meer goederentreinen via de Brabanneroute naar Duitsland. Daarbij komen de treinen door de gemeente Best. Daarnaast is door de invoering van spoorboekloos rijden de hoeveelheid treinen in de dagperiode toegenomen, anderzijds zijn deze treinen over het algemeen wel korter waardoor de toename in de dagperiode met 1 dB toegenomen is. De geluidsniveaus in 2019 komen meer overeen met de niveaus van 2017 dan van 2018.

⁴ In de jaren 2012-2017 is een fout opgetreden in het bepalen van de geluidsniveaus in de avond (5 dB) en nachtperiode (1.8 dB). Dit leidt tot een onderschatting van het L_{den} van ongeveer 1.7 dB. Dit is vanaf rapportage 2018-2019 met terugwerkende kracht hersteld voor alle jaren.

4.4.2 Variatie over een week en tussen treinen

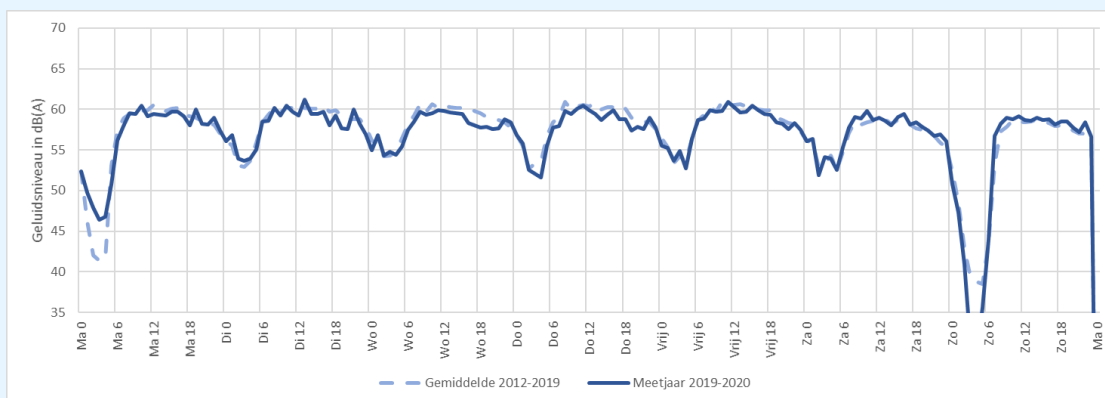
Naast jaar- of maandgemiddelde waarden treedt ook een variatie in de week op. Gedurende het weekend rijden er over het algemeen minder treinen. De onderstaande figuur geeft het gemiddelde weekverloop van het aantal treinen weer.



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

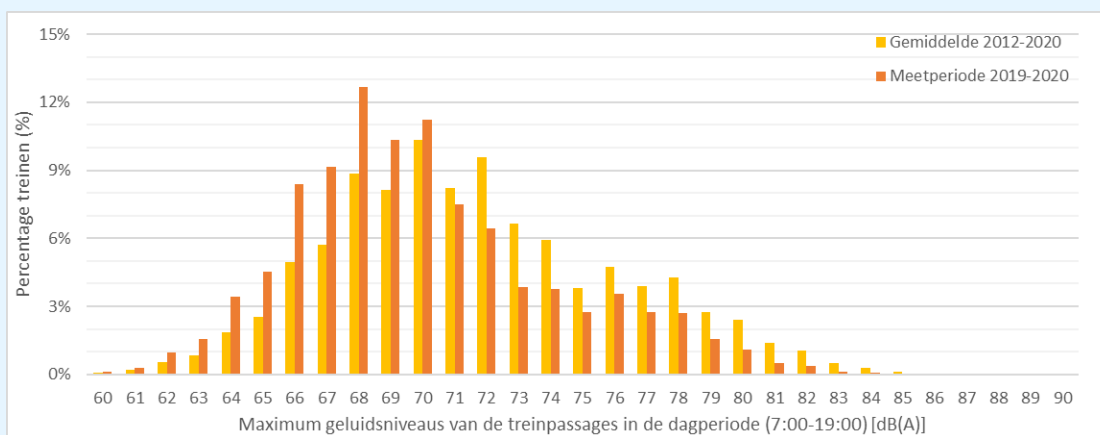
Het aantal treinen in de dag- en avondperiode zijn toegenomen ten opzichte van het gemiddelde. De NS heeft meer treinen ingezet met een hogere frequentie dan de jaren ervoor. Sinds december 2017 rijdt tussen Amsterdam en Eindhoven elke 10 minuten een intercity. Ook is Eindhoven niet meer aangesloten 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, dat ondanks de toename in het aantal treinpassages, over het algemeen gelijke geluidsniveaus worden gemeten in 2019-2020. Dit valt te verklaren doordat in de 10-minutendienstregeling over het algemeen met kortere treinen wordt gereden, die dus minder lang geluid produceren tijdens een passage. Het totale gemiddelde geluidsniveau per uur blijft dan nagenoeg gelijk.

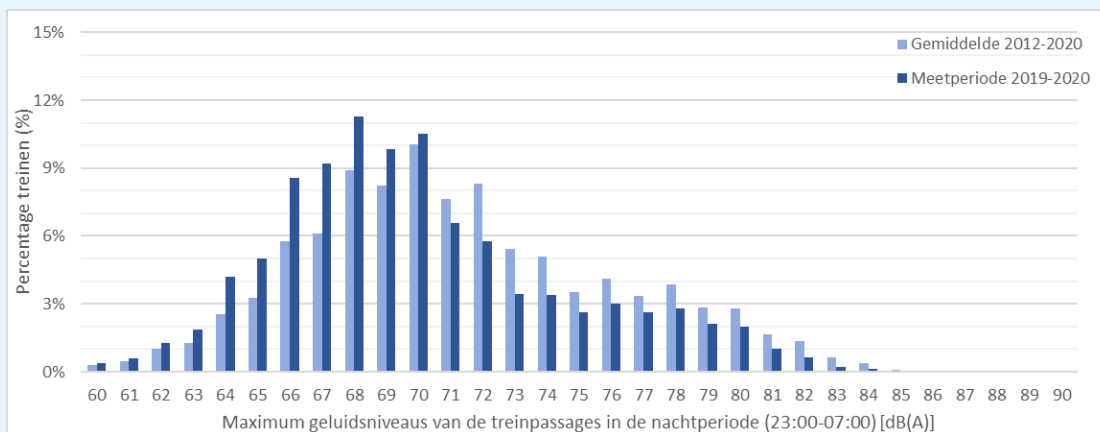


figuur 36: verloop van het equivalente geluidsniveau per uur gedurende een week (lineair gemiddeld)

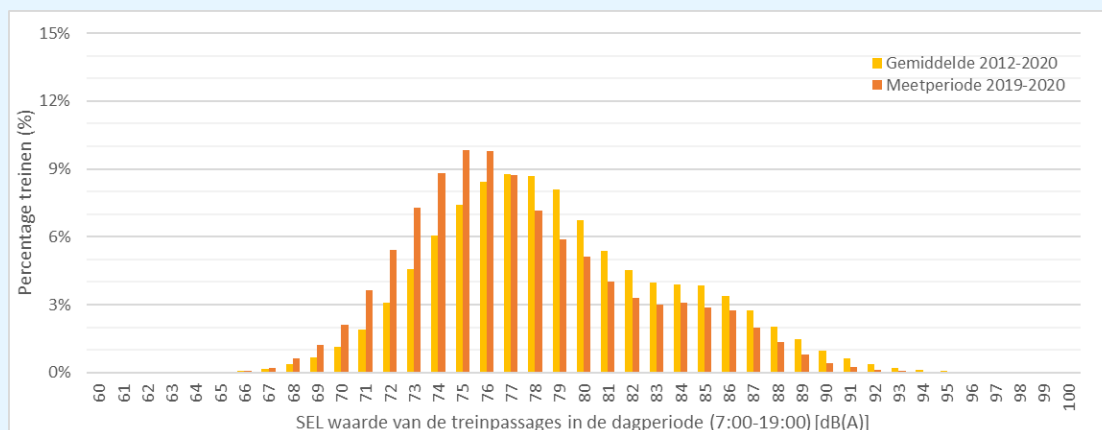
Naast variatie in de tijd is er ook een grote variatie in geluidsproductie van een trein. De spreiding tussen geluidsniveaus vanwege treinen is in onderstaande figuren weergegeven. Getoond zijn de maximale waarden per passage en zogenaamde SEL-waarden. Een SEL-waarde komt overeen met de totale geluidsemissie 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 zal hebben, 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.



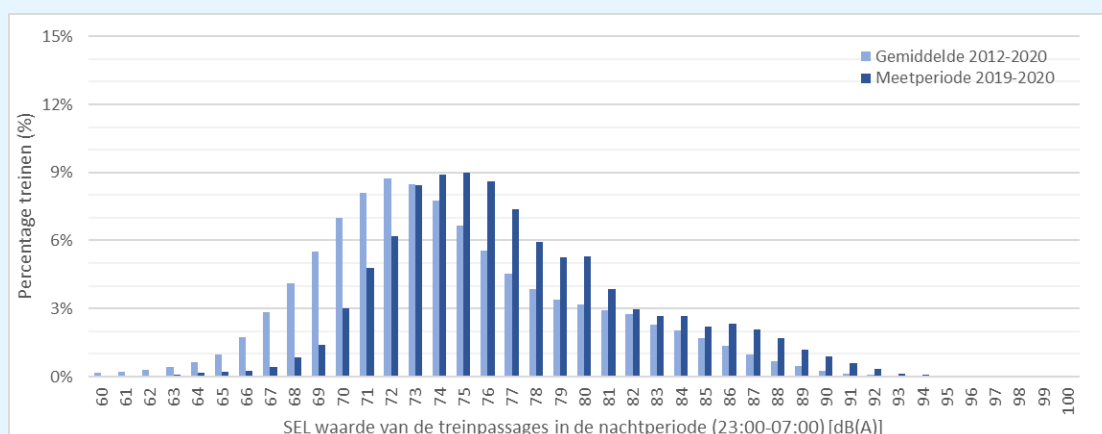
figuur 37: spreiding in maximale geluidsniveaus van treinpassages in de dagperiode



