

TNO-rapport**TNO 2023 R10459****Monitoring luide voertuigen in Den Haag****Defensie & Veiligheid**
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haagwww.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum	Mei 2023
Auteur(s)	M.G. Dittrich P. Wessels F. Staats
Rubricering rapport	TNO Publiek
Aantal pagina's	99 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	6
Opdrachtgever	Gemeente Den Haag
Projectnaam	Monitoring luide voertuigen Den Haag
Projectnummer	060.48985

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Methodiek en werkwijze	6
2.1	Luide voertuigen	6
2.2	Invloed meetlocatie	7
2.3	Keuze meetlocaties	7
2.4	Meetsystemen	7
2.5	Dataopslag	8
2.6	Nieuwe geluidlabels voertuigen	9
2.7	Verwerking en analyse	10
3	Meetlocaties en meetopstelling	12
3.1	Locatie Van Alkemadelaan	13
3.2	Locatie Lozerlaan	15
3.3	Locatie Westduinweg	17
4	Statistieken en analyse	21
4.1	Verkeer	21
4.2	Rijsnelheden	21
4.3	Luide passages	22
4.4	Geluidniveau volgens typekeuring	25
4.5	Verdeling luide passages in de tijd	26
4.6	Voertuigleeftijd	27
4.7	Cilinderinhoud	29
4.8	Merken luide voertuigen	29
4.9	Herhaalde luide passages	30
4.10	Buitenlandse voertuigen	30
4.11	Akoestische kenmerken	31
4.12	Tonaal geluid, hoogtoerig optrekken en hard rijden	33
4.13	Verdeling naar geluidlabel	33
4.14	Uitlaatknallen	34
4.15	Relatie geluidspectrum met type voertuig	34
4.16	Oorzaken van hoge geluidniveaus	36
4.17	Samenvatting meetresultaten	36
5	Potentiële maatregelen	38
5.1	Recente ontwikkelingen en studies	38
5.2	Maatregelen Infrastructuur	40
5.3	Maatregelen voertuigen	43
5.4	Maatregelen weggebruikers	45
5.5	Voorlichting en communicatie	46
5.6	Aanbevolen aanpak per locatie	47
6	Conclusies	49
7	Referenties	53

Bijlage(n)

- A Figuren en tabellen met luide events en kenmerken
- B Overzicht van akoestische kenmerken en voorbeelden van luide voertuigen
- C Event features voorbeelden
- D Matrix van potentiële maatregelen
- E Niveauverloop grafieken per locatie
- F Voertuigaanpassingen met effect op geluid

1 Inleiding

TNO heeft in opdracht van de Gemeente Den Haag op drie locaties in de stad luide voertuigen gemonitord. Doelstelling was om gedurende enkele dagen per locatie de luide voertuigpassages te registreren, daaruit de aard en oorzaken van de hoge geluidniveaus te achterhalen, en dit te vertalen naar potentiële maatregelen ter vermindering. Dit onderzoek is de derde van een reeks metingen in de G4 steden waar vergelijkbare hinder geconstateerd is. In deze steden en op de gekozen locaties kunnen infrastructuur, verkeerssamenstelling en populaire routes verschillen en daarmee ook de potentiële maatregelen voor de aanpak.

De gekozen locaties zijn geselecteerd op basis van bekende hinder door piekgeluiden van zowel motorfietsen, scooters, en auto's. Voor deze metingen in Den Haag is gefocust op twee hoofdwegen met vier rijstroken en één doorgaande weg met enkele rijstroken, alle drie met veel woningen in de buurt. Dit onderzoek is aanvullend op eerdere metingen in Amsterdam [1] en Rotterdam [2].

In dit rapport worden de metingen besproken en de resultaten statistisch gepresenteerd. Op basis daarvan wordt geanalyseerd welke type maatregelen naar verwachting het meest effectief zijn ter vermindering van de hinder.

Hoge geluidniveaus van wegvoertuigen kunnen vele oorzaken hebben: rijgedrag zoals te hoge snelheid of onnodig toeren maken, aangepaste voertuigen met bijvoorbeeld niet toegestane uitlaat of regelkleppen, voertuigen met mankementen of met gemanipuleerde motorinstellingen, waaronder chiptuning, knalgeluiden (pops and bangs) en ontgrenzing van het toerental. Ook kunnen sommige relatief nieuwe voertuigen onder bepaalde condities veel meer geluid maken dan 'normaal gebruik'.

De onderzoeken in de G4-steden leveren voortschrijdend inzicht over de aard en oorzaken van de hoge niveaus, waarbij ook de analysetechnieken geleidelijk krachtiger worden. Dit helpt ook om de maatregelen beter te focussen, bijvoorbeeld in relatie tot rijgedrag of voertuigaanpassingen (tampering/manipulatie). Zo wordt in dit onderzoek dieper ingegaan op de geluidskarakteristieken die hieraan te relateren zijn. In de bijlage is ook een beschrijving opgenomen over de verschillende vormen van voertuigaanpassingen.

Van Den Haag is bekend dat er onder andere langs de aanvoerroutes van en naar Scheveningen en Kijkduin veel hinder ten gevolge van luide voertuigen is. In Scheveningen is ook al de Strandboulevard van slagbomen voorzien om de hinder te beperken en zijn mobiele matrixborden met waarschuwing voor mogelijke boetes ingezet.

Dit onderzoek is niet gericht op de ontwikkeling van een geluidflitspaal, maar kan wel helpen technische eisen te formuleren en de mogelijke wijze van inzet.

De hinder is naar verwachting groter in de periode van maart t/m oktober, rond het weekend en tot diep in de avond, en met name bij goed weer. In die periode is de hinder ook groter doordat bewoners hun ramen en deuren vaker open hebben. Doorgaande routes in de stad zijn echter altijd druk en veroorzaken hogere gemiddelde geluidniveaus het hele jaar door. Auto's zijn minder afhankelijk van het

weer dan gemotoriseerde tweewielers, daarom zijn luide auto's het hele jaar door te verwachten.

De metingen in Den Haag vonden plaats op drie locaties, steeds gedurende vijf dagen inclusief een weekend in oktober 2022. Een deel van de meetdagen was regenachtig.

De methodiek en werkwijze worden besproken in hoofdstuk 2, de meetlocaties en opstelling in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 komen statistieken van de meetdata en analyse aan de orde, gevolgd door potentiële maatregelen in hoofdstuk 5 en conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6.

2 Methodiek en werkwijze

2.1 Luide voertuigen

Er is geen eenduidige definitie van wat een luid voertuig is. Wel zijn luide voertuigen onmiddellijk op straat herkenbaar in de zin dat zij ver boven de meerderheid van overige voertuigen hoorbaar zijn, en op grotere afstand. Ernstige hinder, overlast en soms schrikreacties of slaapverstoring kunnen het gevolg zijn. Daar waar woningen langs beide zijden van de straat staan, leidt dat tot hogere geluidniveaus en langer aanhoudend geluid ten gevolge van reflecties.

Luide voertuigen zijn op de eerste plaats hinderlijk door het hoge geluidniveau, maar ook andere factoren spelen een rol, zoals bekend over omgevingsgeluid:

- sterke toename en impulsiviteit (stijgtijd);
- fluctuatie;
- tonaliteit en harmonisch gehalte;
- laagfrequent gehalte.

Voor dit soort eigenschappen worden ook wel toeslagen toegepast voor hinderlijkheid volgens normen zoals bijvoorbeeld ISO 1996 [3], echter wordt dit niet voor wegverkeer toegepast omdat wettelijke rekenmodellen van het jaargemiddelde zonder toeslagen uitgaan. Wel is al bijvoorbeeld in Oostenrijk geconstateerd dat de hinder van luide motorfietsen veel hoger is dan van andere wegvoertuigen [4].

Naast de bovengenoemde factoren spelen ook mee: de subjectieve beleving zoals gevoel van onveiligheid, verstoring van concentratie of spraakverstaanbaarheid en de perceptie dat het om onnodig geluid gaat, in tegenstelling tot bijvoorbeeld sirenes.

In de typekeuring van wegvoertuigen, voor toelating van nieuwe modellen, wordt het geluidniveau L_{pAFmax} op 7.5 m afstand tijdens optrekken met een limiet begrensd. Ook is er een controleniveau voor handhaving, gemeten op 50 cm schuin achter de uitlaat, met vast toerental en stationair voertuig, waarbij het gas wordt losgelaten. De meetgrootte is L_{pAFmax} . Dit is het maximale A-gewogen geluidniveau met tijdsinterval 125 ms (stand F=Fast). Dit is al een maat voor piekgeluid. Bekend is dat motorfietsen, vrachtwagens en bussen de hoogste toelaatbare niveaus volgens de typekeuring hebben, van rond de 75-80 dB(A) bij passage onder testcondities. In de praktijk kunnen niveaus veel hoger zijn, onder andere bij bepaald rijgedrag met hogere toerentallen of als er sprake is van aanpassingen van het voertuig, zoals sportuitlaten, verwijderde dB-killers, ontgrenzers en chiptuning, maar ook regelkleppen en 'sportstand' instellingen. Ook beschadigde en verouderde uitlaten kunnen hogere niveaus produceren.

Langs stedelijke wegen komen in de praktijk veel passages boven de 80 dB(A) voor, ook van bussen en vrachtwagens. Om de luide voertuigen te kunnen onderscheiden is het daarom nodig om deze grens te gebruiken. Het niveau hangt uiteraard ook af van de afstand en reflecties in de omgeving. Een hoog niveau kan gevolg zijn van rijgedrag, voertuigconditie of -aanpassingen, of andere oorzaken (zie bijlage F).

2.2 Invloed meetlocatie

Veel stedelijke locaties waar sprake is van geluidshinder hebben ook reflecties tussen bebouwing langs de weg, waardoor het geluid kan worden versterkt. Ten opzichte van een vrije veld situatie zullen de geluidsniveaus hoger uitvallen. Desondanks is het onderlinge verschil tussen luide en stillere voertuigen goed te meten en zijn de luidere voertuigen te onderscheiden.

Een andere factor is de dynamiek van de verkeersstroom, met name of veel wordt opgetrokken, zoals in de buurt van stoplichten en kruisingen. Hier is ook de meeste hinder te verwachten. Voor de locaties in Den Haag is er sprake van optrekken en afremmen, vooral voor de meetposities op de Van Alkemadelaan, met dubbele rijbaan, veel doorgaand verkeer en kruisingen in de buurt.

De aantallen luide voertuigen zijn mede afhankelijk van kenmerken van de route en bestemming. Zo zijn aanvoerroutes naar recreatieve attracties en toeristische bestemmingen, touringroutes en horecagebieden potentiële hotspots voor geluidshinder. Op alle drie meetlocaties in Den Haag is sprake van routes naar het strand.

2.3 Keuze meetlocaties

De meetlocaties zijn gekozen op basis van informatie van de gemeente over geluidshinder. De locaties zijn ook bezocht en beoordeeld op geschiktheid qua verkeerssituatie en complexiteit.

2.4 Meetsystemen

Het meetsysteem, aan weerszijden van de weg geplaatst, bestond uit een geluidmonitoring unit van TNO en een ANPR camera, videocamera en radar sensor van de firma Connection Systems voor kentekenherkenning, beeld, video en snelheidsmeting.

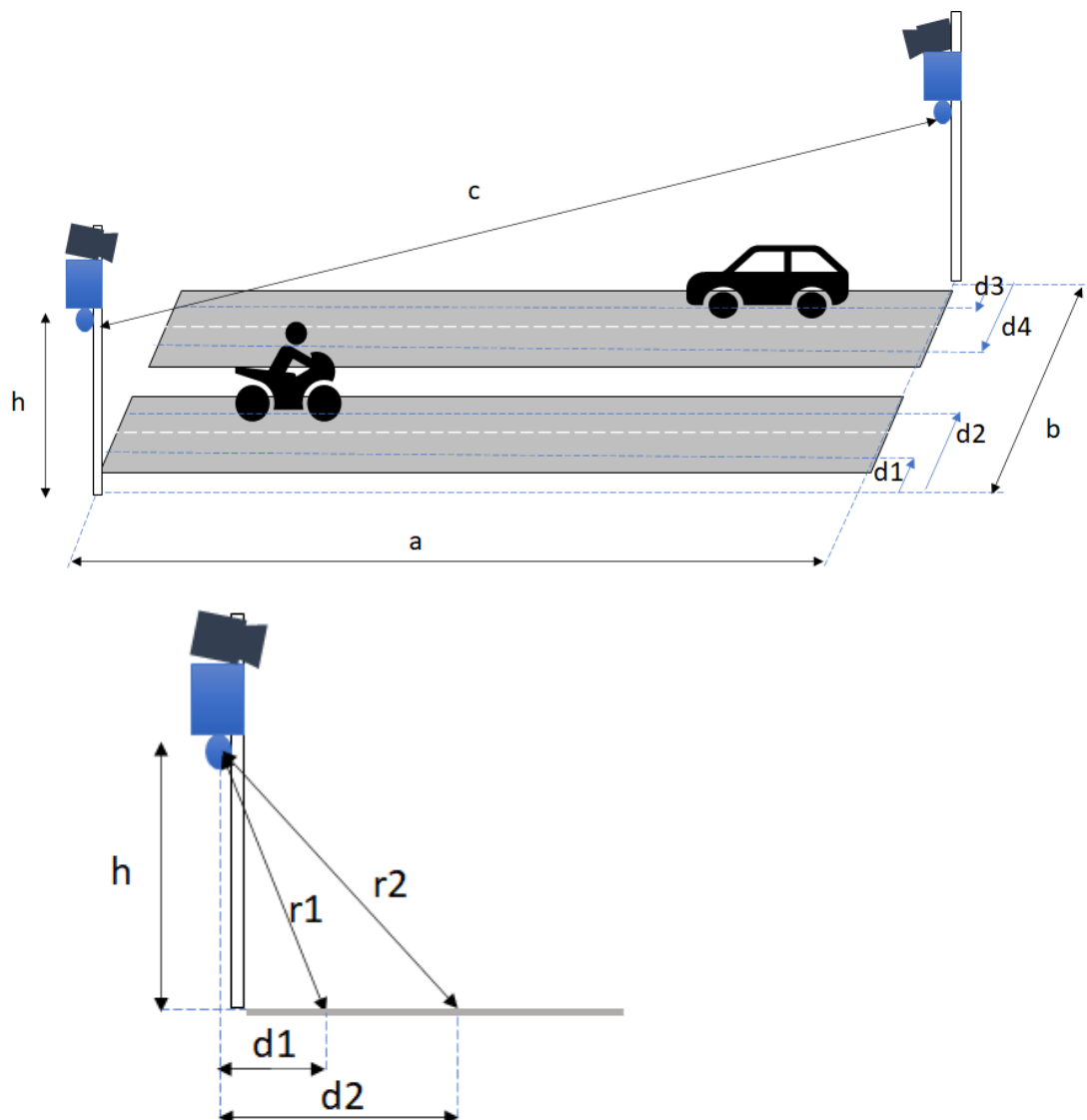
De opstelling staat schematisch in figuur 1. De meetsystemen stonden dicht op de rijbaan, zodanig dat zij in elkaars beeldbereik lagen. Op basis van geluid van beide systemen is ook informatie over de positie te halen, en aan welke kant van de weg het hoogste niveau optreedt.