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



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



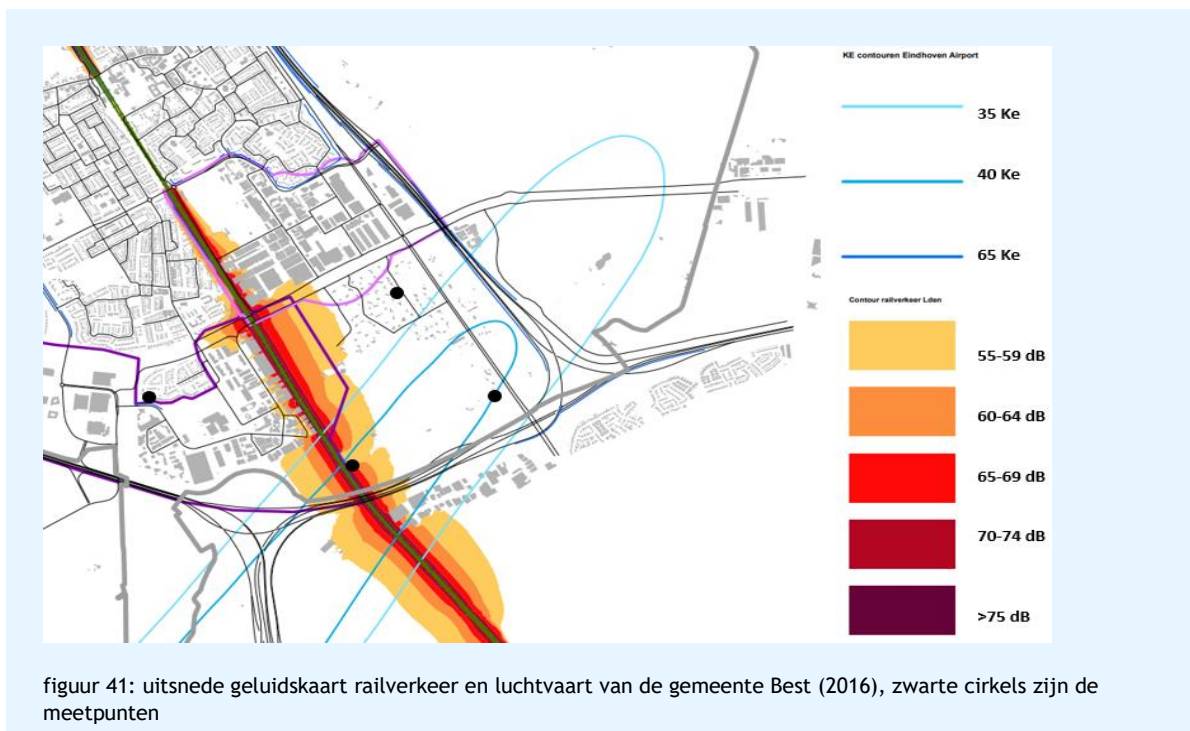
figuur 40: spreiding in SEL-waarden van treinpassages in de nachtperiode

Wat duidelijk te zien is, is dat de maximale geluidsniveaus veroorzaakt door treinen lager worden. Er zijn meer treinpassages rond de 66-70 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 in de dagperiode, maar helaas niet in de nachtperiode. De treinpassages in 2019-2020 waren in de nachtperiode stiller dan in voorgaande jaren, maar de SEL-waarde is wel toegenomen.

De afname van de SEL-waarden in de dagperiode wordt veroorzaakt door het rijden met kortere treinen in de 10-minutendienstregeling. In de nachtperiode worden de hogere SEL-waarden van de passages vermoedelijk verklaard door het rijden met langere goederentreinen.

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 62.4 dB is gemeten. Dit komt goed overeen.

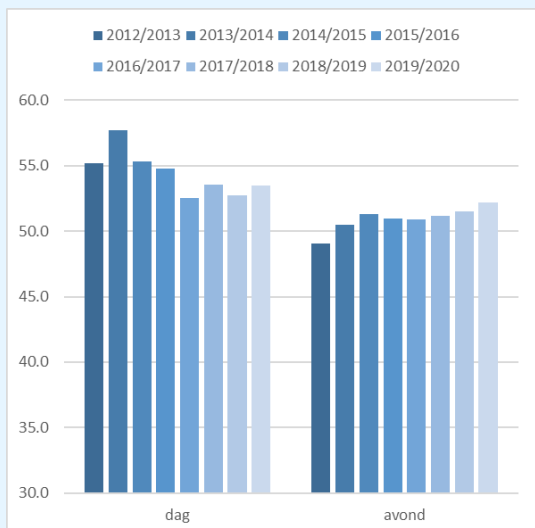


4.5 Luchtvaart

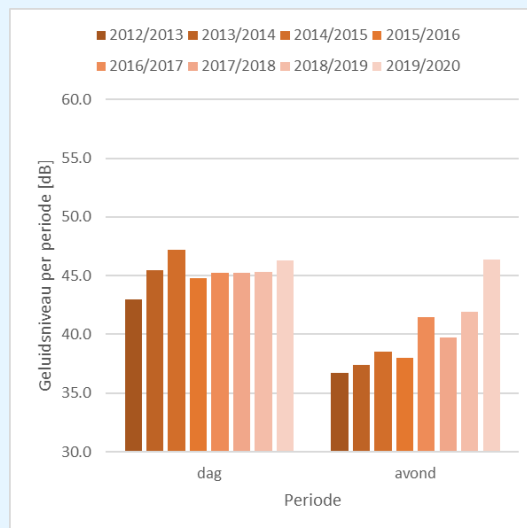
Luchtvaart is niet gerapporteerd in L_{den} voor de Europese richtlijn, waardoor geen vergelijking tussen de metingen en berekening heeft plaatsgevonden. Het is daarom alleen mogelijk om de Ke-contouren te tonen van vliegveld Eindhoven. Het is onmogelijk om Ke-contouren om te rekenen naar geluidsniveaus,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

4.5.1 Trend over acht jaar

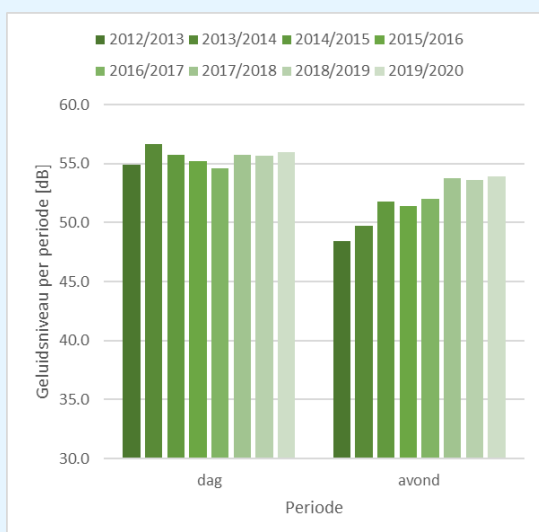
In de afgelopen acht jaar heeft het aantal vluchten en de bijbehorende hoeveelheid geluid gevarieerd. Deze variatie in het geluid van het vliegverkeer is voor de vier meetlocaties in onderstaande figuren weergegeven. Voor het meetpunt langs het spoor geldt dat hier slechts een indirecte detectie heeft 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.



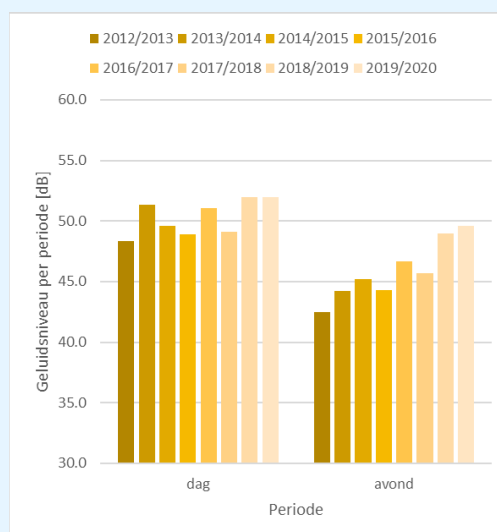
figuur 42: verloop geluidsniveau luchtvaart overdag en 's avonds locatie Spoor



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



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



figuur 45: verloop geluidsniveau luchtvaart overdag en 's avonds locatie Villawijk

Bij locaties Spoor en Zuidoost is in zowel de dag- als avondperiode een kleine toename te zien ten opzichte van het voorgaande jaar. Op locatie Batadorp zijn de geluidsniveaus in de dagperiode licht gestegen en in de avondperiode fors toegenomen, wat vermoedelijk het gevolg is van wind en het aangepaste vliegpadd. De geluidsniveaus zijn bij locatie Villawijk in de dagperiode ongeveer gelijk gebleven aan het voorgaande jaar en in de avondperiode licht gestegen.

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		
	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
2017/2018	13.000	2.800	220	6.530	1040	20	15.300	3.500	250	14.250	2.990	250
2018/2019	12.424	2.800	200	7.000	1.152	23	13.900	3.100	240	14.318	3.000	240
2019/2020	13.636	2.813	244	5.525	976	2	14.900	3.100	260	15.000	3.080	290

De toename in het aantal vliegbewegingen in het afgelopen meetjaar, zoals die geregistreerd zijn op de meetlocaties, varieerde tussen de 5 en 8 procent⁵. Eindhoven Airport geeft zelf aan dat de groei in de eerste helft van 2019 van het aantal vliegbewegingen 7 procent was⁶.

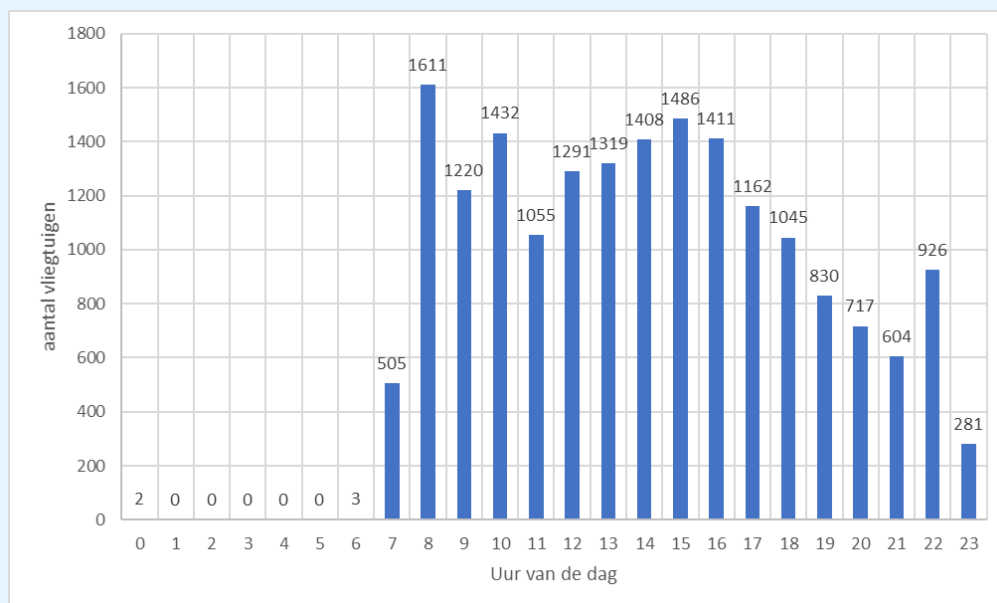
Volgens de jaarrapportage meldingen geluidshinder 2019 van het COVM is het aantal vliegbewegingen over Best met ongeveer 8% toegenomen.⁷ Daarnaast geven zij aan dat door de overwegend zuidwestelijke windrichting in Nederland de vliegbaan vaker in zuidwestelijke richting wordt ingezet. Het aantal starts in de richting van Best is afgenomen met 20% en het aantal landingen over Best is toegenomen met 25%.

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 8 keer per dag geland mag worden. In het meetjaar 2019/2020 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 6 events tussen 23.00 -24:00 uur. In de onderstaande figuur is het aantal geregistreerde vliegbewegingen bij locatie Zuidoost uitgezet tegen de uren van de dag.

⁵ Met uitzondering van de locatie Batadorp, waar een afname van 20% is geregistreerd. Dit is vermoedelijk een foute registratie

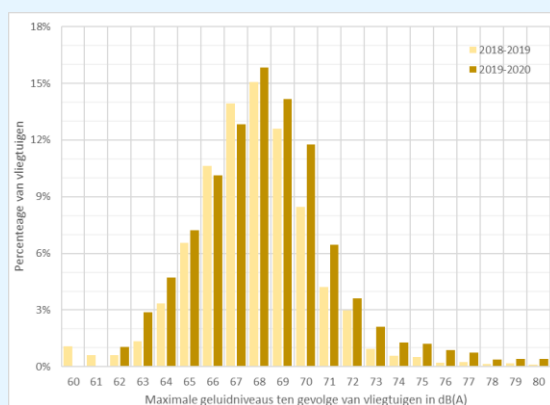
⁶ <https://nieuws.eindhovenairport.nl/178667-aantal-vliegbewegingen-in-eerste-helft-van-2019-in-lijn-met-aangekondigde-matiging>

⁷ <https://www.covm.nl/documenten/rapporten/2018/02/19/jaarrapportage-geluidshinder-2019-covm-eindhoven>

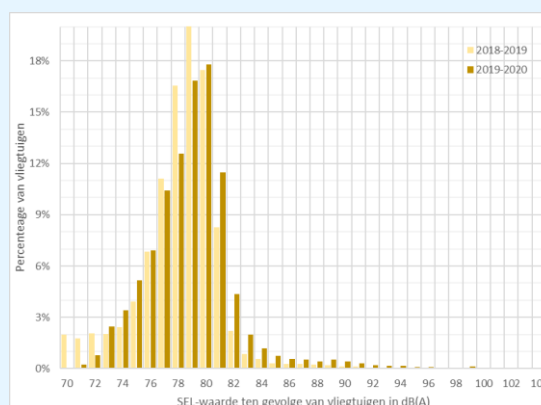


figuur 46: aantal geregistreerde vliegbewegingen bij Zuidooit per uur van de dag

In onderstaande figuren zijn de maximale geluidsniveaus en SEL-waarden tijdens een vliegtuigpassage weergegeven boven Batadorp. Er is voor deze locatie omdat bij deze locatie de hoogste geluidsniveaus gemeten zijn vanwege vliegverkeer.



figuur 47: maximale geluidsniveaus tijdens een vliegtuigpassage boven Batadorp



figuur 48: SEL-waarde van een vliegtuigpassage boven Batadorp

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

tabel 7: verloop jaargemiddelde geluidsniveau van het vliegverkeer de afgelopen acht jaar

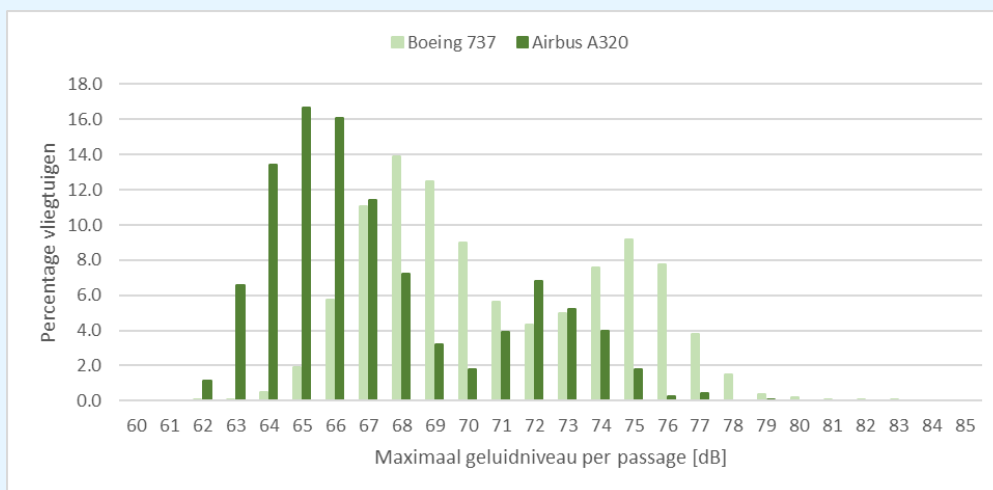
Meetjaar	Spoor	Batadorp	Zuidoost	Villawijk
2012/2013	53.2	40.9	51.9	46.4
2013/2014	55.5	43.1	54.6	49.2
2014/2015	54.0	44.8	54.4	48.1
2015/2016	53.6	42.6	54.1	47.4
2016/2017	52.1	44.9	55.1	50.2
2017/2018	52.9	43.9	55.7	48.1
2018/2019	53.5	44.0	54.8	51.2
2019/2020	53.3	46.5	55.1	51.3
2012-2019 (totaal)	53.5	44.1	54.6	49.3

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de L_{den} waarden zijn toegenomen bij locaties Zuidoost en Batadorp. Bij de overige locaties zijn de L_{den} waarden afgenomen of gelijk gebleven. De toename van de geluidsbelasting ten gevolge van vliegtuiggeluid wordt veroorzaakt door hogere maximale geluidsniveaus en daarmee een hogere SEL-waarde van vliegtuigpassages.

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.

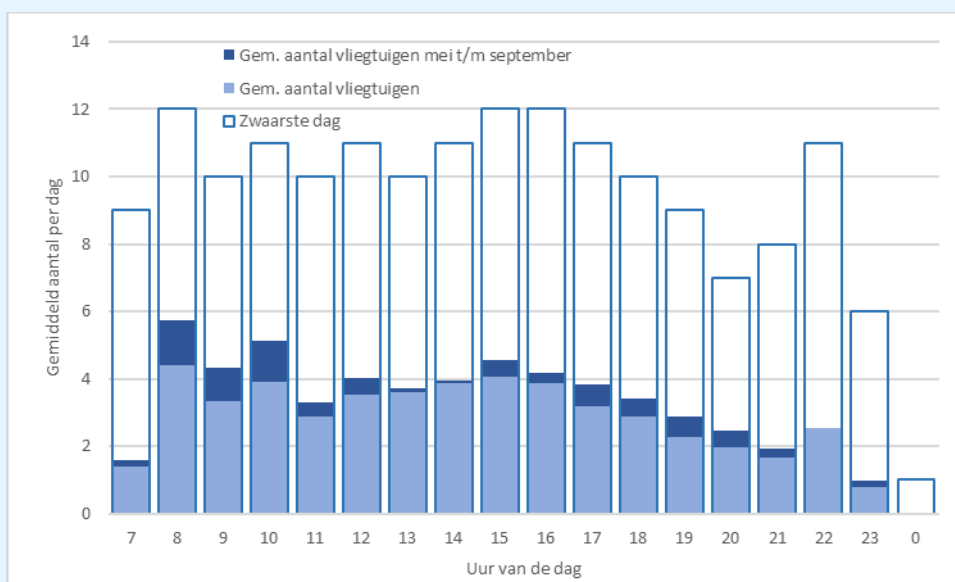
In voorgaande jaren is voor deze analyse gebruik gemaakt van meetdata bij het meetpunt zuidoost. Omdat deze data voor dit jaar niet representatief lijkt is nu gekozen voor locatie Villawijk. In totaal zijn circa 18.370 vliegbewegingen geconstateerd op locatie Villawijk. Onderstaande figuur geeft het verschil in maximale geluidsniveaus tussen de B737 en A320 weer. In de periode van 1-3-2019 tot 29-2-2020 zijn 8574 B737-vliegtuigen herkend en 1626 A320-vliegtuigen. In figuur 49 zijn twee aparte pieken te zien, deze worden vermoedelijk veroorzaakt door verschillende vlieghoogtes tijdens het opstijgen.



figuur 49: verschil in maximale geluidsniveaus voor de Boeing 737 en Airbus A320 bij locatie Villawijk

4.5.3 Aantallen per uur

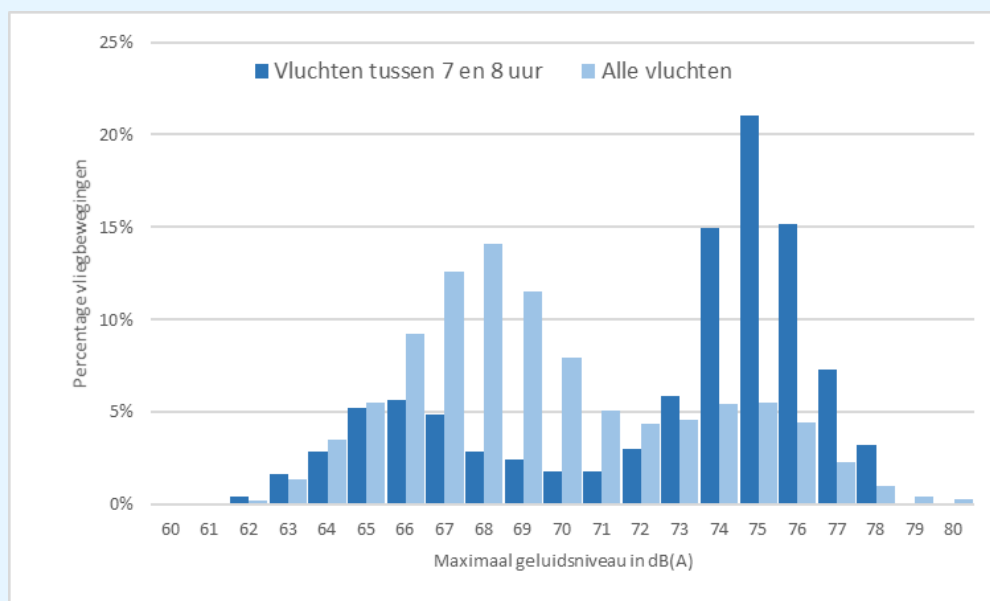
In onderstaande figuur is het aantal vliegbewegingen per uur over het hele jaar en in de zomerperiode weergegeven. Daarnaast is ook het hoogste aantal vliegbewegingen dat op één dag binnen een uur waargenomen is weergegeven.



figuur 50: aantal vliegtuigen per uur op de meetlocatie Villawijk

Uit de metingen is gebleken dat op 42 dagen in het afgelopen meetjaar 2019/2020 gedurende elke 10 minuten tussen 7 en 8 uur een vliegtuigpassage is geregistreerd. Daarnaast is een analyse gemaakt van de maximale geluidsniveaus van de vliegtuigen die tussen 07.00 en 08.00 uur rond de luchthaven vliegen en de vluchten over de rest van de dag.

Uit onderstaande figuur volgt dat de meeste vluchten tussen 07.00 en 08.00 uur ongeveer 7 dB meer geluid produceren dan de overige vluchten gedurende de dag. Dit komt vermoedelijk door meer opstijgende vliegtuigen, maar mogelijk ook door dat binnen dit tijdslot meer budget-maatschappijen vliegen.



figuur 51: aantal vliegtuigen per uur op de meetlocatie Villawijk in relatie tot het maximale geluidsniveau

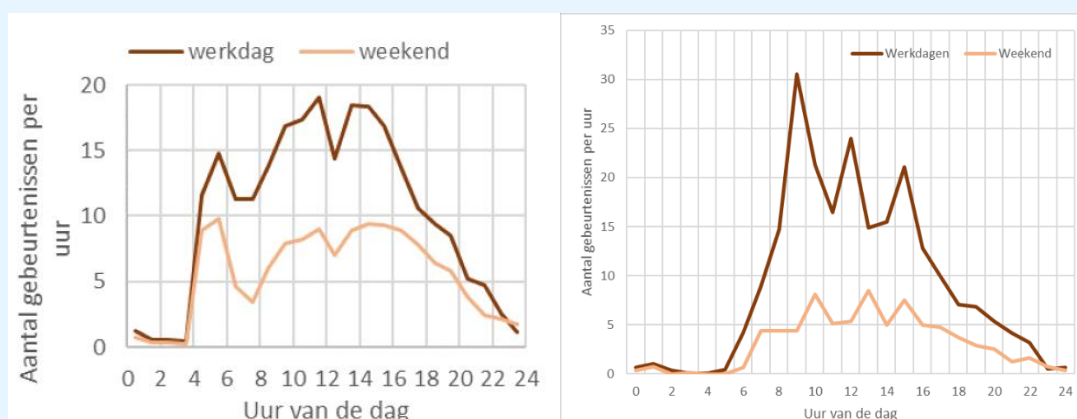
4.6 Industrie

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 04.00 en 06.00 '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 04.00 en 06.00 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 04.00 en 06.00 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 04.00 en 06.00 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 52: links: Batadorp aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) (uit rapportage 2015-2016). Rechts: Batadorp aantal piekniveaus boven de 60 dB(A) in meetjaar 2018/2019

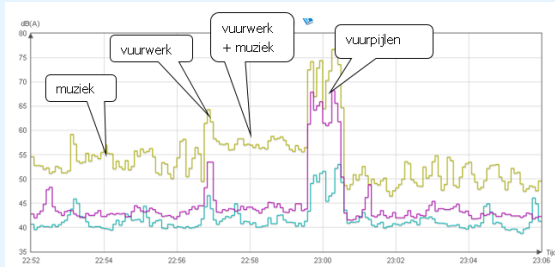
4.7 Evenementen

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

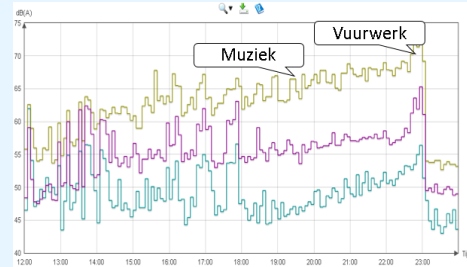
tabel 8: Overzicht evenementen in meetperiode 2019-2020 te Aquabest zover bekend

Datum	Evenement
5 oktober 2019	Pussy Lounge
27 april 2019	Supersized Kingsday Festival
18 mei 2019	Lakedance
13 juli 2019	Daydream festival
10 augustus 2019	Lakedance
23 november 2019	Winter Park Festival

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.