De meetsystemen waren naast de weg gemonteerd op ca. 4 m hoogte aan lantaarnpalen of separate palen op een betonblok. De microfoons zijn op locatie geijkt vóór en na de metingen.

De afstand tussen de microfoons en de middenlijnen van de rijstroken bedraagt ca. 5 m voor de nabije rijstrook en ca. 7 m voor de verre rijstrook. In vergelijking met de standaard afstand van 7,5 m geeft dit een te verwachten verschil van 3,5 dB voor de nabije rijstrook en 0,6 dB voor de tweede, indien richtwerking wordt verwaarloosd.

De video en datastromen werden via beveiligde UMTS verbinding verzameld door Connection Systems. Geluidsignalen werden continu op het TNO meetsysteem encrypted opgeslagen en na afloop fysiek verwijderd. Een continue spectrogram

van het geluid was via een website beschikbaar (niet te herleiden naar personen of stemmen).



Figuur 1 Schema van de meetpostopstelling, met onder doorsnedegeometrie aan één zijde, met $d1$ en $d2$ de afstand van het vlak van de microfoon tot de middenlijn van de rijstroken.

2.5 Dataopslag

De ruwe data van video, kentekens, rijksnelheden en geluidsignalen werd stand-alone opgeslagen bij TNO. De privacygevoelige data wordt na afloop verwijderd. Dat betreft kentekens, beelden waarop kentekens en personen herkenbaar zijn en herkenbare stemmen. Geanonimiseerde (niet herkenbare) data van de relevante passages wordt bewaard voor nader onderzoek. De spectrogrammen in tertsbanden met tijdsinterval 1/8 seconde zijn voor de hele meetperiode opgeslagen. De level histories van de hele meetperiode zijn weergegeven per meetlocatie en per dag in bijlage F.

De momenten met luide passages zijn geïdentificeerd uit de spectrogrammen, op basis van een niveaudrempelwaarde van L_{pAFmax} van 80 dB(A). Dit niveau is gekozen op basis van de gemeten data en de gevonden geluidniveaus, die in een open omgeving zoals de Lozerlaan minder reflecties bevatten en daardoor een paar dB lager kunnen liggen dan aan een weg met woningen aan weerszijden.

Voor deze momenten is waar mogelijk het kenteken van het betreffende voertuig gebruikt om de voertuigeigenschappen te bepalen. Uit het tijdsignaal van het geluid zijn akoestische karakteristieken bepaald. Voor ieder luide event is een tijdsignaal met een duur van 20 seconden bewaard, met het hoogste niveau in het midden (10s). Geluidspieken zijn niet altijd vóór de microfoon, maar mogelijk verderop, afhankelijk van het rijprofiel (onder andere versnelling en toerental). Geluid kan ook afkomstig zijn van de verre rijstrook of van buiten het bereik van de registratiecamera's, zoals bijvoorbeeld bij uitlaatknallen. In de analyse is hier ook rekening mee gehouden.

Voor alle geselecteerde passages zijn relevante voertuiginformatie, snelheid, tijdstip en akoestische karakteristieken opgeslagen. Een lijst van deze parameters is in Bijlage B weergegeven. De voertuiggegevens zijn afkomstig van de openbare RDW database op basis van het kenteken. Het tijdstip, de rijnsnelheid en de locatie zijn van de meting afkomstig. De akoestische gegevens bevatten basisgrootheden zoals onder andere L_{pAFmax} , L_{pFmax} (zonder A-weging), L_{peq4s} (zowel totaal, éénderde octaafspectra en octaafspectra), level histories, de maximale stijgtijd, de SEL (Sound exposure level), verschil hoog- en laagfrequent geluid (Deltalohi), laagfrequent indicator $L_{Lin}-L_A$, sterkste frequentiepieken en dynamisch bereik binnen de passage (prominence). Daarnaast wordt ook een reeks kenmerken opgeslagen die bepaalde bronnen kwantificeren zoals claxons, sirenes, impacts, stemmen, harmonischen en hun verloop.

2.6 Nieuwe geluidlabels voertuigen

Nieuw ontwikkelde geluidlabels specifiek voor luide voertuigen zijn ook bepaald. Veel daarvan zijn gerelateerd aan het toerental, dat sterk bepalend is voor het geluidniveau. Deze staan in Tabel 1.

Deze geluidlabels worden uniek toegekend aan luide voertuiggeluiden en zijn beschrijvend, gebaseerd op complexere algoritmes. Maxpeakprominence is een kwantitatieve grootheid voor de sterkte van het uitlaatgeluid. Een hoge waarde duidt op een aangepaste of niet goed functionerende uitlaat.

Tabel 1 Nieuw ontwikkelde geluidlabels voor luide voertuigen.

Benaming geluidlabel	Omschrijving
bang	Knallen aanwezig
fconthi	Continue hoge tonen zoals bij bromfietsen
rpmburst	Toerental piek, kortstondig
rpmdrop	Plotselinge afname van het toerental
rpmfluct	Sterke (herhaalde) wisseling van het toerental
rpmlongacc	Lang toenemend toerental, zoals bij laat schakelen
rpmshortacc	Sterk toenemend toerental
maxpeakprominence	Sterkte van de hoogste frequentiepiek, maatgevend voor uitlaatgeluid

Per tijdsopname kan een grafisch overzicht van de akoestische karakteristieken en kenmerken worden geproduceerd. Dit is vooral van belang bij de interactieve beoordeling van events en controle. Voorbeelden staan in bijlage B samen met een tabel van de voertuig- en akoestische parameters die zijn opgeslagen.

2.7 Verwerking en analyse

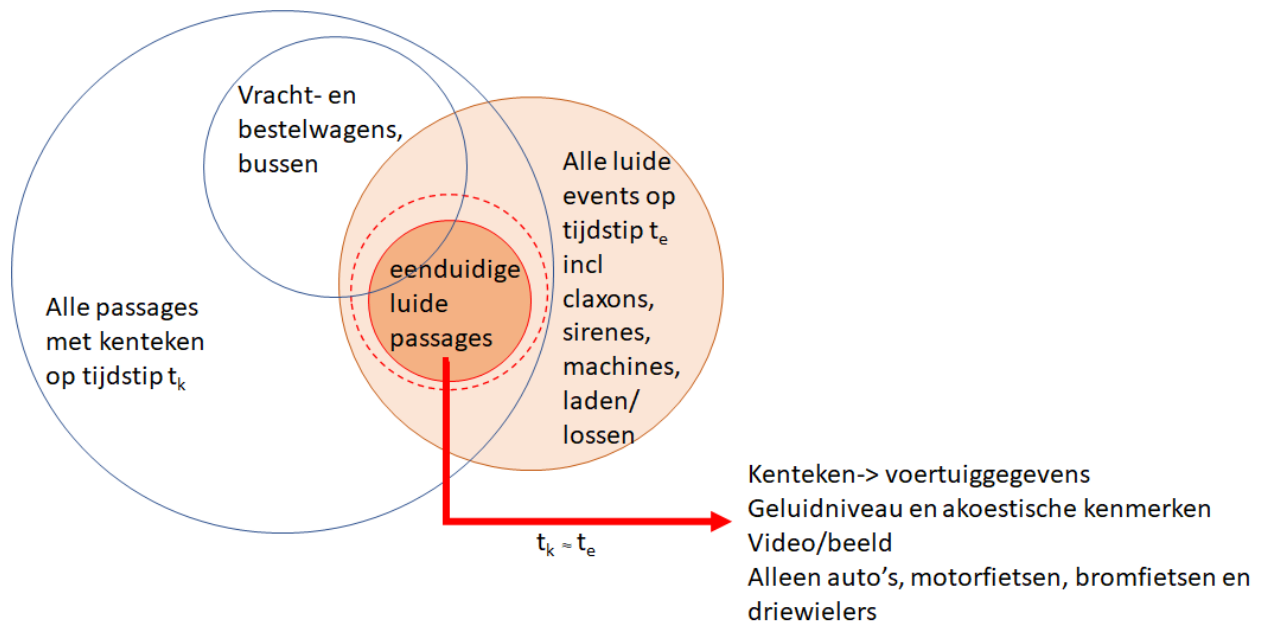
De akoestische kenmerken van de opgeslagen luide events zijn met behulp van algoritmes in Matlab bepaald. Deze kenmerken zijn gebruikt om de luide events in te delen in wel of niet relevant, en te classificeren in termen van niveau, frequentiegehalte, niveauverloop en andere kenmerken. Ten opzichte van eerdere metingen zijn er nieuwe kenmerken toegevoegd voor detectie van verbrandingsmotoren en de overige, uit te sluiten bronnen zoals sirenes, claxons, stemmen en impacts.

De geluiden worden gegroepeerd op basis van een akoestische kenmerken. Deze worden grafisch uitgezet, waarbij interactief visueel en auditief wordt geverifieerd of bepaalde bronnen in één groep terechtkomen.

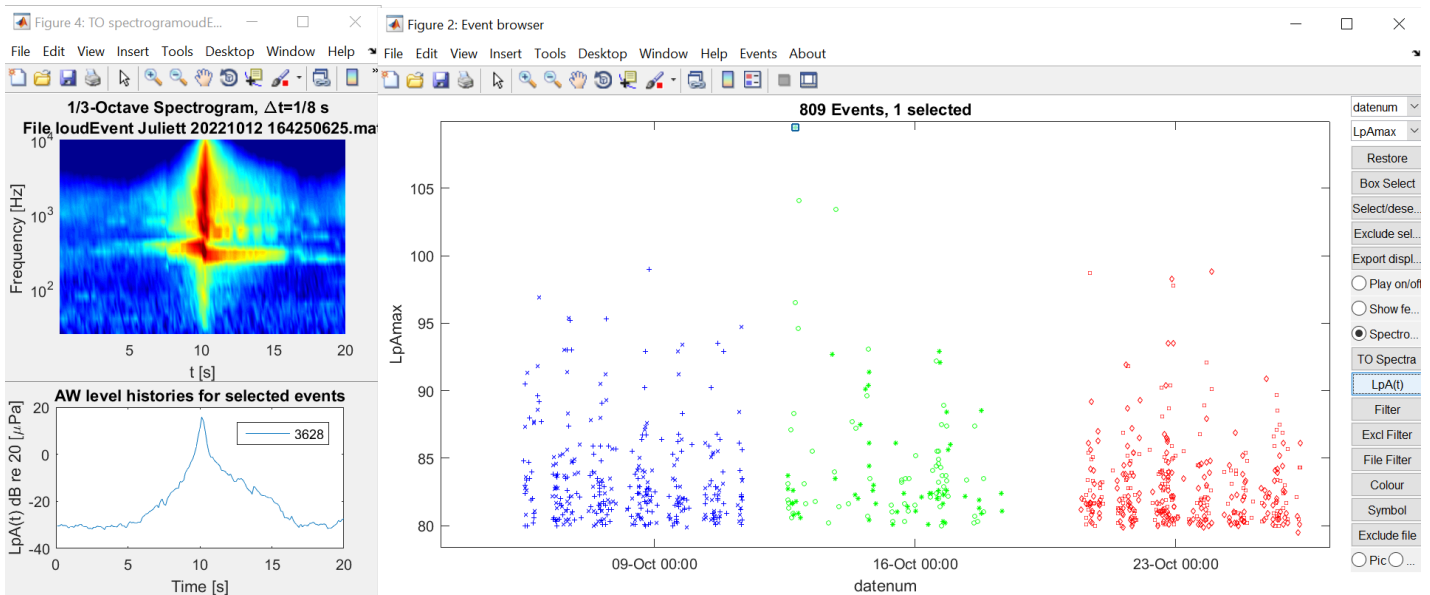
Voorbeelden van deze weergave staan in hoofdstuk 4 en in bijlage B.

De werkwijze bij de selectie van luide events die afkomstig zijn van luide voertuigen staat schematisch in figuur 2 weergegeven. Uit alle luide events wordt een selectie gemaakt op basis van akoestische kenmerken, zodanig dat niet relevante events worden weggelaten, zoals claxons, sirenes, trams, machines, laden en lossen, vogels, honden en stemmen. Uit de combinatie van kentekenregistraties en luide events wordt dan op basis van tijdstip en akoestische kenmerken een selectie gemaakt van eenduidig luide voertuigpassages. Vrachtwagens, bestelauto's en bussen worden weggelaten omdat zij nauwelijks afwijkend rijgedrag of technische manipulatie vertonen.

In dit onderzoek is een zogenaamde Event Browser toegepast waarmee de luide events kunnen worden getoond als functie van de verschillende akoestische kenmerken. Dit maakt een betere groepering en selectie van soorten events mogelijk. Ook kunnen events kort achtereen worden beluisterd. Een afbeelding van deze tool staat in figuur 3. Hierin zijn de geselecteerde luide events gemeten op de drie locaties samen weergegeven, met het tijdstip op de horizontale as en het maximum geluidniveau L_{pAFmax} op de verticale as. Alle events kunnen interactief worden geselecteerd en hun akoestische en voertuiggegevens opgevraagd.



Figuur 2 Selectieproces voor luide voertuigpassages.

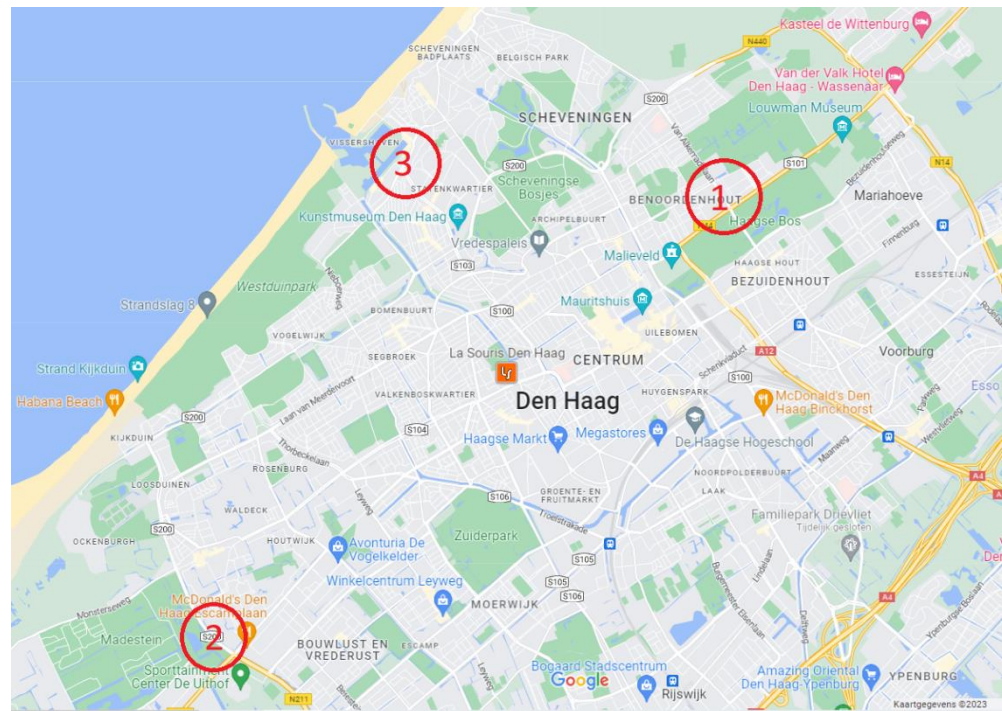


Figuur 3 Event Browser voor selectie, groepering en weergave van luide events. Hier getoond met tijdstip versus L_{pAFmax} -niveau van de luide voertuigen, met links een spectrogram en niveauverloop (onder) van een motorfiets ver over de snelheidslimiet. De kleuren en symbolen in de Event Browser duiden hier de meetlocatie en de meetpost aan.

3 Meetlocaties en meetopstelling

Er is op drie locaties gemeten, aangegeven op de kaart in figuur 4:

- 1 De Van Alkemadelaan, ter hoogte van de Breitnerlaan;
- 2 De Lozerlaan, ter hoogte van Karperdaal;
- 3 De Westduinweg, ter hoogte van de Oesterstraat.



Figuur 4 De drie meetlocaties in Den Haag.

De wegbeschrijving, data, geometrie en weeromstandigheden staan in Tabel 2.

Tabel 2 Overzicht meetlocaties, meetperiode, meetposities volgens figuur 1, en weercondities.

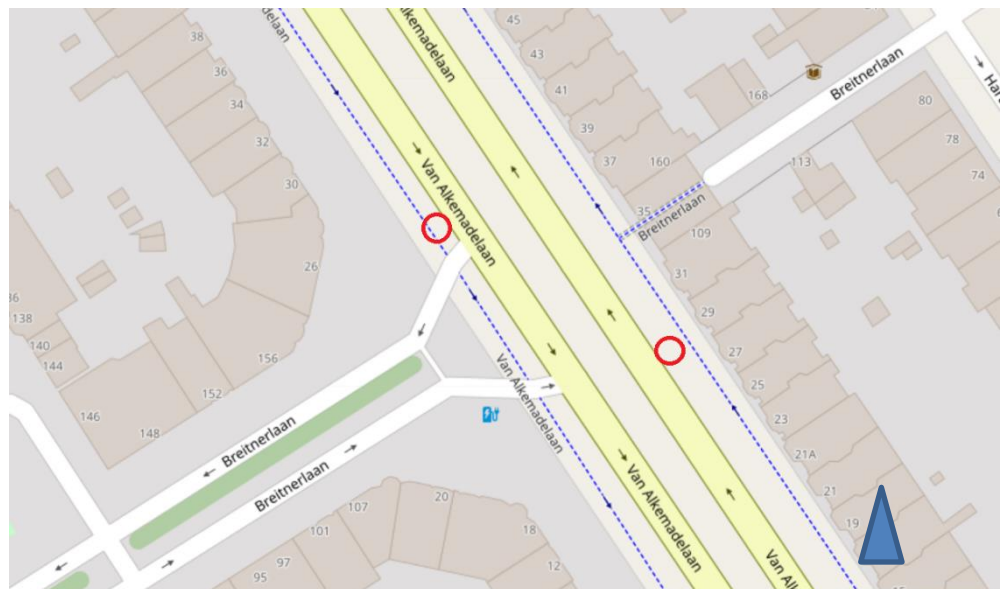
	Datum	Max. snelheid	Rij-stroken	d1,d2, d3,d4	a,b,c	Weer
1 Van Alkemadelaan ter hoogte van de Breitnerlaan	6-10 oktober 2022	50 km/h	2 x 2	d1=2 m d2=5 m d3=1,5 m d4=4,5	a=44m b=16 m c=48 m	Droog en meestal zonnig, 5-17 graden. Gemiddelde windsnelheid < 5 m/s
2 Lozerlaan ter hoogte van Karperdaal (S200)	13-17 oktober 2022	50 km/h	2 x 2	d1=3,5 m d2=6,8 m d3=3,1 m d4=6,2 m	a=38 m b=27 m c=47 m	Vaak regen en bewolkt, 6-16 graden. Gemiddelde windsnelheid < 5 m/s
3 Westduinweg, ter hoogte van de Oesterstraat	21-25 oktober 2022	50 km/h	2 x 1	d1=3,8 m d2= - d3=4,2 m d4=-	a=100 m b=14 m c=101 m	Wisselend zonnig en bewolkt, meest droog, soms regen, 10-18 graden. Gemiddelde windsnelheid < 7 m/s

3.1 Locatie Van Alkemadeleen

De van Alkemadeleen is een drukke doorgaande weg met dubbele rijstroken, deels gescheiden rijbanen en fietspaden aan beide zijden. De weg is zowel wijkontsluitingsweg als verbindingroute van en naar Scheveningen. De snelheidslimiet is 50 km/h. Op de gekozen meetlocatie ter hoogte van de Breitnerlaan staan aaneengesloten meerlaags woningen relatief dicht op de weg aan beide zijden, waardoor reflecties optreden.

De meetposten stonden aan weerszijden van de weg ter hoogte van de kruising Breitnerlaan. Metingen zijn hier uitgevoerd in de periode 6 tot en met 10 oktober 2022.

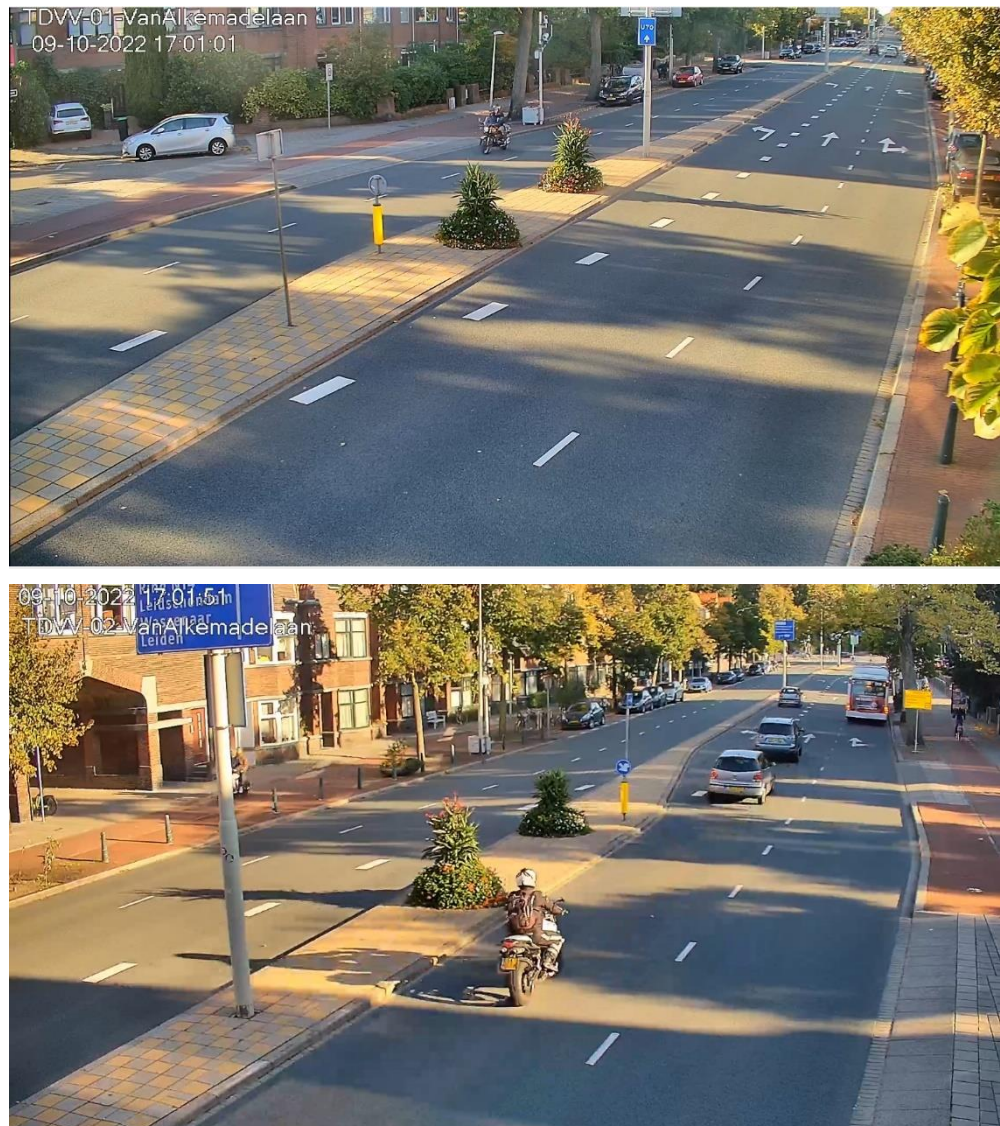
De locatie op de kaart met posities van de meetposten aangegeven staat in figuur 5a, foto's van beide meetposten in figuur 5b. Video stills in beide richtingen staan in figuur 5c.



Figuur 5a Kaart met meetposities op de Van Alkemadeleen aangegeven in het rood.
Bron: Openstreetmap.



Figuur 5b Meetlocatie Van Alkemadelaan met meetposten, boven: meetpost 1 richting Noord (cam01), onder: meetpost 2 richting Zuid (cam02).



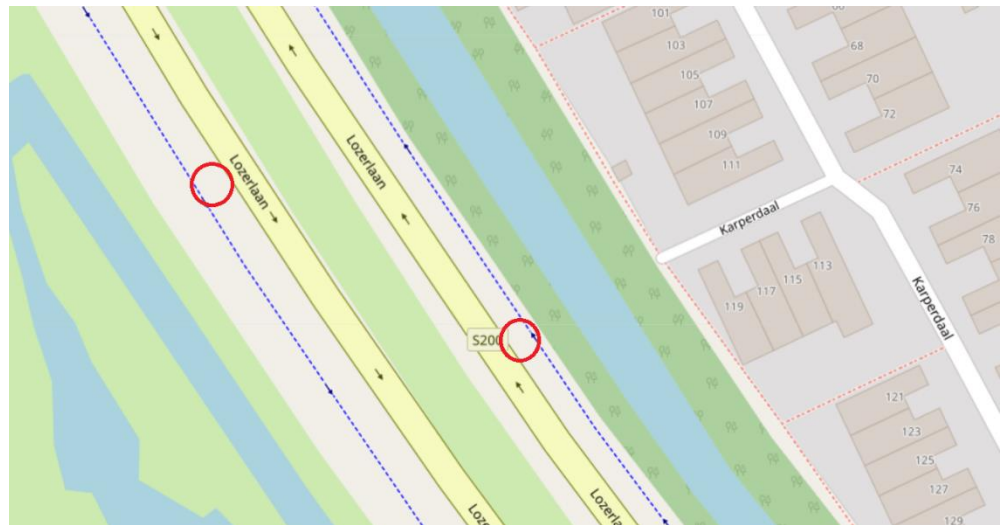
Figuur 5c Camerabeelden op locatie Van Alkemadelaan.
Boven: cam01 richting Zuid, onder: cam02 richting Noord.

3.2 Locatie Lozerlaan

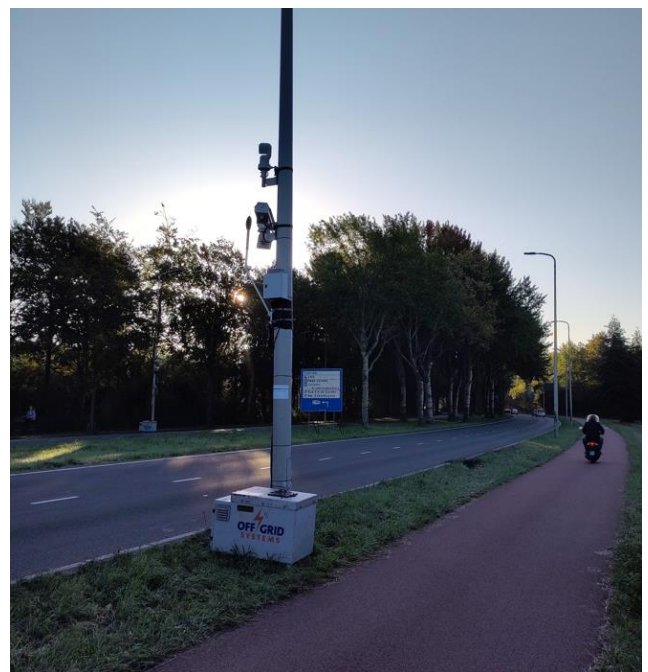
De Lozerlaan is een doorgaande S-weg en is deel van de buitenste ringweg van Den Haag. De weg is ook deel van de doorgaande route naar het strand van Kijkduin. De weg heeft twee gescheiden rijbanen beide met twee rijstroken. De snelheidslimiet is 50 km/h. Bij de meetlocatie liggen de woningen rond 30 m van de weg, en zijn er geen woningen direct aan de overzijde.

Metingen zijn hier uitgevoerd van 13 tot en met 17 oktober 2022. In deze periode was er vrijwel dagelijks regenval, echter niet continu.

De locatie op de kaart met posities van de meetposten staat in figuur 6a, foto's van beide meetposten in figuur 6b. Videocamera beelden staan in figuur 6c.



Figuur 6a Kaart met meetposities op de Lozerlaan aangegeven in het rood.
Bron: Openstreetmap.



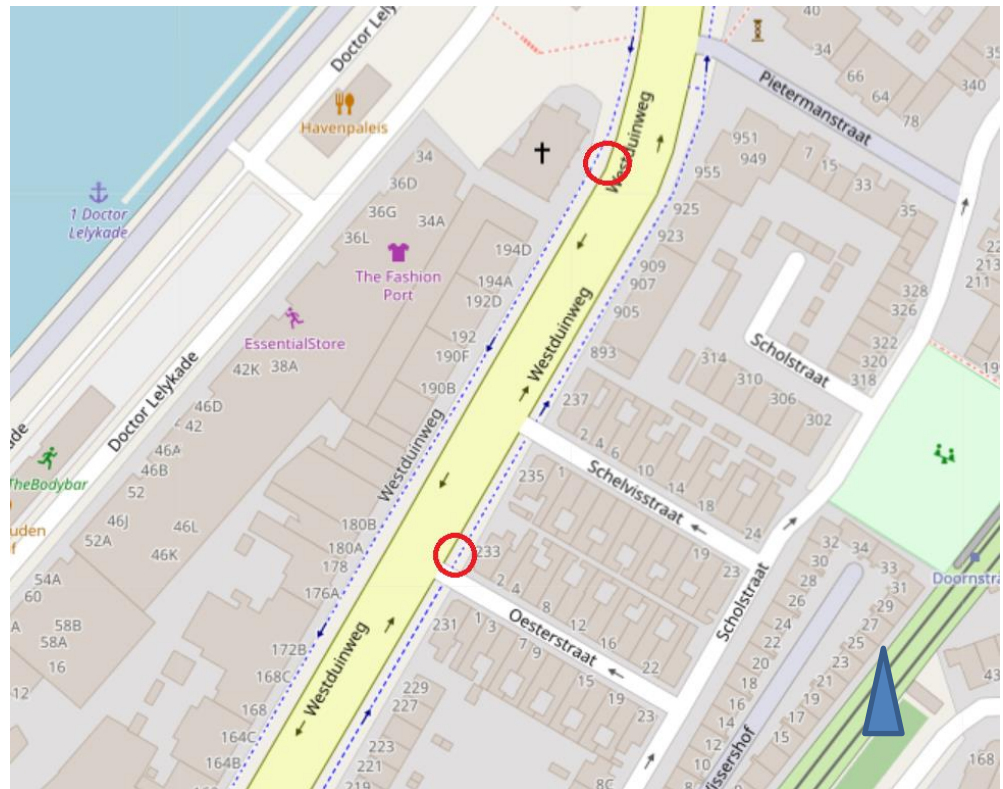
Figuur 6b Meetlocatie Lozerlaan met meetposten.
Foto links: Meetpost 1 noordzijde richting Westen (cam01), rechts meetpost 2 zuidzijde richting Oosten (cam02).