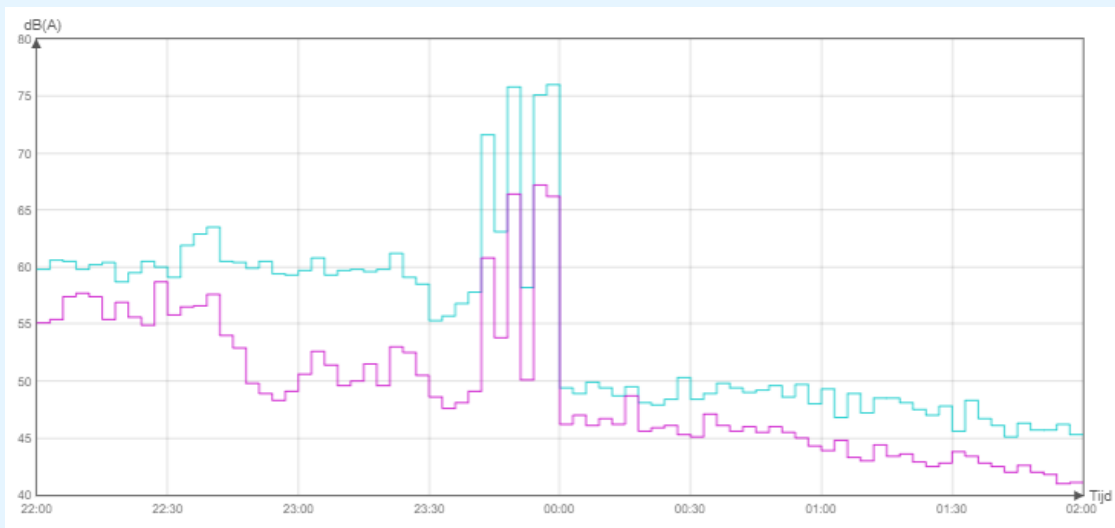
figuur 53: Housequake (op 12 mei 2012) met westenwind (beige Zuidoost, paars Villawijk, blauwgroen Batadorp)



figuur 54: 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 2019-2020 was het opvallend dat het Lakedance Festival en het Daydream Festival tot 00.00 uur doorgingen in plaats van de gebruikelijke sluitingstijd van 23.00 uur (zie onderstaande figuur). 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 55: Lakedance (op 10 augustus 2019) met noordenwind en vuurwerk net voor twaalfen (turquoise Zuidoost en paars Villawijk)

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 gekozen om alleen de maand oktober te beschouwen voor dit onderdeel van het onderzoek. Dit omdat voorgaande rapportages ook gekozen is voor oktober bij onderzoek naar piekniveaus vanwege weinig stoornis.

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 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 (07.00-19.00 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 2019-2020

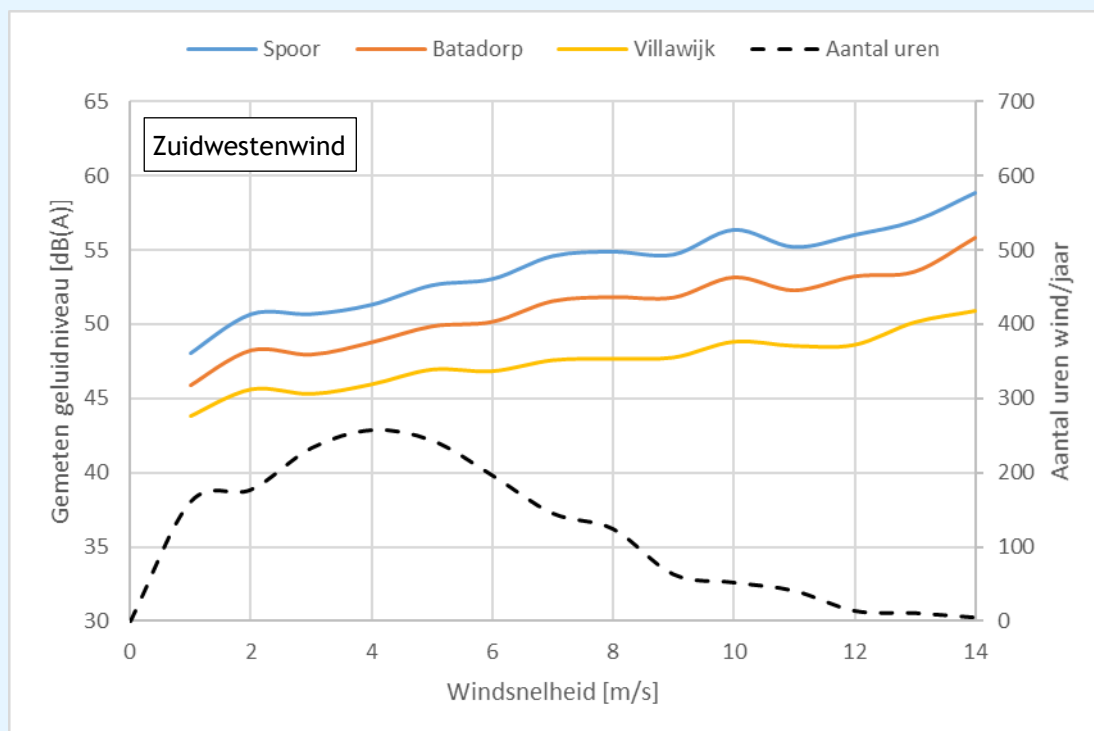
Periode	Spoor		Zuidoost ⁸		Batadorp		Villawijk	
	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend	Werkdag	Weekend
Dag	813 (13%)	254 (20%)	--	--	201 (31%)	55 (31%)	156 (-11%)	53 (-2%)
Avond	87 (6%)	28 (-12%)	--	--	13 (3%)	4 (43%)	17 (-4%)	6 (-8%)
Nacht	159 (8%)	36 (1%)	--	--	23 (63%)	5 (22%)	23 (-10%)	10 (-14%)

Uit deze tabel blijkt dat het aantal piekniveaus op locaties Villawijk en Spoor over het algemeen gedaald zijn. Bij de locatie Batadorp is wel een toename van het aantal piekgeluiden te zien.

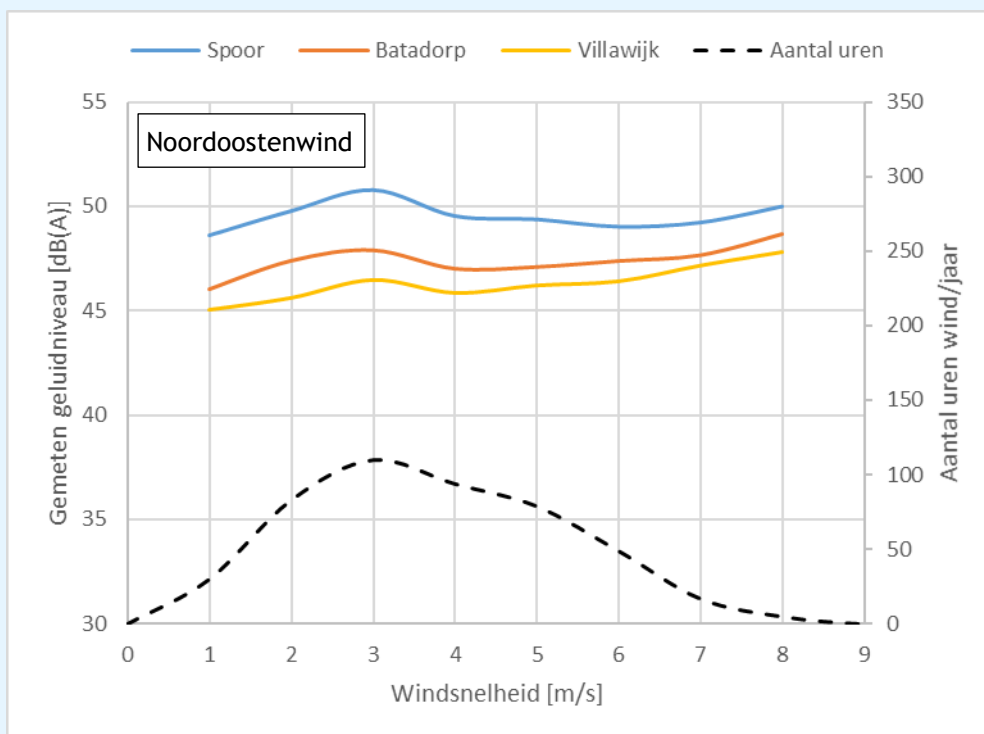
⁸ Door een onregelmatigheid in de meetdata bij het meetpunt Zuidoost is op deze locatie de eventdetectie niet betrouwbaar

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 de onderstaande figuur zijn de gemiddelde totaalniveaus als functie van de windsnelheid weergegeven voor zuidwestenwind en noordoostenwind in 2019/2020.



figuur 56: 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.



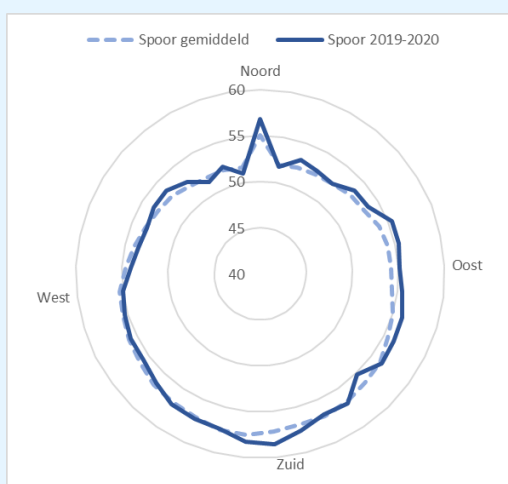
figuur 57: overzicht gemeten geluidsniveau (verticale as links) als functie van windsnelheid (horizontale as) bij noordoostenwind op de verschillende meetlocaties. Eveneens weergegeven is het aantal uren gedurende de meetperiode dat een bepaalde windsnelheid voorkwam (verticale as rechts). De waarden 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 Villawijk omdat hier de A2 en A50 ten oosten liggen. Opmerkelijk is de hoge geluidsniveaus bij locatie spoor bij hoge windsnelheden (>5 m/s).

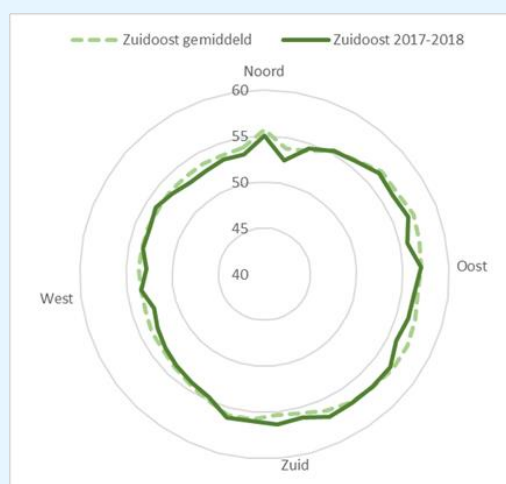
De oorzaak van de fluctuerende lijn in bovenstaande figuur van Batadorp bij hevige wind zou het gevolg kunnen zijn van beplanting of ander meebewegende omgevingsfactoren die door de wind juist afscherming of meer geluid creëren.

Opvallend is ook dat in het meetjaar 2019/2020 beduidend meer noordoostenwind is geweest dan voorgaande jaren. De frequentie van zuidwestenwind is ongeveer gelijk gebleven als voorgaande jaren.

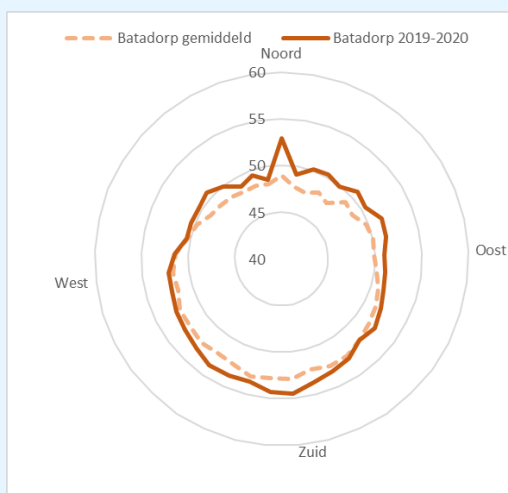
Onderstaande figuren geven dit overzichtelijk weer. Daarbij is een overzicht van het gemiddeld geluidsniveau van wegverkeer tussen 07.00 en 19.00 uur als functie van de windrichting weergegeven. Metingen zonder wind of bij veranderlijke wind is buiten beschouwing gelaten.



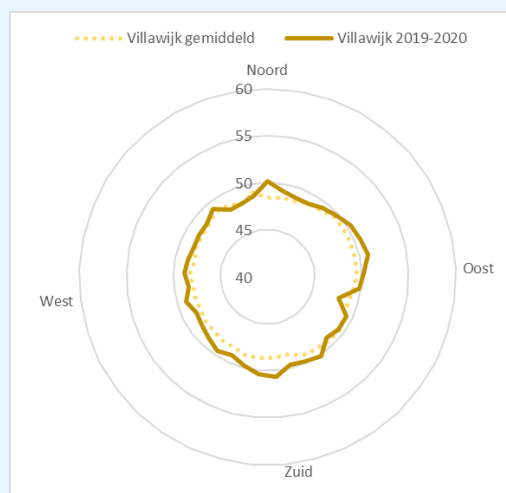
figuur 58: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Spoor



figuur 59: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Zuidoost (jaar 2017/2018)



figuur 60: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Batadorp



figuur 61: geluidsniveaus als functie van windrichting voor locatie Villawijk

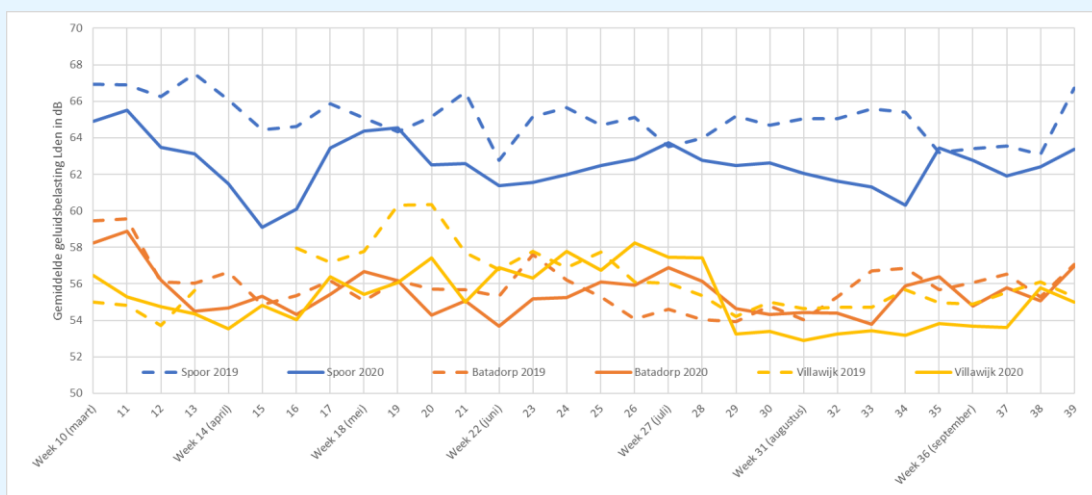
Bij locatie Spoor en Batadorp is een duidelijke piek te zien bij noordenwind, die groter is dan voorgaande jaren. Bij zuidwestelijke wind wordt veel minder wegverkeersgeluid gemeten. Eenzelfde maar iets minder hevige verschijning is bij alle locaties duidelijk in noordoostelijke richting. Dit lijkt erop te duiden dat er hoogstwaarschijnlijk een object is wat meebeweegt wanneer deze windrichting aanwezig is en voor stoornis zorgt. Dit wordt vervolgens ingedeeld als overig geluid wat bij Locatie Batadorp een aanzienlijk deel is.

5. Covid-19 2020

In dit hoofdstuk is een extra analyse weergegeven met betrekking tot de maanden sinds de Covid-19 uitbraak in maart 2020 t/m september 2020. In verband met de bouw van het hotel bij de locatie Zuidoost is deze locatie buiten beschouwing gelaten.

5.1 Totaalniveaus per week

In onderstaande grafiek zijn de gemeten totaalniveaus (in L_{den}) van 2019 en 2020 per week voor de periode maart t/m september weergegeven. Op maandag 9 maart (week 11) werden de inwoners van provincie Noord-Brabant gevraagd thuis te werken. Waarna vanaf vrijdag 14 maart dit advies voor de inwoners van heel Nederland gold, na het weekend werden ook de scholen gesloten. Op 23 maart (week 13) werd de ‘intelligente lockdown’ afgekondigd. Vanaf die datum was de NS ook tot en met 1 juni met minder treinen gaan rijden.



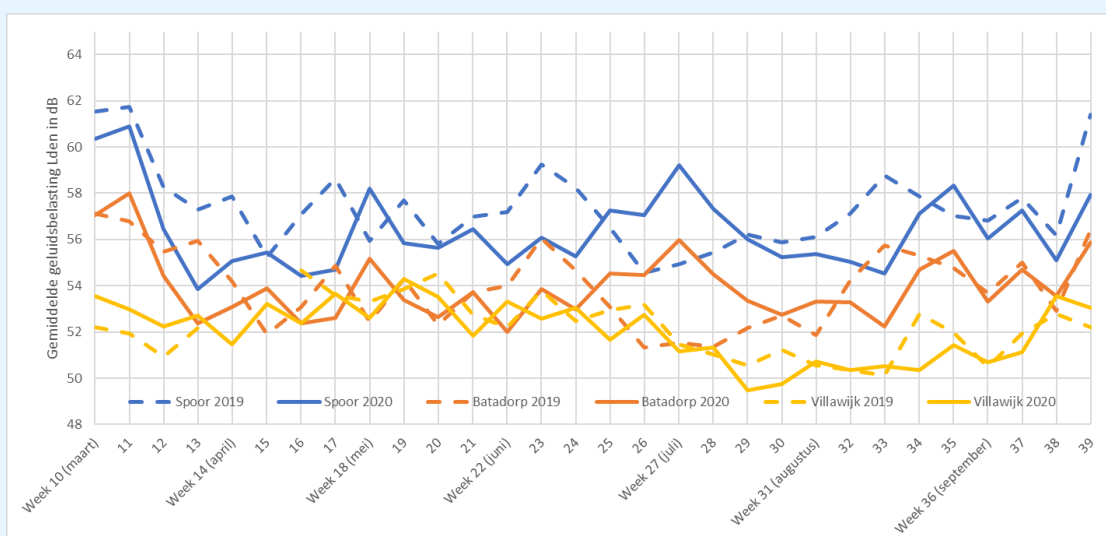
figuur 62: gemiddelde geluidsbelasting in L_{den} per week tussen maart en september voor 2019 (stippellijnen) en 2020 (doorgetrokken lijnen)

Op alle locaties is een daling in L_{den} te zien. Bij locatie Spoor is deze afname het duidelijkst te zien. Tussen week 11 en week 15 is een afname van minimaal 5 dB ten opzichte van de ‘normale’ situatie te zien. In week 19 was de geluidsbelasting bij het meetpunt spoor ongeveer gelijk aan de normale situatie. Opvallend is ook dat na de hervatting van de reguliere dienstregeling de geluidsniveaus op dit meetpunt gedurende de hele maand juni lager liggen dan in 2019. Tot slot is ook in de zomerperiode een veel lager geluidsniveau gemeten. Vermoedelijk ligt dit ook aan de afname van luchtvaart.

Op de locaties Batadorp en Villawijk zijn de afnames van de geluidsniveaus minder groot. Opvallend is dat bij Villawijk de geluidsniveaus pas in de zomervakantie lager worden dan het jaar daarvoor. Ook op de locatie Batadorp zijn de geluidsniveaus tijdens de ‘lockdown’ hoger dan in 2019.

5.2 Wegverkeer

In de onderstaande grafiek is de geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeer in kaart gebracht. Hierbij is gekeken naar de periode maart t/m september in 2019 en 2020.