Figuur 6c Camerabeelden op locatie Lozerlaan.
Boven: cam03 richting Westen, onder: cam04 richting Oosten.

3.3 Locatie Westduinweg

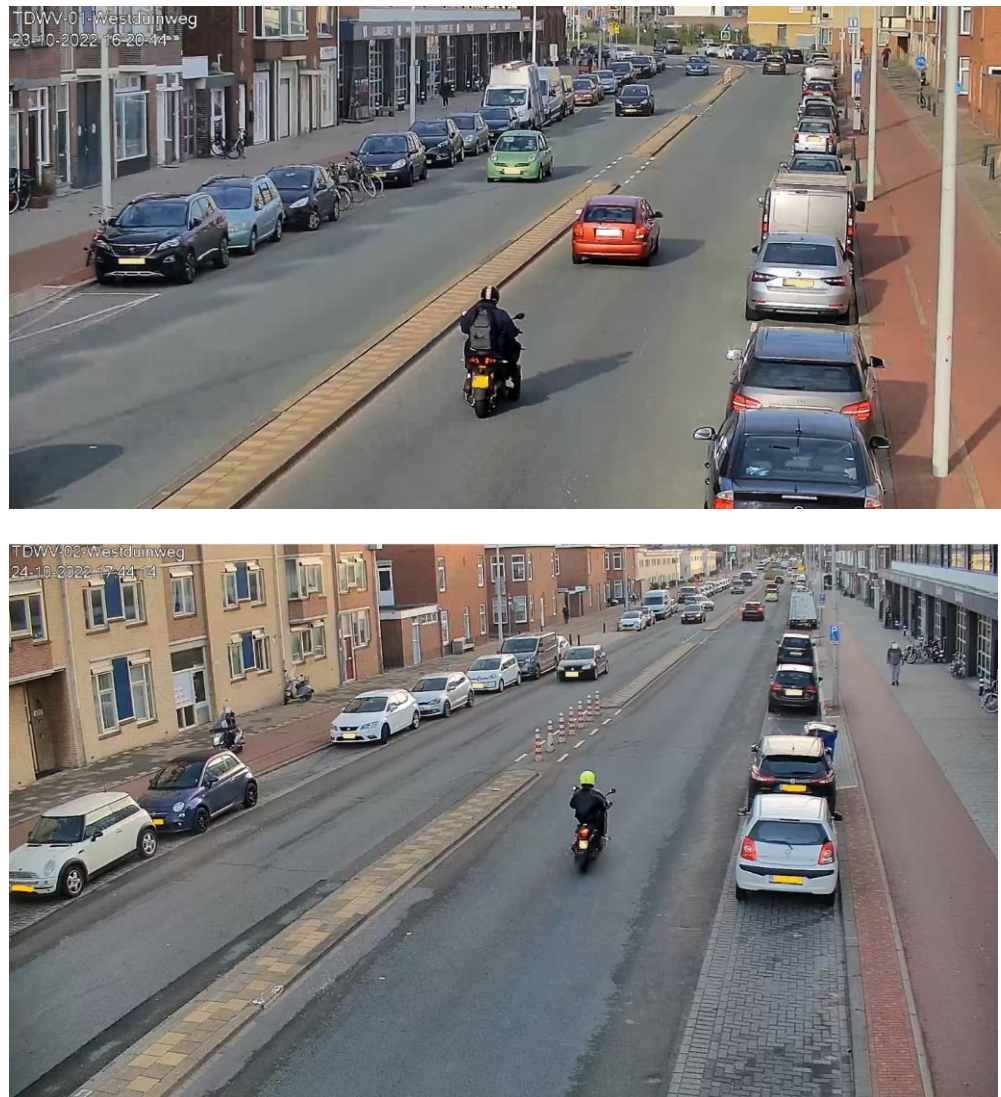
De Westduinweg is een doorgaande weg met twee rijstroken, met veel woningen aan weerskanten en enkele bedrijven. De snelheidslimiet is 50 km/h. De metingen zijn hier uitgevoerd van 21 tot en met 25 oktober 2022. De positie van de meetposten op de kaart staan in figuur 7a, foto's van de meetposten in figuur 7b en videocamera beelden staan in figuur 7c.



Figuur 7a Kaart met meetposities op de Westduinweg.
Bron: Openstreetmap.



Figuur 7b Meetlocatie Westduinweg met meetposten.
Foto boven: meetpost 1 (cam01) richting Noorden , onder: meetpost 2 (cam02)
richting Zuiden.



Figuur 7c Camerabeelden op locatie Westduinweg.
Boven: meetpost 1 cam01 richting Noord, onder: meetpost 2, cam02 richting Zuid.

4 Statistieken en analyse

De luide events van de drie locaties zijn statistisch geanalyseerd, waarbij de koppeling is gemaakt met voertuiggegevens.

Hieronder worden de verkeers- en snelheidsgegevens getoond per locatie, gevolgd door de analyse van de luide voertuigpassages.

4.1 Verkeer

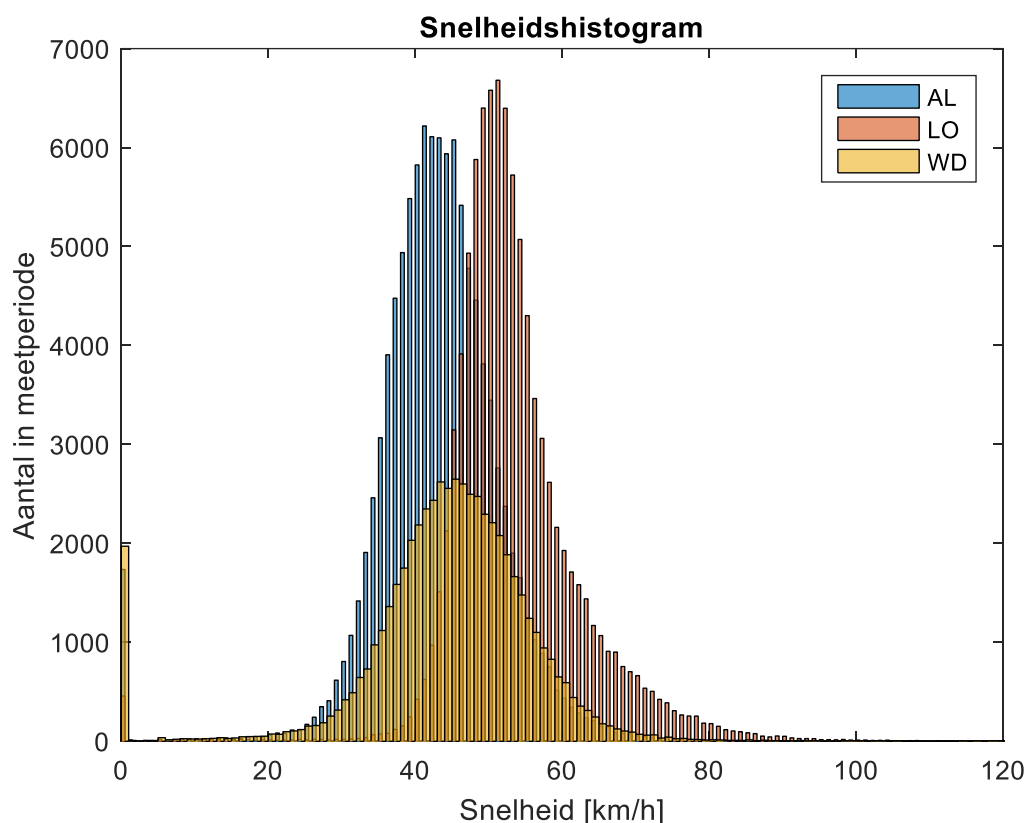
Het aantal voertuigen op basis van de kentekenregistratie staat voor de drie locaties in Tabel 3 ingedeeld naar RDW voertuigtype. De kolom 'overig' omvat onbekende of buitenlandse voertuigen. In totaal zijn 259.294 voertuigen geregistreerd op de drie locaties samen in de beschouwde meetperiodes. Het werkelijke aantal is naar verwachting hoger ten gevolge van overlapping van voertuigen, met name op de wegen met dubbele rijstroken, Van Alkemadelaan en Lozerlaan.

Tabel 3 Aantallen voertuigpassages met kenteken geregistreerd per locatie en richting gedurende de meetperiode.

Locatie/ richting	Auto's	Bestel- auto's	Vracht- auto's	Bussen	Motor- fietsen	Brom- fietsen	Drie- wieler	Overig	Totaal
AL ri.Zuid	41123	3292	428	380	353	405	15	4136	50132
AL ri.Noord	47005	3773	605	474	397	505	23	4644	57426
Totaal AL	88128	7065	1033	854	750	910	38	8780	107558
LO ri.Oost	39494	4558	707	57	206	40	14	2185	47261
LO ri.West	39892	4536	677	32	179	39	8	2249	47612
Totaal LO	79386	9094	1384	89	385	79	22	4434	94873
WD ri.Oost	23280	3437	525	559	312	718	26	1328	30185
WD ri.West	20551	3037	444	537	227	689	33	1160	26678
Totaal WD	43831	6474	969	1096	539	1407	59	2488	56863
Totaal	211345	22633	3386	2039	1674	2396	119	15702	259294

4.2 Rijsnelheden

De rijsnelheden zijn uit radarmetingen bepaald. In figuur 8 zijn de histogrammen weergegeven van alle geregistreerde voertuigen op de drie locaties. Het aantal met snelheid 0 km/h is veroorzaakt door de radar die slechter in staat was tweewielers te meten. Opvallend is het hoge aandeel van het verkeer dat boven de snelheidslimiet rijdt, vooral op de Lozerlaan, gevolgd door de Westduinweg en in mindere mate de Van Alkemadelaan. Daar liggen de meetposities niet ver van stoplichten en komt een zijstraat uit waar veel voetgangers en fietsers de weg oversteken.



Figuur 8 Snelheidshistogrammen van alle voertuigen op de drie locaties, herleid uit radarmeting. De aantallen met 0 km/h zijn met name motor- en bromfietsen waarbij de radar geen snelheid kon detecteren.

4.3 Luide passages

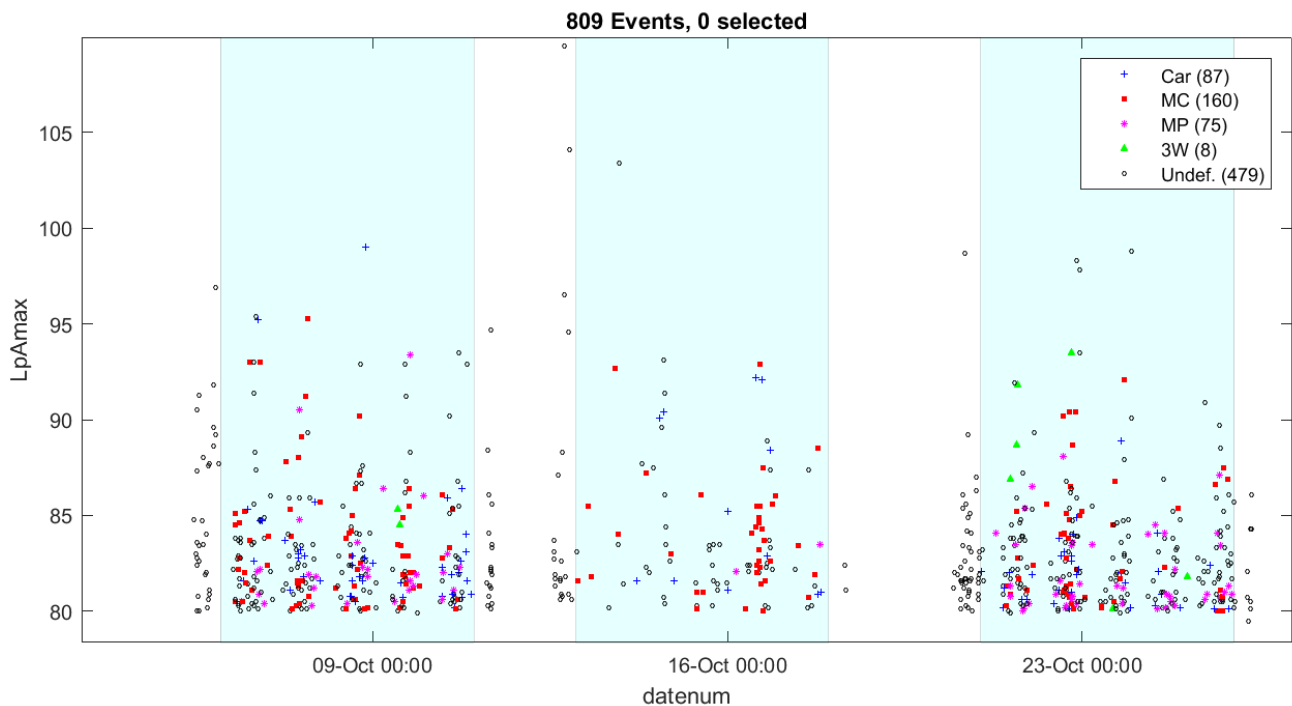
Uit de geluidmonitoring data op alle drie locaties waren in totaal 6775 luide events op beide meetposten samen geregistreerd met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A). Boven dit niveau zijn de luidere voertuigen meestal van het overige verkeer te onderscheiden. Middels filtering op akoestische eigenschappen zijn deze events teruggebracht tot 863 events met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A), waarbij alle overige bronnen, bussen en vrachtwagens zijn weggelaten. Een deel van deze luide voertuigen was op beide meetposities detecteerbaar, doorgaans bij hogere geluidniveaus en bij afwezigheid van andere bronnen.

De weggelaten geluiden waren onder andere claxons, sirenes, stemmen, vuurwerk, honden en vogels, voertuigpassages met bandengeluid bij regen, piepende remmen en banden, en helikopters. Sommige van dergelijke geluidbronnen zijn quasi-stationair en/of dicht bij de microfoon. Verder zijn ook luide voertuigen weggelaten waarvan het geluid teveel vermengd of overstemd was.

De keuze voor 80 dB(A) als ondergrens is ingegeven door de dataopbrengst, weggelaten data ten gevolge van nat weer en op grond van de omgeving die bijvoorbeeld voor de Lozerlaan vrij open is.