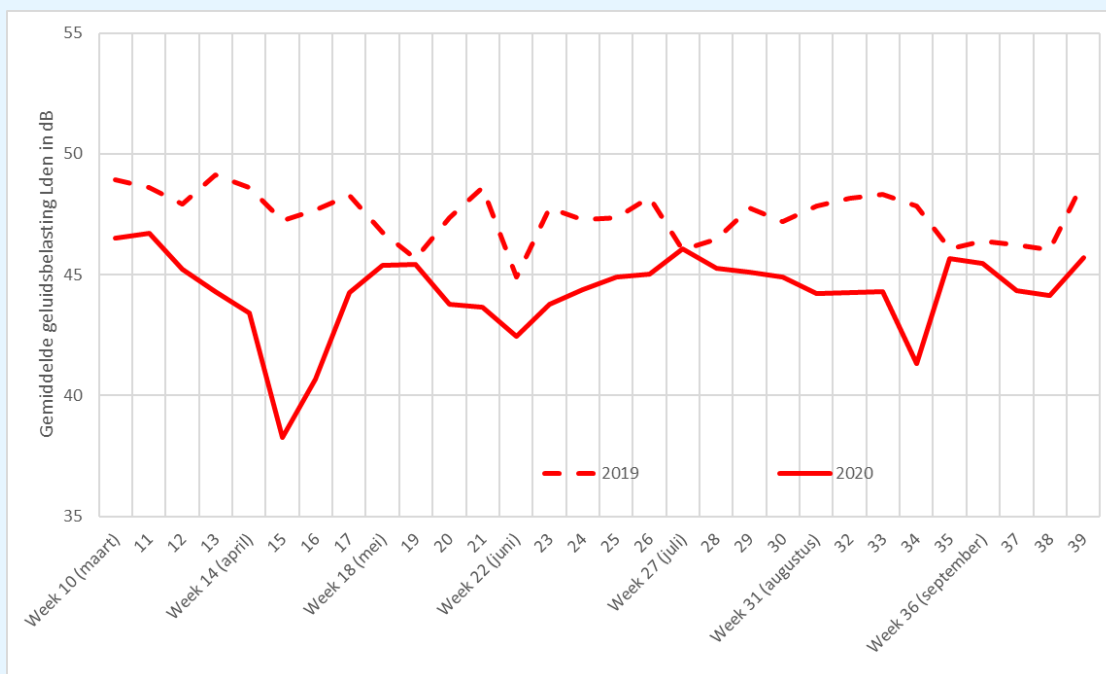
figuur 62: gemiddelde geluidsbelasting in L_{den} ten gevolge van wegverkeer per week tussen maart en september voor 2019 (stippellijnen) en 2020 (doorgetrokken lijnen)

In vergelijking met 2019 is met name bij meetpunt Spoor een afname van het geluid te zien tussen week 12 en week 17. Tijdens deze periode neemt de geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeer met ongeveer 2 tot 4 dB af. Tijdens de week van Pasen, de tweede week van de meivakantie en bij de start en eind van de zomervakantie zijn pieken in de geluidsniveaus te zien.

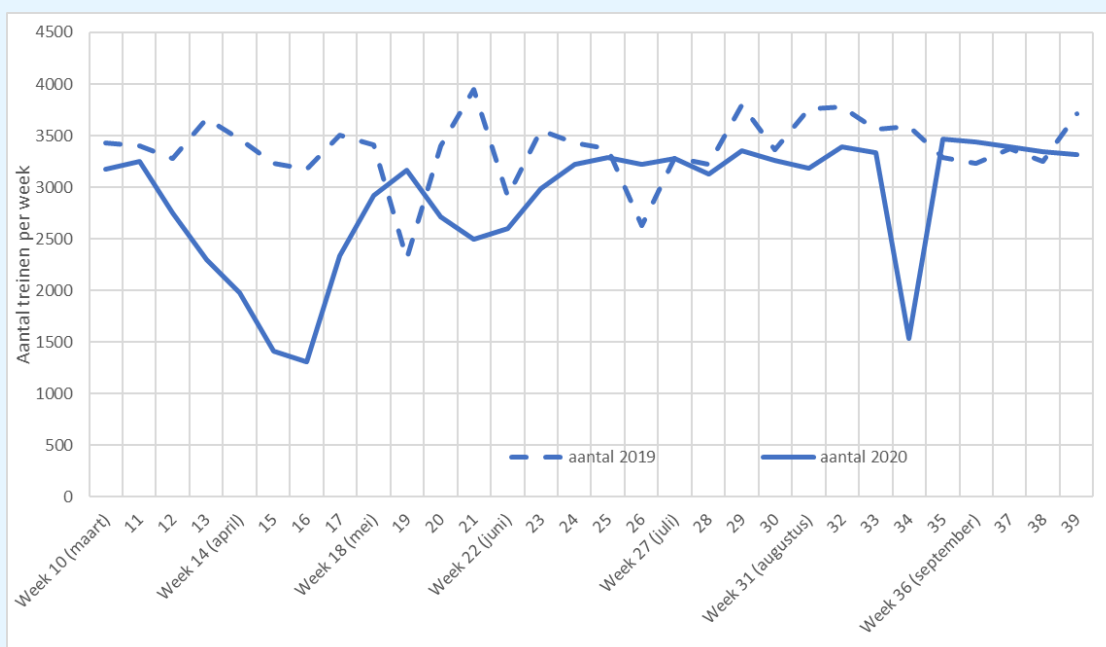
Op de locatie Batadorp wordt juist bij het begin van de 'lockdown' een hoger geluidsniveau dan in 2019 gemeten. Vanaf week 15 blijven de geluidsniveaus ongeveer vergelijkbaar aan voorgaande jaren. Opvallend is dat vanaf half juni 2020 de geluidsbelasting juist lager ligt dan vorig jaar. Midden augustus is nog een redelijk forse toename te zien en vanaf september loopt de grafiek weer als 'normaal'. Bij het meetpunt Villawijk is wel over bijna de hele linie een kleine afname te zien.

5.3 Railverkeer

In onderstaande figuren staan het aantal treinen per week en de geluidsbelasting ten gevolge van railverkeer bij het meetpunt spoor uitgezet tussen de maanden maart en september voor zowel 2019 als 2020. Na het afkondigen van de thuiswerkplicht neemt het geluidsniveau ten gevolge van railverkeer af. In week 15 wordt een geluidsniveau van 37 dB(A) gemeten. Dit komt door de werkzaamheden in deze periode. In week 34 hebben er ook werkzaamheden plaatsgevonden tussen 's-Hertogenbosch en Eindhoven, waardoor hier minder treinen gereden hebben.



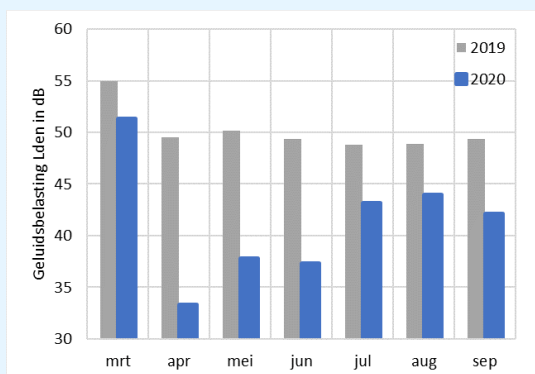
figuur 62: gemiddelde geluidsniveaus in L_{den} per week tijdens de periode maart t/m september voor 2019 en 2020



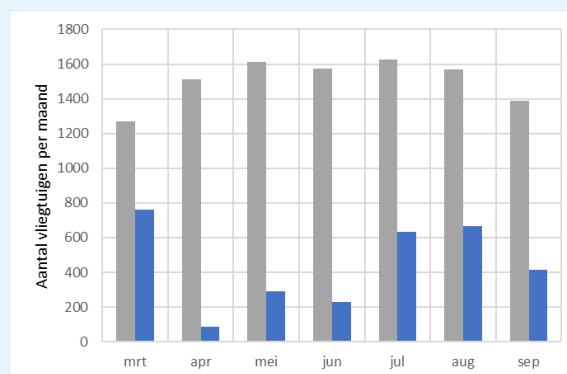
figuur 62: aantal treinen per week tussen maart en september voor 2019 en 2020

5.4 Luchtvaart

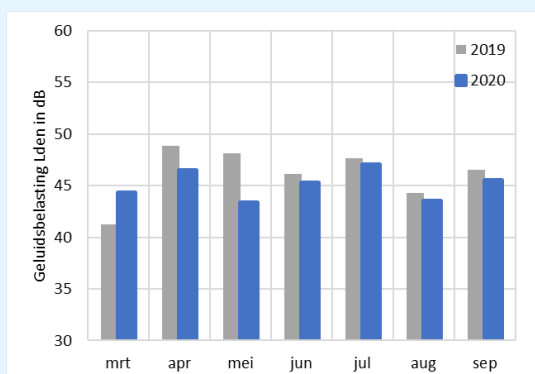
In de onderstaande figuren is de geluidsbelasting op drie meetlocaties in de periode maart tot en met september voor de jaren 2019 en 2020 weergegeven.



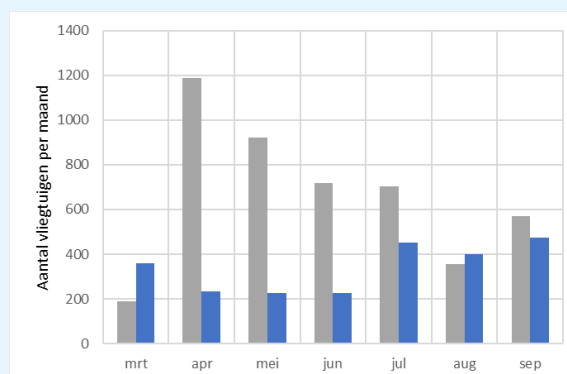
figuur 62: Geluidsniveaus in L_{den} op meetlocatie Spoor door vliegtuigen in 2019 en 2020



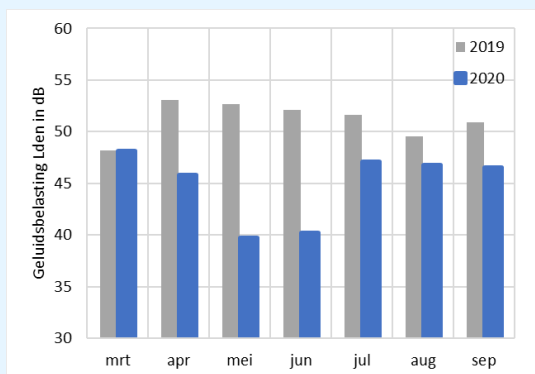
figuur 63: Aantal vliegtuigen per maand op meetlocatie Spoor in 2019 en 2020



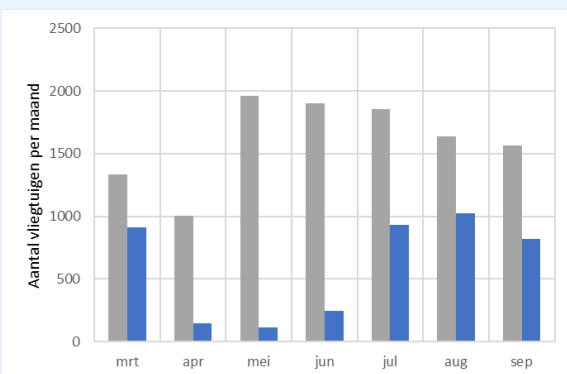
figuur 64: Geluidsniveaus in L_{den} op meetlocatie Batadorp door vliegtuigen in 2019 en 2020



figuur 65: Aantal vliegtuigen per maand op meetlocatie Batadorp in 2019 en 2020



figuur 66: Geluidsniveaus in L_{den} op meetlocatie Villawijk door vliegtuigen in 2019 en 2020



figuur 67: Aantal vliegtuigen per maand op meetlocatie Villawijk in 2019 en 2020

In bovenstaande figuren is te zien dat bij de locaties Spoor en Villawijk forse daling in het geluidsniveau ten gevolge van vliegtuigverkeer is geconstateerd. Op de locatie Spoor is met name de maand april erg stil met een ongeveer 12 dB lagere geluidsbelasting. Dit komt overeen met een afname van ongeveer 97%. Wat overigens opvalt is dat de geluidsniveaus op Batadorp en Villawijk in deze maand hoger zijn dan de locatie Spoor. Bij Villawijk treedt het grootste verschil op in mei en juni, waarbij de geluidsniveaus ongeveer 12 dB lager liggen dan in 2019. Bij Batadorp is ondanks de afname van het aantal vliegbewegingen met 83% de geluidsbelasting ten gevolge van luchtvaartgeluid maar met 4 dB afgenomen. Dit opvallend omdat circa 7 dB verwacht wordt.