In figuur 9 staan de luide voertuigen per type aangeduid met hun L_{pAFmax} niveaus als functie van de tijd, voor auto's, motoren, bromfietsen en driewielers. De

lichtblauw gearceerde vlakken duiden de periodes aan waarin de kentekenregistratie aanstond. De punten in het zwart met symbool o zijn luide voertuigen zonder kentekenregistratie of onbekend, bijvoorbeeld voordat of nadat de kentekenregistratie geactiveerd was maar de geluidmeting wel aanstond. Een andere oorzaak van ontbrekende kentekens is dat sommige luide events buiten het zicht van de ANPR camera's optraden, bijvoorbeeld van bromfietsen op het fietspad.



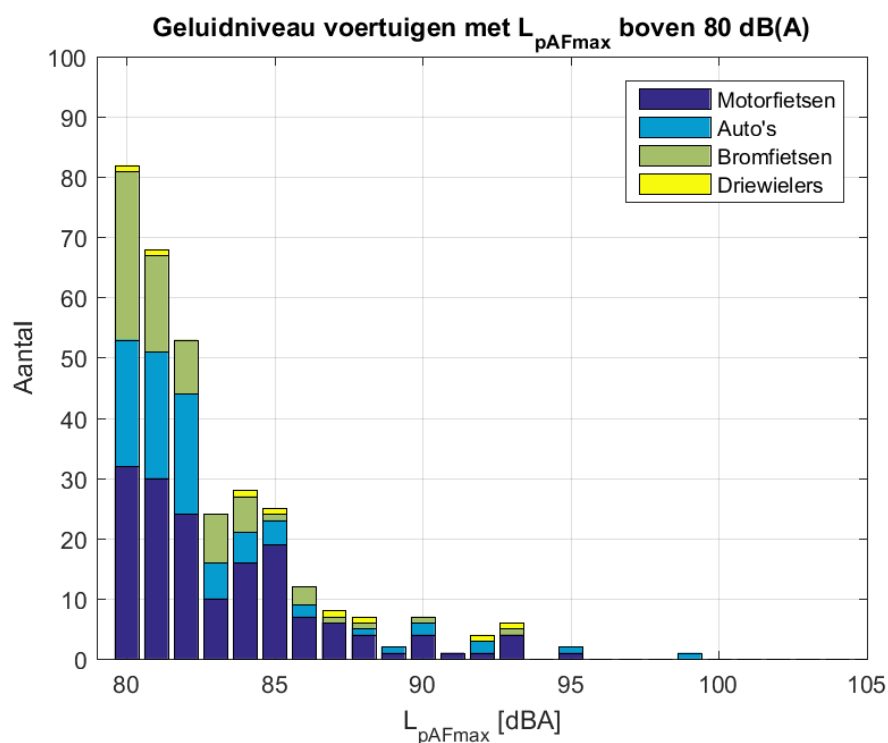
Figuur 9 Luide events van voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A) aangeduid met symbolen voor auto's (Car), motorfietsen (MC), bromfietsen (MP) en driewielers (3W) (inclusief quads). Punten met symbool o hebben geen bijbehorend kenteken, maar zijn uit het geluidsignaal als voertuigen herkend. De gearceerde vlakken geven de periodes aan waarin kentekens werden gemeten.

De aantallen van met kenteken geïdentificeerde luide voertuigen staan in Tabel 4. Deze cijfers zijn specifiek voor de gemeten locaties, tijdsbestek en verzamelde voertuiggegevens, en kunnen niet zonder meer worden geëxtrapoleerd voor andere locaties of over een langere periode. Op alle locaties zijn de aantallen luide motorfietsen hoger dan de overige luide voertuigsoorten. De verwachting is dat op dagen met goed weer in het voorjaar of de zomer de aantallen luide events veel hoger kunnen zijn, met name voor motorfietsen en bromfietsen. Bromfietsen worden ook onderschat omdat zij deels op het fietspad rijden waardoor zij niet zijn geregistreerd.

Tabel 4 Aantallen geselecteerde luide voertuigen per locatie (beide meetposten) met niveau $L_{pAFmax} > 80$ dB(A), waarvan het kenteken bepaald is, en vergelijking met totale voertuigaantallen.

Locatie	Auto's	Motorfietsen	Bromfietsen	3-wielers	Bedrijfs-auto	Onbekend/overig	Totaal
VA	42	73	30	2	5	12	164
LO	12	37	2	0	5	1	57
WD	33	50	43	6	5	7	144
Totaal	87	160	75	8	15	20	365
Percentage	24%	44%	21%	2%	4%	5%	100%
Verg. alle verkeer	211345	1674	2396	119	28058	15702	259294
Percentage	81,5%	0,6%	0,9%	0,1%	10,8%	6,1%	100%

De verdeling van luide events onder voertuigtypes staat in figuur 10. Dit laat duidelijk zien dat voor deze locaties de luide motorfietsen in de meerderheid zijn, gevolgd door bromfietsen en auto's. Hoewel de motorfietsen in percentage een laag aandeel in het verkeer hebben, is hun bijdrage aan de luide events naar verhouding hoog vergeleken met de luide auto's en bromfietsen, vooral voor de hoogste geluidniveaus. De luide bromfietsen halen doorgaans minder hoge niveaus dan de luidste auto's en motorfietsen, zij zijn echter vaak wel lang hoorbaar en met meer hoogfrequent geluid, hetgeen in het smalbandige spectrogram goed te zien is. Een voorbeeld staat in Bijlage B, de bromfiets met merk Hanway.



Figuur 10 Histogram van de luidste voertuigpassages voor motorfietsen, auto's, bromfietsen en driewielers op de drie locaties samen.

Rankingdiagrammen per voertuiggroep en tabellen van de passages met de hoogste niveaus zijn in bijlage A opgenomen (figuren A1-A6). Duidelijk is dat hoge niveaus ook bij lage snelheden optreden en dat een breed scala aan voertuigleeftijd

aanwezig is, waaronder ook relatief veel nieuwere voertuigen. Naast de sportauto's en auto's met grotere cilinderinhoud zijn ook kleinere en middenklasser auto's en enkele klassieke auto's vertegenwoordigd.

Bij de zeer hoge niveaus vanaf 90 dB(A) zijn vooral motorfietsen en auto's betrokken op deze locaties. Luide bromfietsen liggen voornamelijk onder 87 dB(A).

4.4 Geluidniveau volgens typekeuring

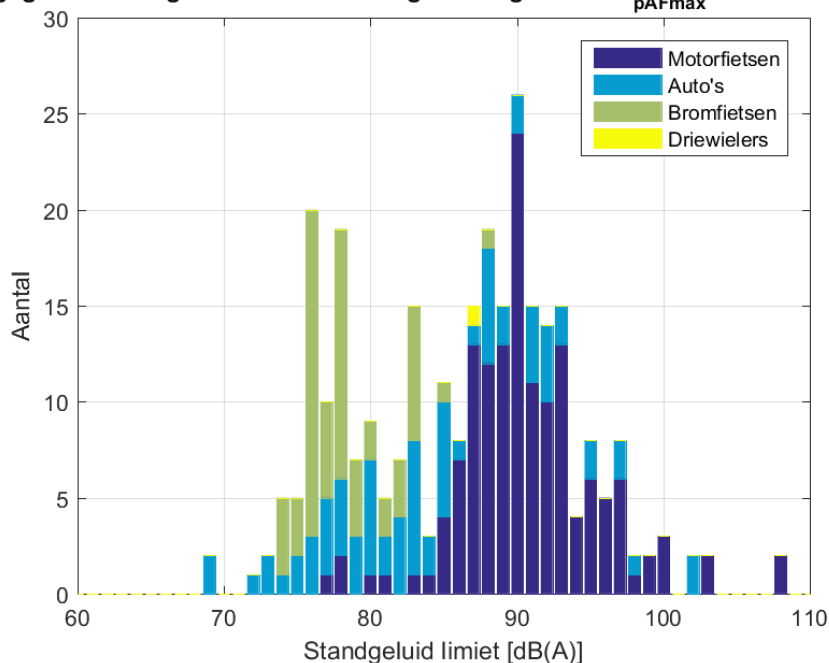
In de RDW database staan ook geluidniveaus volgens de typekeuring,

- voor passagegeluid op 7,5 m afstand (L_{urban} niveau = middeling over optrekken en constante snelheid (L_{WOT} en L_{CS}), of alleen L_{WOT} , (niveau bij optrekken/'wide open throttle'),
- en voor het geluidniveau bij stilstand, oftewel standgeluid, bij een vast opgegeven toerental en loslaten van de gashendel, bedoeld voor controle door de politie. Het standgeluidniveau is op 50 cm afstand van de uitlaat en daarom hoger dan het passageniveau, en bevat alleen motorgeluid.

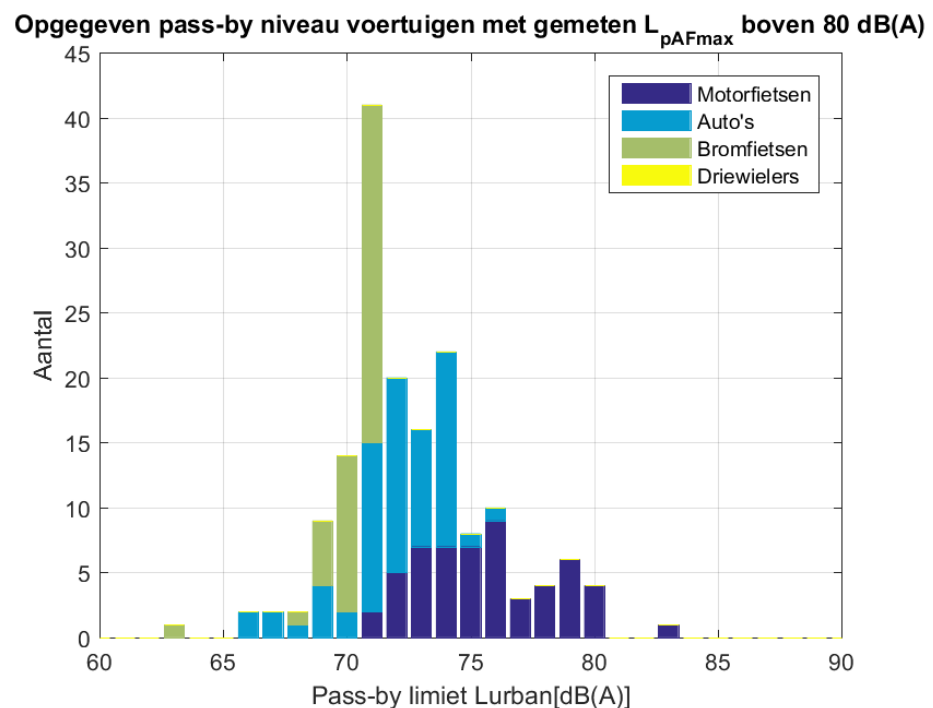
Hoewel de niveaus gemeten langs de weg niet direct vergelijkbaar zijn, is het toch inzichtelijk de RDW geluidniveaus te tonen, omdat deze wel een grove indicatie geven voor het mogelijke niveau onder normale rijomstandigheden (bedoeld als zijnde 'representatief') en zoals volgens de typekeuring.

De standgeluidniveaus en passageniveaus (beide L_{pAFmax}) volgens opgave van de RDW staan in figuur 11 en figuur 12 respectievelijk voor de luidste voertuigen. Zoals te verwachten zijn de opgegeven niveaus voor motorfietsen het hoogste.

Opgegeven standgeluidniveau voertuigen met gemeten L_{pAFmax} boven 80 dB(A)



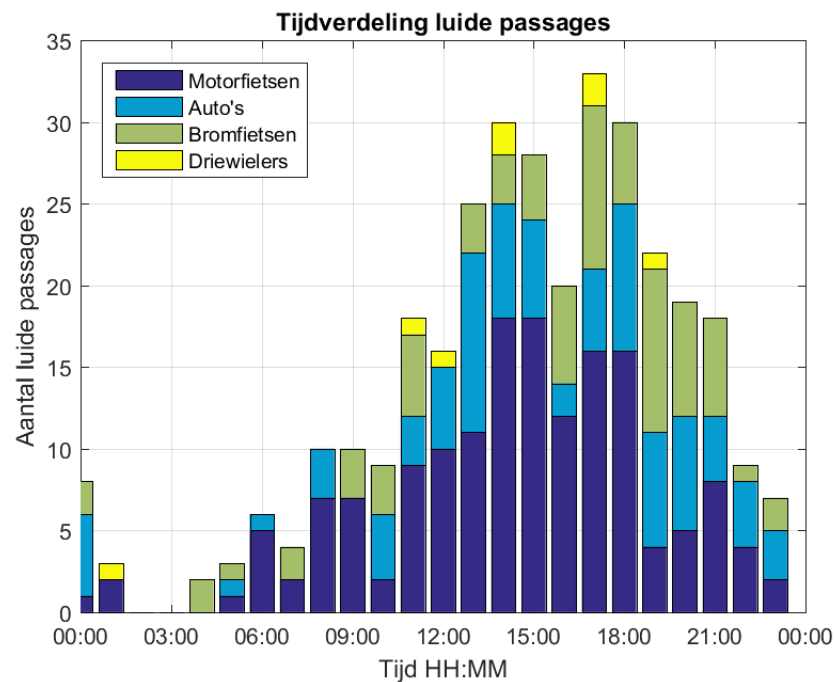
Figuur 11 Histogram van het opgegeven standgeluidniveau (L_{pAFmax} op 50 cm van de uitlaatopening bij vast toerental en onbelast) van de luidste voertuigen volgens de typekeuring.



Figuur 12 Histogram van het opgegeven passagegeluidniveau (L_{pAFmax} op 7,5 m afstand) van de luidste voertuigen volgens de typekeuring. Het niveau Lurban is een gewogen gemiddelde van passages bij gematigd optrekken en constante snelheid.

4.5 Verdeling luide passages in de tijd

De verdeling van luide passages over de tijd van de dag is weergegeven in een histogram in figuur 13. Hierin is te zien dat in de beschouwde meetperiode de meeste luide events in de middag en vroege avond voorkomen, tussen 14:00 en 21:00. Tussen 01:00 en 05:00 zijn de minste luide events. Hoge niveaus in de nacht zijn extra hinderlijk in verband met slaapverstoring en nachtrust. De tijdverdeling per locatie staat in bijlage A. Het lagere aantal passages op de Lozerlaan is veroorzaakt door deselectie wegens teveel regen in de meetperiode.

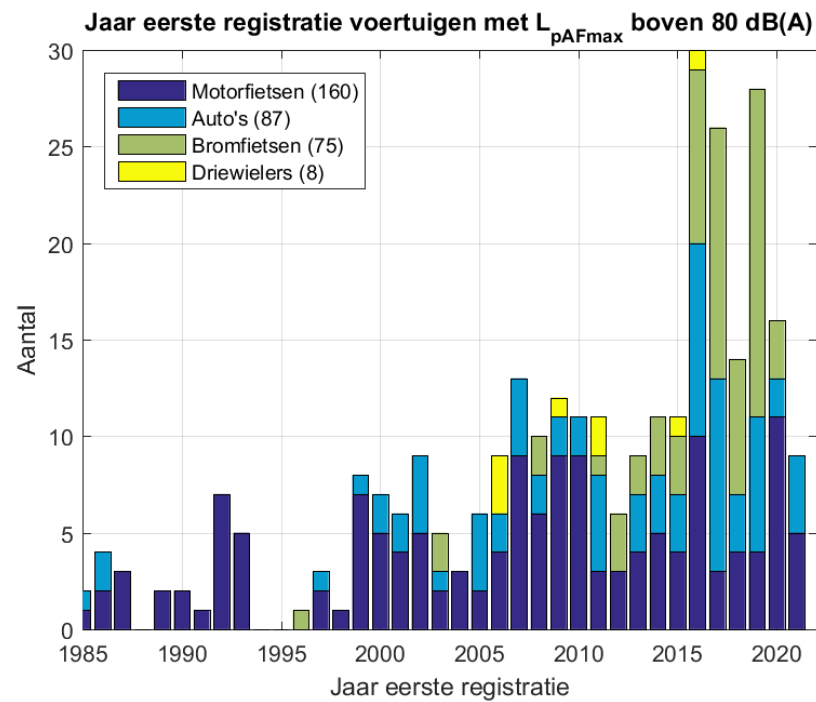


Figuur 13 Histogram van tijden van luide passages van alle voertuigen en locaties.

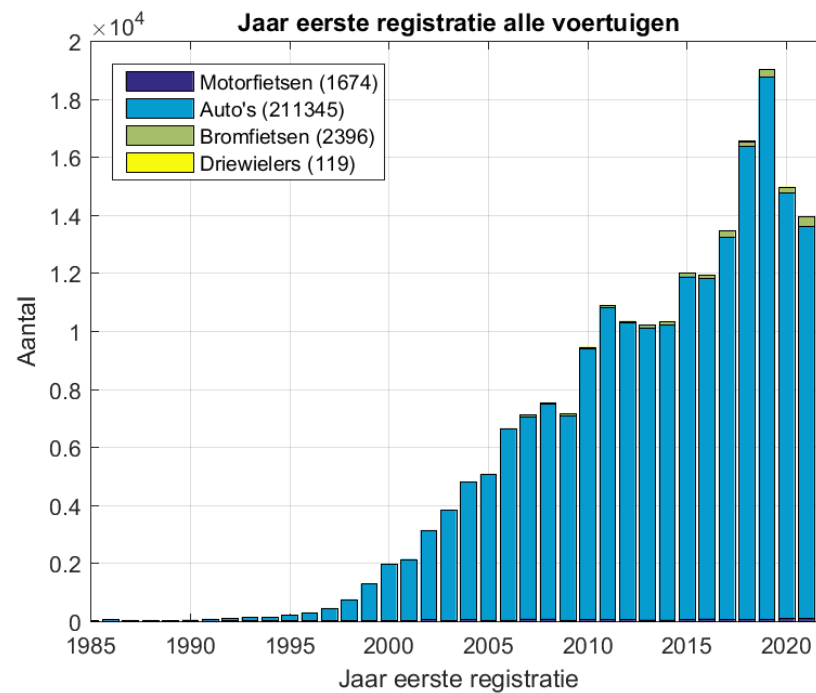
4.6 Voertuigleeftijd

De leeftijdsopbouw van alle luide voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A) is in een histogram weergegeven in figuur 14. Hieruit blijkt dat de meeste luide voertuigen een eerste registratiejaar boven 2005 hebben, met nog een sprong na 2015. Ter vergelijking zijn de leeftijden van alle voertuigen, voor alle passages, op beide meetposten in figuur 15 getoond, voor motorfietsen, auto's, bromfietsen en driewielers. Hierin is ook te zien dat de nieuwste voertuigen het sterkst zijn vertegenwoordigd, hetgeen past bij het gegeven dat deze de meeste kilometers maken (zie CBS data [Hoeveel rijden personenauto's? \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/nl-nl/statistiek/hoeveel-rijden-personenauto's)).

De histogrammen voor alle voertuigen zijn nog steeds specifiek voor de gemeten locaties, omdat de metingen ook meerdere passages van dezelfde voertuigen bevatten, zoals bijvoorbeeld levervoertuigen, taxi's en woon-werkverkeer met een dagelijks patroon.



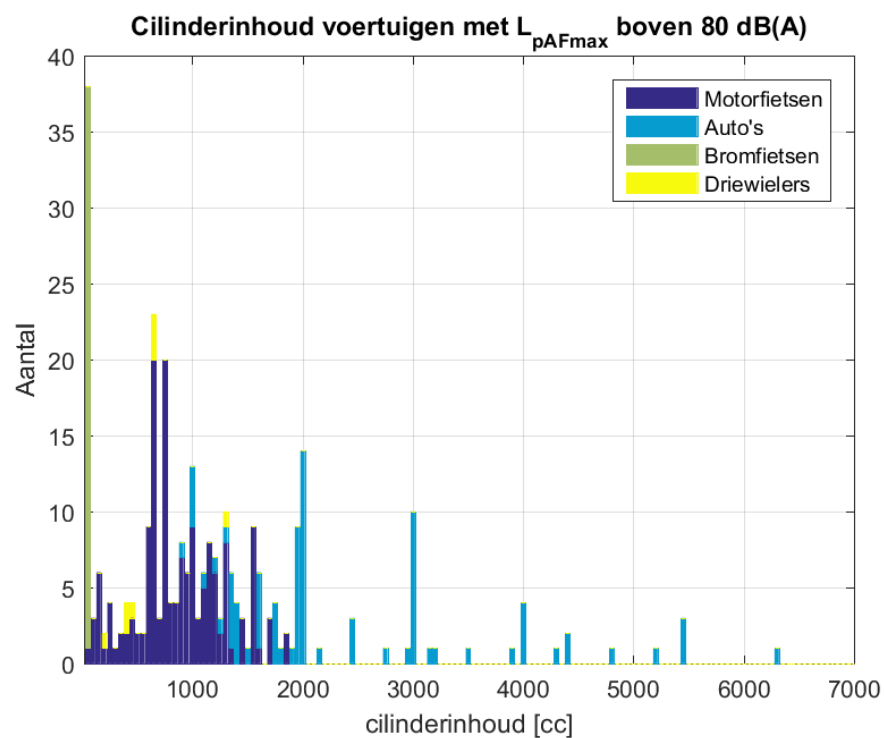
Figuur 14 Histogram van jaar eerste registratie van de luidste voertuigen.



Figuur 15 Histogram van jaar eerste registratie van alle gemeten voertuigen op beide meetposten, alle 3 locaties samen.

4.7 Cilinderinhoud

Cilinderinhoud is deels maatgevend voor het motorvermogen en indirect voor het voertuiggewicht. De verdeling van cilinderinhoud voor de luidste voertuigen per groep staat in figuur 16. Bij de luidste auto's is de cilinderinhoud voornamelijk tussen 1000-2000 cc met een beperkt aantal met grotere inhoud. De meest talrijke groep onder de motorfietsen heeft een cilinderinhoud van 500-1700 cc.



Figuur 16 Histogram van cilinderinhoud van de luidste voertuigen.

4.8 Merken luide voertuigen

Op basis van kentekeninformatie konden de aantallen per merk luide voertuigen worden geteld, weergegeven in tabel 5. De merknamen zijn zoals opgegeven in de RDW database. De veel voorkomende merken zijn:

- voor auto's: Volkswagen, BMW, Mercedes en Porsche;
- voor motorfietsen: Yamaha, Honda, Harley Davidson, Kawasaki, BMW en Suzuki;
- voor bromfietsen: Sym en Piaggio.

Deze cijfers geven geen absoluut beeld, maar zijn indicatief op basis van de passages waarvan het kenteken bekend is en voor de beschouwde locaties en meetperiodes. De merken met hoge aantallen zijn deels ook te verklaren door hun hogere aantallen in de vloot in zijn geheel. Ter vergelijking zijn in bijlage A, tabel A1 de aantallen gedetecteerde kentekens opgenomen per voertuigmerk. Dit is indicatief van de vlootsamenstelling met het voorbehoud dat sommige voertuigen herhaald passeren.

Tabel 5 Aantallen van luide voertuigen met bekend kenteken boven 80 dB(A) per merk op de drie locaties.

Auto's	Luide passages	Motorfietsen	Luide passages	Bromfietsen	Luide passages	Driewielers	Luide passages
ALFA ROMEO	4	APRILIA	1	AGM	2	BOMBARDIER	1
AUDI	4	BMW	17	BERINI	1	PIAGGIO	4
AUSTIN	1	DUCATI	9	HANWAY	1	YAMAHA	3
AUTOMOBILI LAMBORGHINI S.	1	GILERA	5	HONDA	4		
BMW	12	HARLEY DAVIDSON	22	IVA	1		
CHRYSLER	1	HONDA	25	LONGJIA	1		
CITROEN	1	HUSQVARNA	1	NIU	1		
DAIMLER	1	KAWASAKI	20	ORION	1		
FERRARI	2	KREIDLER	1	PEUGEOT	2		
FIAT	4	KTM	4	PIAGGIO	26		
FORD	3	KYMC	2	SYM	30		
HONDA	2	MV AGUSTA	2	TURBHO	1		
HYUNDAI	1	PIAGGIO	3	YAMAHA	4		
LAND ROVER	2	SUZUKI	12				
MAZDA	2	TRIUMPH	6				
MERCEDES-AMG	1	YAMAHA	30				
MERCEDES-BENZ	8						
MERCURY	1						
NISSAN	1						
OPEL	1						
PEUGEOT	3						
PORSCHE	9						
RENAULT	1						
SEAT	1						
SUZUKI	1						
TOYOTA	2						
VOLKSWAGEN	16						
VOLVO	1						
Totaal	87		160		75		8

4.9 Herhaalde luide passages

Een beperkt aantal luide voertuigen is geconstateerd die drie of vier keer passeerden:

- een SYM Orbit bromfiets op de Van Alkemadelaan, 3x
- een SYM XPro bromfiets op de Van Alkemadelaan, 3x
- een Harley FLHRC motorfiets op de Van Alkemadelaan, 4x
- een Harley FXE motorfiets op de Van Alkemadelaan, 4x
- een Yamaha Quad op de Westduinweg, 3x.

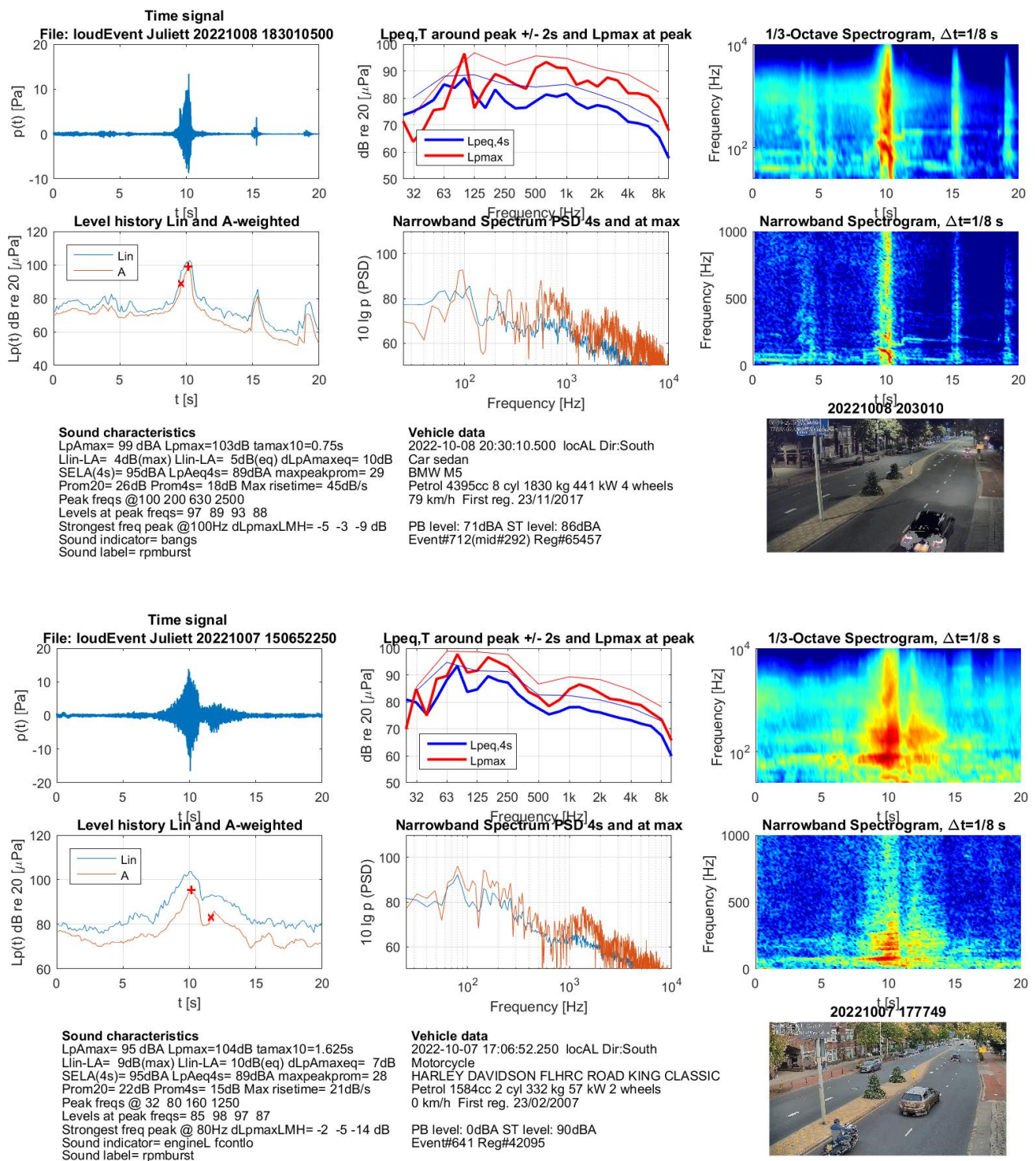
Dit aantal is echter binnen wat normaal te verwachten is op grond van woon-werkverkeer, werkverkeer en lokaal verkeer. Het is echter niet uitgesloten dat op andere tijden en locaties méér herhaalde passages voorkomen.

4.10 Buitenlandse voertuigen

In de kentekengegevens is te zien of het voertuig een buitenlandse kenteken heeft maar verder geen voertuigdata. Onder de 365 luide voertuigen waarvan het kenteken kon worden gekoppeld (inclusief bedrijfsauto's en overig), was 1% uit het buitenland. Ter vergelijking, voor alle 259294 geregistreerde kentekens was dat 3,3%.

4.11 Akoestische kenmerken

Naast het maximum geluidniveau is een reeks andere akoestische kenmerken meegenomen in de analyse. Voorbeelden van een auto met sterk motorgeluid en uitlaatknallen en een zware motorfiets staan in figuur 17. Rechtsmidden is het smalbandige spectrogram te zien, met de zichtbare tonen van het motorgeluid. De snelheid is bij motorfietsen en bromfietsen niet goed gemeten door de radar, echter is deze wel handmatig in te schatten uit het geluid en de video opname. De getoonde motorfiets reed ca. 50-60 km/h, de auto 79 km/h.