Ook in de normaal drukke vakantieperiode hebben significant minder vliegbewegingen plaatsgevonden. Met name op de locatie Spoor en Villawijk is ook in de zomermaanden het aantal gedetecteerde vliegbewegingen met circa 50% afgenomen ten opzichte van het vorige jaar. Opvallend is dat bij Batadorp in augustus zelfs iets meer vliegtuigbewegingen gedetecteerd zijn.

5.5 Conclusie

Door het uitbreken van de COVID-19 pandemie en de bijbehorende ‘intelligente lockdown’ zijn de geluidsniveaus op enkele locaties afgenomen. Bij de locatie Spoor is met name in de eerste periode van de lockdown een afname van ongeveer 4 dB (week 13/14) te zien. Deze afname wordt veroorzaakt door de uitgekilde dienstregeling, die NS gereden heeft in deze periode. Daarnaast zijn in week 15 en week 34 werkzaamheden uitgevoerd aan het spoor, waardoor er geen respectievelijk minder treinen gereden hebben.

Opvallend is dat bij de locatie Batadorp tijdens de lockdownperiode juist meer geluid (+2 dB) is gemeten dan het jaar ervoor. Bijzonder is dat uit de analyses blijkt dat dit door wegverkeer veroorzaakt wordt. De exacte oorzaak is niet helemaal duidelijk. Tijdens de feestdagen en de vakanties neemt het geluidsniveau op deze locatie ook toe (+2.5 dB).

Bij de locatie Villawijk valt met name op dat de ‘bult’ bij week 19 en 20 niet optreedt. Tijdens de versoepelingen van de maatregelen in juni neemt het geluidsniveau toe tot boven de waarden van vorig jaar, terwijl de vakantieperiode weer iets stiller (-2 dB) is dan vorig jaar. Deze afname komt vermoedelijk door minder vliegverkeer.

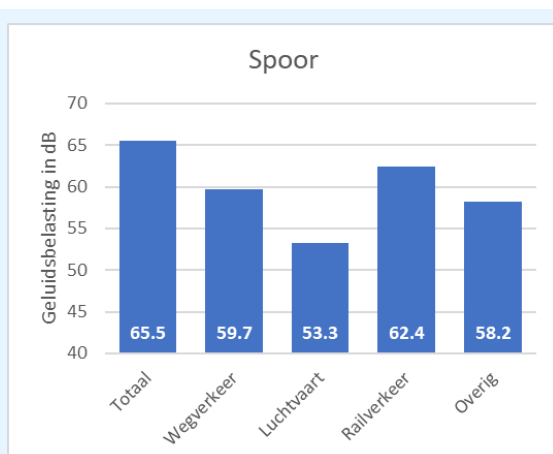
In de periode vanaf maart is het aantal vliegbewegingen met 50 tot 90% afgenomen.

6. Conclusie

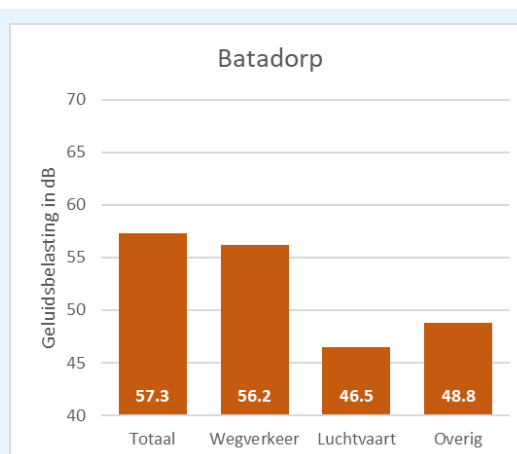
In deze rapportage hebben wij een beschrijvende analyse van acht jaar geluidsmetingen in de gemeente Best gepresenteerd. Deze metingen zijn op vier locaties uitgevoerd. De analyse is gemaakt van weg- en railverkeersgeluid, vliegverkeersgeluid, industriegeluid, evenementengeluid en piekgeluiden, evenals de invloed van de weersomstandigheden. Naast totaalniveaus over het meetjaar 2019-2020 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.

Ten opzichte van de rapporten van voorgaande jaren is een extra hoofdstuk in het rapport opgenomen met een analyse over de effecten van de Covid-19 pandemie, van begin maart 2020 tot en met september 2020.

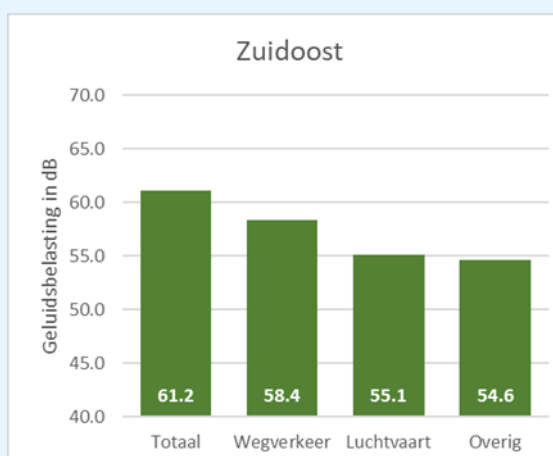
De totaalresultaten voor geluid in meetjaar 2019 hebben wij hieronder weergegeven in een viertal figuren.



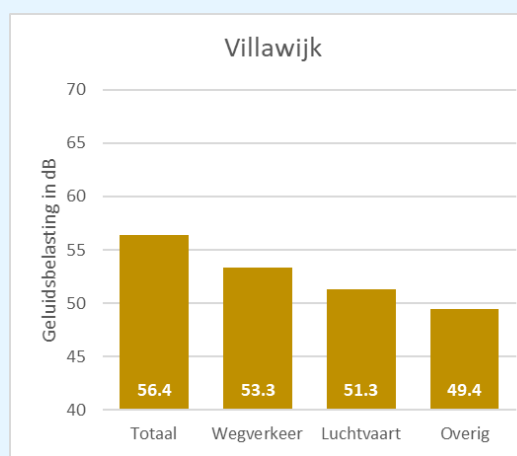
figuur 68: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Spoor



figuur 69: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Batadorp



figuur 70: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Zuidoost



figuur 71: opsplitsing totaalgeluid naar bronsoort locatie Villawijk

Resultaten over 8 jaar

Locatie Spoor

Op de locatie Spoor is railverkeer de dominante bron, anders dan de overige locaties waar wegverkeer de dominante bron is. Het geluid ten gevolge van railverkeer is gedurende de jaren met circa 4 dB afgenomen. Dit wordt met name veroorzaakt door stillere goederen en reizigerstreinen. In de jaren dat er meer goederen ingezet worden, is de afname ongeveer 2.5 dB. De inzet van de 10-minuten dienstregeling is niet in de geluidsbelasting te zien. Dit komt vermoedelijk omdat er in de 10-minutendienstregeling kortere treinen ingezet worden. Voor de geluidsbelasting van wegverkeer is vanaf het meetjaar 2015-2016 een toename van circa 0.5 dB per jaar te zien. Het geluid ten gevolge van luchtvaart is redelijk constant. Met uitschieters van +2.3 dB (ten opzichte van 2012-2013) in 2013-2014 en -1.1 dB in 2016-2017.

tabel 10: overzicht trends per bronsoort locatie Spoor

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Totaal	67.7	65.5	64.9	64.7	65.5	65.0	65.8	65.5
Wegverkeer	58.3	57.7	58.2	57.7	58.0	58.6	59.1	59.7
Railverkeer ⁹	66.2	64.7	62.8	63.5	62.9	62.3	63.6	62.4
Luchtvaart	53.2	55.5	54.0	53.6	52.1	52.9	53.5	53.3
Overig ¹⁰	59.2	--	54.4	--	59.1	57.4	56.8	58.2

Locatie Batadorp

Bij Batadorp is de meest dominante geluidsbron het wegverkeer. Sinds de start van de metingen is de geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeersgeluid hier met 3 dB toegenomen. Dit komt overeen met een groei van gemiddeld 0.4 dB per jaar. Deze toename is voor een klein deel toe te schrijven aan de verkeersgroei. Vermoedelijk is de belangrijkste oorzaak van de toename de veroudering van het asfalt op de rijkswegen. De geluidsbelasting ten gevolge van luchtvaartgeluid in vergelijking met 2012-2013 is significant hoger, maar dit geldt voor elk jaar. Voor luchtvaartgeluid is geen duidelijke trend te ontdekken, maar dit is in 2019-2020 wel fors hoger dan in andere jaren. Het aantal piekniveaus boven 60 dB(A) neemt op deze locatie flink toe, maar het is niet duidelijk of dit rechtstreeks gerelateerd is aan de industrie.

tabel 11: overzicht trends per bronsoort locatie Batadorp

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Totaal	55.7	56.7	57.8	56.0	57.4	57.4	57.6	57.3
Wegverkeer	53.2	54.4	55.0	54.7	55.5	55.5	55.4	56.2
Luchtvaart	40.9	43.1	44.8	42.6	44.9	43.9	44.0	46.5
Overig	51.8	52.4	54.1	49.3	52.1	52.3	53.1	48.8

Locatie Zuidoost

Op locatie Zuidoost is de geluidsbelasting ten gevolge van het wegverkeer over de gehele meetperiode toegenomen. Ten opzichte van meetjaar 2012-2013 bedraagt de toename 1.4 dB wat overeenkomt met een groei van 0.2 dB/jaar. Voor luchtvaartgeluid zijn alle meetjaren fors hoger dan 2012-2013. Ten opzichte van 2013-2014 is er geen echte trend te vinden en liggen de verschillen jaarlijks rond 0.5 dB toe- of afname. Met uitzondering van 2017-2018 waar 1.1 dB meer geluid geproduceerd werd ten opzichte van 2013-2014.

⁹ De afgelopen jaren is het geluidsniveau van railverkeer in de avond- en nachtperiode niet correct berekend. In de tabel is het geluid voor railverkeer aangepast maar is het aandeel overig niet herberekend.

¹⁰ De bijdrage van de overige geluidsbronnen kon niet voor elk jaar vastgesteld worden omdat de bijdrage railverkeer, luchtvaart en wegverkeer groter zijn dan het totale L_{den} .

tabel 12: overzicht trends per bronsoort locatie Zuidoost

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Totaal	60.7	60.4	61.1	60.2	61.1	61.2	60.7	61.2
Wegverkeer	57.0	57.3	57.3	57.5	58.1	57.9	57.8	58.4
Luchtvaart	51.9	54.6	54.4	54.1	55.1	55.7	54.8	55.1
Overig	57.2	54.3	56.8	53.6	55.0	55.2	54.6	54.6

Locatie Villawijk

Op de locatie villawijk zijn weg- en luchtvaartgeluid de dominante geluidsbronnen. Door het overige geluid (met name vogels) is de afgelopen jaren het totale geluidsniveau niet veel veranderd. De geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeer is ten opzichte van 2012-2013 toegenomen. Er is geen heel duidelijke trend te zien. In 2018-2019 lag de geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeer 2.4 dB hoger dan in 2012-2013, maar in 2019-2020 was de toename 1.8 dB. De geluidsbelasting vanwege luchtvaart fluctueert sterk. Ten opzichte van 2013-2014 is de geluidsbelasting jaarlijks 2 dB hoger of lager. De geluidsbelasting op deze locatie lijkt dan ook sterk beïnvloed te worden door het baangebruik en het gebruik van verschillende vliegroutes.

tabel 13: overzicht trends per bronsoort locatie Villawijk

Bron	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Totaal	55.8	56.6	56.2	54.2	56.7	54.9	57.4	56.4
Wegverkeer	51.5	51.7	51.9	51.9	53.1	51.3	53.9	53.3
Luchtvaart	46.4	49.2	48.1	47.4	50.2	48.1	51.2	51.3
Overig	52.9	53.5	53.0	47.3	52.0	50.4	53.5	49.4

Algemeen

Het geluid ten gevolge van railverkeer is de afgelopen jaren sterk afgenomen. Dit wordt met name veroorzaakt door het uitfasen van luidruchtige (blokgeremde) reizigerstreinen en het grotere aandeel stille goederentreinen. Omdat in de 10-minutendienstregeling over het algemeen met kortere treinen gereden wordt, is deze intensivering van het aantal treinen niet echt zichtbaar in de geluidsbelasting. De jaren waarin de Betuweroute langere tijd gesloten is, komen wel terug in de jaargemiddelde geluidsbelasting.