Figuur 17 Twee voorbeelden van weergave van de akoestische kenmerken van een voertuigpassage. Boven: van een BMW sedan, en onder: een zware motorfiets, beide van 20 seconden. Legenda bij de grafieken: links boven: Tijdsignaal geluidsdruk; links midden: niveau verloop A-gewogen en ongewogen niveau; midden boven: een derde octaafspectrum van het maximum niveau en het equivalente niveau over 4 seconden; midden: smalbandig spectrum over 4 seconden; rechtsboven: spectrogram in een derde octaafbanden; rechts midden: smalbandige spectrogram; linksonder: akoestische parameters; midden onder: voertuigkenmerken herleid uit het kenteken; rechtsonder: geanonimiseerd beeld. Meer voorbeelden staan in bijlage B.

4.12 Tonaal geluid, hoogtoerig optrekken en hard rijden

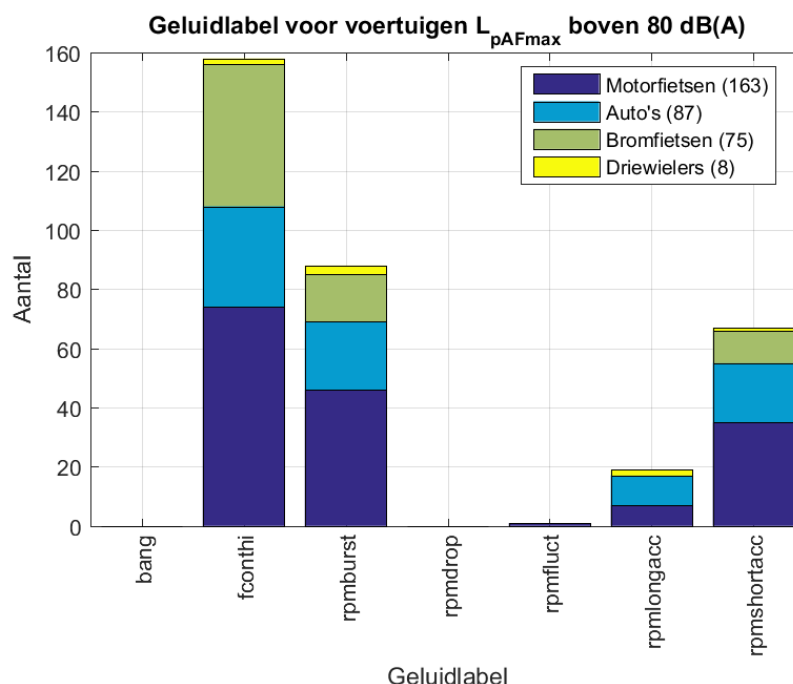
Een deel van de luide voertuigen rijdt harder dan de snelheidslimiet of trekt hoogtoerig op. Het motorische geluid vertoont dan vaak duidelijke spectrale patronen met grondtoon en harmonische frequenties die ver in de omgeving hoorbaar zijn. Meer voorbeelden zijn te zien in bijlage B, met name in het smalbandige spectrogram tot 1 kHz. Snel optrekkende en schakelende voertuigen en bromfietsen met langdurige hoge tonen zijn via dit spectrogram op het oog direct herkenbaar.

Het tonale geluid is meestal zeer goed hoorbaar en detecteerbaar boven het bandengeluid en het overige verkeer. Indien de grondtoon sterk aanwezig is met een piek van meer dan 10 dB boven het overige spectrum kan dit duiden op een afwijkende uitlaat, hetzij door vervanging, afwezige dB-killer, veroudering of schade. Dit zou een uitgangspunt kunnen zijn voor controle op voertuigaanpassingen.

Hoogtoerig optrekken kan met een voertuig in oorspronkelijke staat, maar is waarschijnlijker voor voertuigen met een getunde ECU (chiptuning – herprogrammering van de regelelektronica) of ontgrenzing van het toerental. Veel voertuigen zijn op deze manier qua vermogen, toerental en schakelregime aan te passen, meestal met een verhoging van het beschikbare vermogen tot gevolg, met soms 20% of meer.

4.13 Verdeling naar geluidlabel

Voor alle geselecteerde luide voertuigpassages waarvan het kenteken gedetecteerd is, is een indeling gemaakt naar geluidlabel, zoals gedefinieerd in Tabel 1. Dit is als histogram weergegeven in figuur 18.



Figuur 18 Histogram van geluidlabels van de luide voertuigen met bekend kenteken.

Hierin is te zien dat drie groepen hoog scoren: Continu hoog toerental (fconthi), korte toerenpuls (rpmburst) en korte snelle toerenacceleratie (rpmshortacc). De bromfietsen zijn het sterkst vertegenwoordigd onder de label fconthi, dat aangeeft dat er lange relatief continue tonen optreden. De nul score van knallen (bangs) is te verklaren door de detectiealgoritmes die focussen op enkele seconden rond het maximumniveau, alsmede locaties en weerscondities. In enkele passages zijn echter wel degelijk uitlaatknallen geconstateerd, echter verder verwijderd van de microfoon. De labels rpmburst, rpmlongacc en rpmshortacc zijn sterk met gedrag te relateren, bang en fconthi mogelijk meer met voertuigaanpassingen zoals brandstofsysteem en toerental ontgrenzing respectievelijk.

De onderliggende labels en bijbehorende algoritmes zijn nieuw en behoeven dus nadere evaluatie, zij het dat zij op het gehoor goed overeen lijken te komen met de benaming.

4.14 Uitlaatknallen

Knallende uitlaten zijn zoals vermeld weinig geconstateerd in deze meetserie. Dit is vaak in combinatie met luide motor en bij schakelen, maar soms ook reeksen knallen achtereen. De knallen zijn niet altijd direct vóór de microfoon maar wel van ver hoorbaar en meetbaar. Daarom is dit niet altijd aan een voertuigkenteken te koppelen, of bestaat kans dat een verkeerd kenteken wordt bepaald.

Voertuigen kunnen op bestelling bij tuningbedrijven ook hiervoor worden aangepast, ook wel bekend als 'pop and bang'. Maar ook eigenaren kunnen dit soort aanpassingen aanbrengen. Brandstof komt tot ontbranding in de uitlaat, turbo of inlaat, bijvoorbeeld door herprogrammering van de insputting.

De knallende uitlaat is goed herkenbaar in het tijdsignaal en in de spectrogrammen, maar is akoestisch lastiger te onderscheiden van andere impactgeluiden in de omgeving zoals bijvoorbeeld laden en lossen, of geratel, tenzij het sterk prominent is.

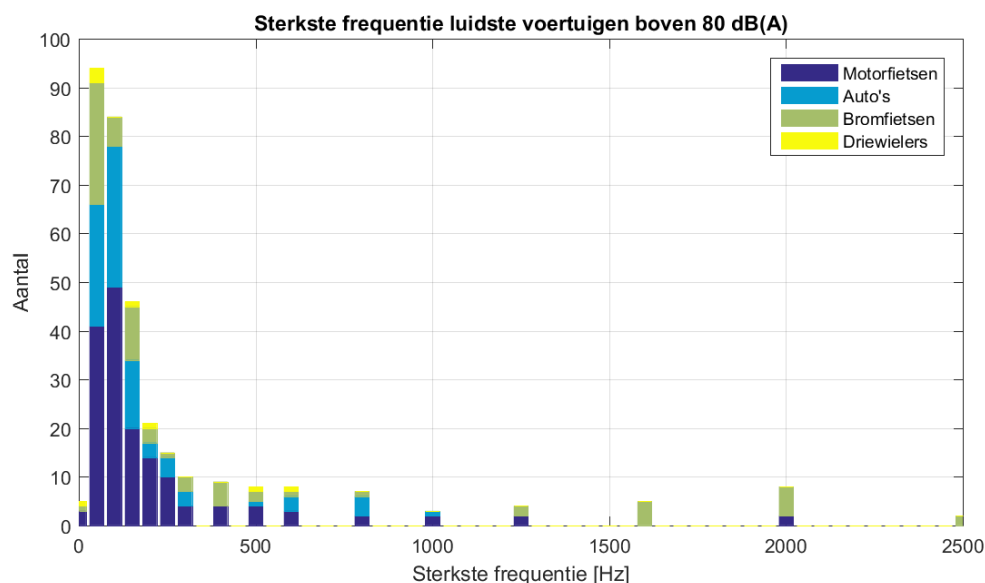
4.15 Relatie geluidspectrum met type voertuig

Een belangrijke kenmerk van het geluid van verbrandingsmotoren is de ontstekingsfrequentie, die meestal als grondtoon in het geluidspectrum prominent is vergeleken met de rest van het spectrum. Andere harmonische frequenties zijn dan ook aanwezig, met wisselende sterkte. Zoals te verwachten hebben luidere voertuigen met grotere cilinderinhoud lagere ontstekingsfrequentie. Met name bussen en vrachtwagens hebben grondtonen rond 50-60 Hz en soms lager. Deze groepen zijn in deze analyse weggelaten omdat zij zelden zijn aangepast of excessief rijgedrag vertonen en in de metingen doorgaans onder de 83 dB(A) lagen. Zwaardere motorfietsen hebben ook vaak lagere tonen, echter kan dit ook worden gemaskeerd door breedbandig geluid.

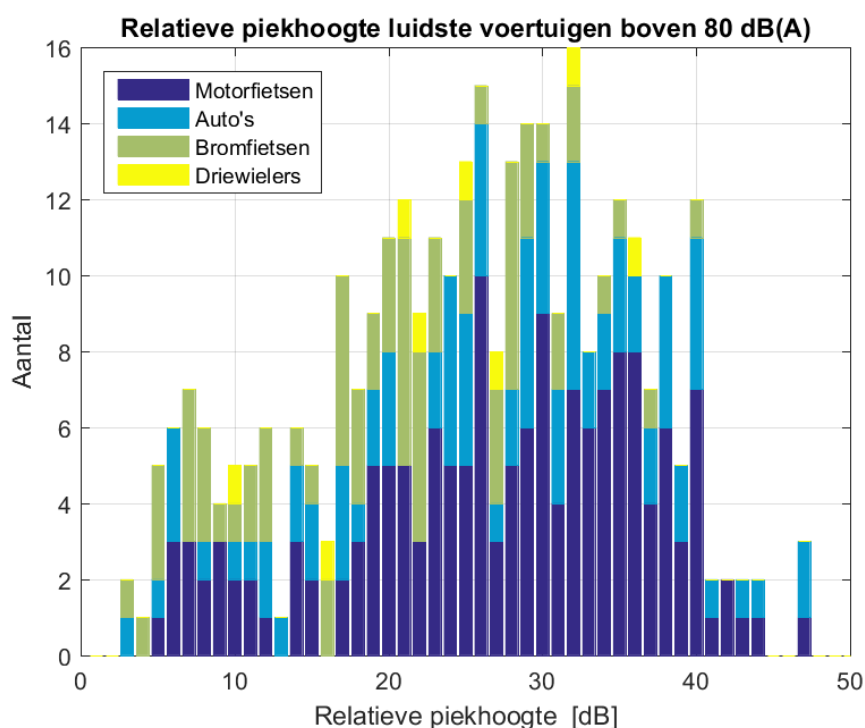
De luidere auto's en motorfietsen vertonen grondfrequenties rond de 80 tot 500 Hz. Bij opgevoerde bromfietsen en racemotoren kunnen deze frequenties hoger uitvallen.

Een histogram van de voorkomende sterkste tonen van de luidste voertuigen met bekend kenteken staat in figuur 19. De meeste liggen tussen 50 en 200 Hz. De frequenties boven 500 Hz zijn meestal hoogtoerige passages, bijvoorbeeld racemotoren en vooral bromfietsen. De relatieve hoogte van de sterkste

frequentiepieken (meestal de grondtoon of ontstekingsfrequentie) in dB geeft een indicatie van de sterkte ten opzichte van de rest van het frequentiespectrum. Dit is weergegeven in figuur 20 voor de luide voertuigen met bekend kenteken.



Figuur 19 Histogram van de frequenties met het hoogste tonale niveau bij de luide voertuigen met bekend kenteken, tot 2500 Hz.



Figuur 20 Histogram van de relatieve hoogte van de sterkste frequentiepieken met het hoogste tonale niveau bij de luide voertuigen met bekend kenteken.

Opvallend is dat de meerderheid van de luide voertuigen een relatieve piekhoogte van 20-40 dB vertonen. Hier ligt een mogelijkheid voor handhaving, indien dit blijkt te duiden op voertuigaanpassingen.

4.16 Oorzaken van hoge geluidniveaus

Op grond van de meetresultaten is duidelijk dat, zoals te verwachten, rijgedrag een belangrijke factor is, waarbij snel optrekken, rijden met hoog toerental en laat terugschakelen bij hoge toerentallen een belangrijke rol speelt. Geconstateerde sterke tonen met 20-40 dB hoge pieken kunnen duiden op aanpassingen zoals (sport- of niet toegelaten) uitlaat, (afwezige) dB-killer, chiptuning en toerental ontgrenzing. Sommige voertuigen hebben in originele staat al rijmodus keuzeknoppen waarmee ook het geluid toeneemt, bijvoorbeeld middels flappen in de uitlaat. Een deel van de voertuigen is ook intrinsiek luider dan andere in originele staat.

Een optimaal uitlaatsysteem en motorinstelling is normaliter in staat het tonale uitlaatgeluid te beperken.

Knallende uitlaten zijn vaak het directe gevolg van tuning van het voertuig en bewust aangebracht en geactiveerd. Op de beschouwde meetlocaties/posities en in de betreffende meetperiodes is dit veel minder geconstateerd dan in Amsterdam en Rotterdam. Daar kwam dit vooral voor bij auto's, en in mindere mate ook bij motorfietsen. Bij voertuigen met knaluitlaten is meestal meer aan de hand in termen van tuning van het motorsysteem of met de uitlaat.

De lijst luide voertuigen laat zien dat zowel de sport- en luxe auto's goed zijn vertegenwoordigd, maar ook kleinere auto's, vaak met tuning. Leeftijd van de voertuigen is niet doorslaggevend, waarbij opvalt dat relatief veel nieuwe voertuigen hoge niveaus produceren.

4.17 Samenvatting meetresultaten

Geluidsmetingen zijn langs drie 50 km/h wegen in Den Haag uitgevoerd gedurende drie keer vijf dagen in drie opeenvolgende weken in oktober 2022. Hierbij zijn met camera's ook de kentekens van de passerende voertuigen geregistreerd.

In de meetperiode zijn in totaal 259294 kentekens geregistreerd, met 107558 op de Van Alkemadeaan, 94873 op de Lozerlaan en 56863 op de Westduinweg. In totaal zijn voor alle drie de locaties tezamen 6775 luide events boven de 80 dB(A) geregistreerd. Op basis van een nadere analyse zijn hieruit in totaal 809 events geselecteerd afkomstig van voertuigen met een geluidniveau naast de weg van 80 dB(A) of hoger. Van deze 809 luide passages waren er 365 die eenduidig aan een kenteken konden worden gekoppeld. Daarvan waren er 330 in de groepen auto's, motorfietsen, bromfietsen en driewielers/quads.