Voor wegverkeersgeluid is op de locaties Spoor en Batadorp een toename van een 0.5 dB per jaar te zien. Op de locatie Zuidoost is deze toename veel lager. Bij Villadorp is er geen sprake van een duidelijke toename over de jaren, maar fluctueert de geluidsbelasting sterk. De toename op de locaties Spoor en Batadorp wordt vermoedelijk veroorzaakt door een veroudering van het wegdek op de A2 en A58. De toename bij Zuidoost is vermoedelijk lager omdat het wegverkeersgeluid daar voornamelijk veroorzaakt wordt door de viaducten. Bij de locatie Villawijk wordt het wegverkeersgeluid vermoedelijk meer bepaald door de lokale wegen dan de A2 (de rijksweg ligt ten oosten van de meetlocatie en achter een geluidsscherm).

In luchtvaartgeluid is geen duidelijke trend waarneembaar op de locaties Spoor en Zuidoost. Op deze locaties blijft de geluidsbelasting redelijk constant. Bij de meetlocaties Villawijk en Batadorp fluctueren de geluidsbelastingen van luchtvaartgeluid sterk tussen de verschillende jaren. Het vermoeden bestaat dat de geluidsbelasting hier sterk beïnvloed wordt door het baangebruik en de aanvliegroutes.

In dit onderzoek is ook gekeken naar het optreden van piekniveaus, omdat deze geluiden vaker voor overlast kunnen zorgen. Geconstateerd is dat veel meer piekgeluiden boven de 60 dB(A) zijn gemeten op zowat alle locaties behalve op de locatie Spoor. In tegenstelling tot vorig jaar (2018/2019) zijn geen zeer hoge niveaus gemeten bij vliegtuigpassages (tot 100 dB(A)).

De vermindering van het aantal piekniveaus en zeer luide vliegtuigpassages zouden een positief effect kunnen 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 zal een muziekevenement op Aquabest in grote delen van Best te horen zijn.

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 redelijk overeenkomt met 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.

Effecten COVID19-pandemie

In de periode maart tot en met september 2020 is voor zowel het totaalniveau, wegverkeer, railverkeer en vliegtuigverkeer een forse daling in het geluidsniveau geconstateerd ten opzichte van het voorgaande jaar. Deze afnames zijn te herleiden naar de Corona-maatregelen. Opvallend is dat op de locatie Batadorp tijdens delen van deze periode juist hogere geluidsniveaus zijn gemeten.



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 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 meteorocorrectieterm 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, 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 er 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 frequentiekarakteristiek 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 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.

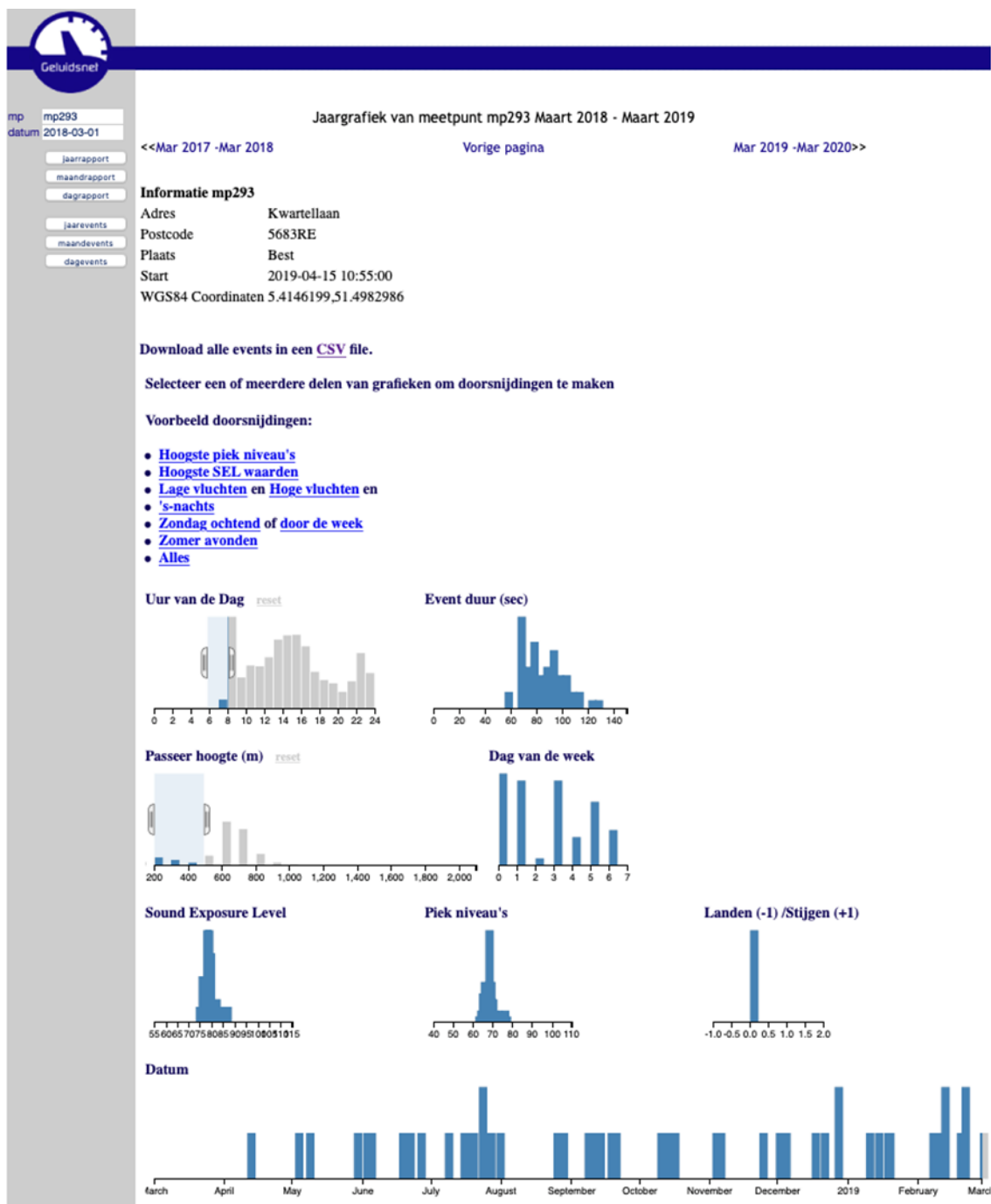
Het is van belang gedurende de metingen de varianties van alle meetsystemen hetzelfde te houden. Naast het feit dat continu met dezelfde meetsystemen op relatief korte afstand van elkaar wordt gemeten, wordt elk bezoek ook gekalibreerd met dezelfde kalibrator.

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.

Bijlage 2

Titel	Uitsnede meetdata vliegtuigpassages
Omvang	2 pagina's
Bron	Sensornet
Toelichting	Overzicht van de vliegtuigpassages in het jaar 2018 tussen 6 en 8 uur 's ochtends locatie Villawijk



Analyse Geluidsmetingen Best na 8 jaar meten

56 van 17,568 vluchten geselecteerd. Eerste 1000:

Tijdstip	duur	SEL	Lmax	afst.	hoogte L/S	type callsign	operator
2018-04-11 08:01	71	77.8	66.2	1.3	388 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-05-02 07:50	69	78.4	67.2	2.3	403 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-05-07 07:59	103	85.7	74.4	1.9	480 0	B738 TRA27U	Transavia
2018-05-28 07:02	68	77.3	66.3	1.1	205 0	B738 TRA071	
2018-06-01 07:59	68	75.9	64.9	1.9	335 0	A321 WZZ1PN	Wizz Air
2018-06-03 07:57	92	77.1	65.4	0.9	243 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-06-17 07:59	92	75.9	64.7	0.9	236 0	A320 WZZ479	Wizz Air
2018-06-20 07:57	73	76.4	66.4	1.8	281 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-06-25 07:53	69	83.8	73.8	1.0	480 0	B738 RYR16AT	Ryanair
2018-07-07 08:00	92	83.1	74.4	1.8	403 0	B738 RYR44TT	Ryanair
2018-07-14 07:49	66	78.5	69.2	0.8	213 0	PC12 OOJCV	NextGen Partners
2018-07-15 08:03	113	74.9	64.7	1.8	327 0	A320 WZZ479	Wizz Air
2018-07-16 07:52	66	77.2	66.3	1.4	213 0	B734 AWC120Y	
2018-07-18 07:59	66	80.3	70.1	1.8	274 0	B733 AWC117Y	Titan Airways
2018-07-22 07:58	86	74.5	63.7	1.8	342 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-07-22 08:01	94	76.4	65.9	1.2	220 0	A320 WZZ479	Wizz Air
2018-07-26 08:00	106	85.1	75.0	2.4	480 0	B738 RYR4V	Ryanair
2018-07-30 07:00	91	76.6	67.0	1.2	220 0	B738 TRA071	
2018-08-24 07:24	91	77.2	68.0	1.3	243 0	B738 TRA071	
2018-08-26 08:03	96	76.5	66.0	1.2	297 0	A320 WZZ479	Wizz Air
2018-08-27 07:00	76	77.5	66.1	1.2	289 0	B738 TRA073	
2018-09-07 07:04	78	77.9	68.5	1.2	259 0	B738 TRA073	Transavia
2018-09-09 08:03	113	76.9	64.5	1.1	259 0	A320 WZZ479	Wizz Air
2018-09-12 07:55	99	76.6	66.2	2.0	320 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-09-17 07:02	80	78.3	66.5	0.9	236 0	B738 TFL073P	TUI Airlines Belgium
2018-09-19 07:53	69	78.3	67.6	1.1	281 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-10-09 07:32	67	78.0	66.9	1.7	297 0	B738 TRA071	
2018-10-12 07:57	78	78.5	67.8	1.8	327 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-10-13 08:01	80	78.4	67.7	2.2	327 0	B738 RYR4022	Ryanair
2018-10-14 07:52	71	77.2	66.4	2.2	407 0	B738 TFL077P	
2018-10-15 07:49	87	78.1	67.0	1.5	365 0	A321 WZZ934	Wizz Air
2018-11-02 08:02	78	80.9	71.0	1.4	289 0	A321 WZZ1ZM	Wizz Air
2018-11-03 08:01	127	80.9	66.9	1.7	236 0	A320 WZZ1KU	Wizz Air
2018-11-04 07:34	124	79.6	67.5	1.9	335 0	A321 WZZ931	Wizz Air
2018-11-23 07:58	75	74.4	62.5	1.6	312 0	A321 WZZ931	Wizz Air
2018-11-30 08:03	84	76.9	65.5	1.3	259 0	A321 WZZ1ZM	Wizz Air