De luide voertuigen met L_{pAFmax} niveau langs de weg van boven 80 dB(A) zijn nader onderzocht aan de hand van voertuiggegevens en akoestische kenmerken. Dit heeft geleid tot de volgende bevindingen:

- De meeste luide events zijn gemeten tussen 14:00-21:00.
- Er wordt op alle drie de locaties harder gereden dan de snelheidslimiet van 50 km/h, het meeste op de Lozerlaan, en met name als de weg vrij is.

- Op de onderzochte locaties komen onder de luide voertuigen motorfietsen het meest voor en met de hoogste geluidniveaus, gevolgd door auto's, bromfietsen, driefwielers en quads.
- De hoge geluidniveaus, variërend van 80-110 dB(A) langs de kant van de weg, kunnen het gevolg zijn van rijgedrag zoals hoogtoerig optrekken, hard rijden en/of aanpassingen van het voertuig waaronder tuning, ongeschikte uitlaat en deels ook van oorsprong luide voertuigen in oorspronkelijke staat. Afwijkingen of aanpassingen aan de uitlaat of motor zijn meestal goed herkenbaar aan de sterke tonen in het spectrum, en dus bruikbaar als indicatie voor handhaving.
- De meeste luide voertuigen hadden een eerste registratiejaar na 2005, met nog een sprong na 2015. Deze jongere voertuigen zijn hetzij van oorsprong al luid en/of aangepast, al dan niet in combinatie met bepaald rijgedrag.
- Op de beschouwde locaties en tijden waren onder de luide voertuigen bepaalde merken sterk vertegenwoordigd. Voor auto's, waren dit met name Volkswagen, BMW, Mercedes en Porsche. Bij motorfietsen komen Yamaha, Honda, Harley Davidson, Kawasaki, BMW en Suzuki het vaakst voor. De merken Sym en Piaggio komen bij bromfietsen het meeste voor onder de luide passages. Dit komt deels overeen met de vlootsamenstelling maar is ook een indicatie dat deze merken meer luide exemplaren vertonen.
- Bij veel luide voertuigen is sprake van luid optrekken, schakelen en optoeren, hetgeen goed in het spectrogram te zien is, en dus als detectie voor gedrag bruikbaar is.
- Sterke tonen in het uitlaatgeluid zijn goed zichtbaar in het spectrum en spectrogram en zijn een aanwijzing voor een te luide uitlaat.
- Knaluitlaten kwamen beperkt voor in deze meetserie.

5 Potentiële maatregelen

Potentiële maatregelen voor de aanpak van luide voertuigen zijn al eerder door TNO onderzocht [7,9,10] voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Een matrix met indeling naar type maatregel voor gemotoriseerde tweewielers is in bijlage D weergegeven, die ook deels van toepassing is voor auto's. Een indeling is gemaakt naar:

- infrastructurele maatregelen;
- maatregelen gericht op voertuigen;
- maatregelen gericht op weggebruikers;
- maatregelen gericht op voorlichting en communicatie.

Verder is een onderscheid te maken naar maatregelen die lokaal toepasbaar zijn, op nationaal niveau of via de internationale regelgeving (EU en UNECE). Voor gemeentes zijn de lokale maatregelen het snelst toepasbaar, echter zijn nationale en internationale maatregelen ook relevant wegens hun reikwijdte en potentiële effectiviteit.

Om op korte termijn effect te hebben op de meeste luide voertuigen zijn maatregelen nodig die ook van toepassing zijn op de bestaande voertuigen en niet alleen de nieuwe.

5.1 Recente ontwikkelingen en studies

Sinds 2020 zijn intussen verschillende nationale en internationale ontwikkelingen en studies geweest ten aanzien van luide voertuigen. Enkele belangrijke worden hier samengevat.

Kamerbrief Ministerie IenW en Nota RDW

In november 2022 is in een brief van het ministerie van IenW aan de Tweede Kamer een reactie gegeven op petities van gemeente Bergen en de NEFOM over de aanpak van geluidsoverlast door motorvoertuigen [11] met een bijlage over onderzoek van de RDW naar mogelijke maatregelen [12]. In de brief van het ministerie wordt ingegaan op:

- 1 Toepasselijke regelgeving en meetmethoden;
- 2 Maatregelen aan voertuigen;
- 3 Maatregelen gericht op gebruik in de leefomgeving;
- 4 Maatregelen gericht op handhaving.

In de bijbehorende nota van de RDW (bijlage 2) worden aanbevelingen gegeven gericht op:

- de bestaande technische voertuigcontroles;
- verbetering van de reguliere handhaving door de Politie (niet technische voertuigcontroles);
- overige aspecten.

Dit sluit goed aan bij eerdere aanbevelingen van TNO en geeft nader perspectief ten aanzien van uitvoeringsmogelijkheden en haalbaarheid.

De RDW beveelt specifiek aan:

- Vergroot de inzet van technische voertuigcontroles ten behoeve van controles op geluidsoverlast van personenvoertuigen, motoren en bromfietsen en de inzet van de RDW in dit kader. Informeer gemeenten over de mogelijkheid om deze controles uit te voeren en draag op gemeentelijk niveau zorg voor prioritering binnen de driehoek. Bepaal op basis van vooronderzoek (bijv. signalen van bewoners, resultaten van metingen van TNO) de beste plek om de voertuigcontrole uit te voeren.
- Vergroot de handhavingsmogelijkheden van agenten op straat. Geef agenten (naast de mogelijkheid om naast het opleggen van een boete of het opleggen van een verbod tot het rijden op de weg) de mogelijkheid om het voertuig op te roepen voor nader onderzoek.
- Richt eenvoudige en toegankelijke instructies in voor agenten op straat die een constatering moeten doen zonder technische expertise en bijbehorende apparatuur. Ontwikkel hiervoor een proces dat uitvoerbaar is en past binnen de juridische kaders en breid de AKO (het meldpunt voor technische vragen bij de Politie) uit naar andere regio's.

UBA studie

Een studie voor de Duitse Umweltbundesamt uit 2019 [13] beschrijft dat op basis van enkele tests met drie auto's en drie motorfietsen, deze wel voldoen aan de typekeuringslimieten voor geluid, echter dat zij veel hogere geluidniveaus kunnen produceren en hinder veroorzaken bij bepaalde condities zoals hard optrekken bij stoplichten, terugschakelen bij hogere snelheden, voorzieningen met uitlaatkleppen en extra geluidsystemen.

KBA studie

In een studie door de Duitse KBA uit 2022 referentie [14] is geconstateerd dat veel van de gecertificeerde vervanguitlaten niet voldoen aan de eisen. Gevolg is dat potentieel dat sommige voertuigeigenaren meer geluid produceren dan bedoeld.

SWECO studie

In een studie in opdracht van Gemeente Rotterdam in 2022 is onderzoek gedaan naar maatregelen tegen overlastgevers in het verkeer, door Ingenieursbureau SWECO [15]. Doel was het opstellen van een maatregellijst, aanvullend op de huidige aanpak, van maatregelen uit het binnen- en buitenland, welke passend zijn gemaakt voor de gemeente Rotterdam en waarmee asociaal verkeersgedrag door jonge automobilisten tegen kan worden gegaan. De scope was zowel veiligheid als geluidsoverlast. Gedragsfactoren en persoonlijkheidskenmerken zijn ook beschouwd. De focus was vooral de aanpak in vergelijkbare buitenlandse steden en gemeenten te verkennen. Maatregelen die naar voren kwamen waren onder andere:

- geloofwaardige strengere snelheidslimiet;
- doorzetten ontwikkeling meetapparatuur en internationale afstemming;
- bredere campagnes met betrekking tot gedrag;
- onderzoek naar effecten van mogelijke aanscherping van het strafpuntensysteem voor ongewenst rijgedrag in verband met verkeersveiligheid;
- extra inzet van handhaving op momenten en plaatsen waar asociaal rijgedrag te verwachten is.

Hieronder worden de meest relevante maatregelen doorgelicht met het oog op de bevindingen uit de metingen, ten dele ook geactualiseerd ten opzichte van bijlage D of samengevoegd. Bij de meeste maatregelen hoort ook een stuk handhaving, direct of indirect.

5.2 Maatregelen Infrastructuur

5.2.1 Wegafsluiting

Wegafsluiting en inrijverboden in de stad zijn niet zonder meer mogelijk, zeker niet op de doorgaande wegen. Er zijn wel al voorbeelden van tijdelijke afsluiting van delen van kleinere wegen (bijvoorbeeld de Strandboulevard in Scheveningen) om overlast te reduceren.

5.2.2 Inrijverbod

Een selectief inrijverbod voor individuele voertuigen is denkbaar voor motorfietsen algemeen (bestaand verkeersbord), of op basis van andere criteria. Een selectief inrijverbod voor individuele voertuigen is denkbaar op basis van het standgeluidniveau, een aparte handavingsdatabase of een keuring die aangeeft of het voertuig in stedelijke omgeving acceptabele geluidniveaus veroorzaakt. Specifiek voor de routes naar het strand zou gericht kunnen worden gekeken in hoeverre dat de luide voertuigen deels via andere routes geleid zouden kunnen worden, bijvoorbeeld via de tunnel N14 in plaats van de van Alkemadelaan en eventueel op bepaalde tijden. Hierbij is wel af te wegen in hoeverre de hinder slechts wordt verplaatst.

5.2.3 Milieuzones en uitbreiding

Den Haag heeft een milieuzone met beperkingen voor vervuilende voertuigen¹. De volgende voertuigen mogen de milieuzone niet in of alleen met ontheffing:

- brom- en snorfietsen, met name 2-takt, met eerste datum toelating vóór 1 januari 2011;
- dieselauto's met milieuklasse 3 of lager;
- vrachtauto's en autobussen die op diesel rijden, met emissie klasse lager dan 6.

Dit komt ook de geluidbelasting ten goede aangezien met name 2-takt voertuigen en maar ook de oudere dieselveertuigen zowel meer vervuilend als relatief lawaaiig kunnen zijn.

Luide auto's, motorfietsen, motorscooters, trikes en quads vallen echter hier niet onder, terwijl zij juist relevant ten aanzien van geluid. En opgevoerde of getunde voertuigen kunnen, afhankelijk van het type aanpassing, ook meer uitstoten.

Vanaf 1 januari 2025 wordt het centrum emissievrij en moeten alle nieuwe bestel- en vrachtauto's uitstootvrij als zij daar willen rijden. Voor oudere typen bestel- en vrachtauto's geldt er tot 2030 een landelijke overgangsregeling. Deze regeling voor Zero-Emissiezones² (ZE-zones) geldt in 28 gemeentes in Nederland.

¹ <https://www.denhaag.nl/nl/in-de-stad/verkeer-en-vervoer/milieuzones-den-haag.htm>

² <https://www.opwegnaarzes.nl/>

In hoeverre luide voertuigen in de milieuzone systematiek zijn mee te nemen vereist nader onderzoek ten aanzien van:

- de baten: geluid en emissies;
- de reikwijdte: welke gebieden en periodes;
- welke voertuigen en criteria;
- wijze van handhaving.

Voor geluid is te verwachten dat een groot voordeel te behalen is, met name om de luidste voertuigen te beperken.

5.2.4 *Geluidzones*

In analogie met, of als uitbreiding op, de milieuzone zijn ook geluidzones denkbaar waarbij luide voertuigen op basis van standgeluidniveau, leeftijd en/of technische historie van voertuigaanpassingen en overtredingen worden geweerd. Ook is het denkbaar alleen elektrische of hybride voertuigen toe te laten.

Daar waar woningen dicht op de weg staan zoals de Van Alkemadelaan en Westduinweg lijkt dit een mogelijkheid. Dergelijke geluidzones zouden met name op kritische locaties kunnen worden ingesteld, ook buiten het centrum.

5.2.5 *Snelheidsbeperking*

Snelheidslimieten worden al in veel steden naar 30 km/h teruggebracht, hetgeen de geluidsexcessen zou kunnen helpen verminderen. Hoewel hoge geluidniveaus niet alleen van de snelheid afhangen, betekent dit wel dat hoogtoerig optrekken en hard rijden enigszins worden beperkt. Dit is denkbaar voor delen van de Van Alkemadelaan en de Westduinweg, minder voor de Lozerlaan dat een S-weg is.

5.2.6 *Weginrichting*

Op sommige locaties is weginrichting een optie om excessief rijgedrag te beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld versmalling of verkeersdrempels. Dit is het meest kansrijk op kleinere wegen op relatief lange rechte stukken. De Westduinweg is relatief breed en zou eventueel kunnen worden versmald, echter dient rekening te worden gehouden met doorstroming en andere verkeerskundige aspecten.

5.2.7 *Limiet bij de gevel of langs de weg*

Invoering van een geluidslimiet bij de gevel is juridisch lastig, echter een richtlijn hiervoor is wel denkbaar. De niveaus langs de weg laten zich vertalen naar niveaus bij de gevel, waarbij zowel het niveau als het aantal pieken, en het aantal dagen per jaar een criterium kunnen vormen voor interventie.

Een voordeel van meten bij de gevel is dat verder weg van de rijbaan de zichthoek groter is, echter kan door vermenging van bronnen de analyse juist complexer worden.

Overschrijding van dit niveau kan dan bijvoorbeeld leiden tot bemande of automatische handhaving. Ook zou een gevellimiet kunnen worden gebruikt voor beoordeling van onnodig geluid.

In de toekomst zijn er mogelijk ook andere toepassingen denkbaar op basis van een limiet aan de weg. Denk dan bijvoorbeeld aan:

- het radicaal verlagen van de geluidniveaus, bijvoorbeeld tot 70-75 dB(A) langs de weg voor praktijkcondities. Daarvoor is dan een selectief toegangsbeleid

- nodig, bijvoorbeeld middels additionele geluidkeuring of op basis van type aandrijving.
- het weren van de luidste motoren. Vraag kan dan ook zijn of crossmotoren, quads, zware- en racemotoren in de stad op de weg dicht bij woningen thuishoren, gezien de hoogte van de gemeten niveaus vlak naast woningen.

5.2.8 *Beperking van de geluidoverdracht*

Vanuit de gemeente is de vraag gesteld welke maatregelen in het overdrachtspad denkbaar zijn. Hierbij valt te denken aan lokale afscherming of verzwakking van reflecties. Op de Van Alkemadelaan en de Westduinweg is sprake van woningen aan weerszijden van de weg waardoor versterking ontstaat. In beide situaties is de ruimte beperkt. Op de Lozerlaan is er meer ruimte.

Voor alle hieronder genoemde maatregelen zou de haalbaarheid op basis van kosten, effectiviteit, inpasbaarheid, veiligheid en acceptatie door bewoners moeten worden geëvalueerd. Het geluidreducerend effect zal niet alleen voor luide voertuigen werken maar ook voor het band-wegdek geluid van al het overige verkeer.

Afscherming

Afscherming van de bron vlak naast de weg is op de Van Alkemadelaan en de Westduinweg nauwelijks mogelijk of inpasbaar wegens parkeerhavens, uitritten, fiets- en voetpaden. Op de Van Alkemadelaan is er aan de Westzijde nog ruimte aan de rand van de woningpercelen. Vraag is of dit voor de bewoners acceptabel zou zijn. Wel is denkbaar een absorberend geluidscherm in de middenberm te plaatsen op deze wegen.

Op de Lozerlaan is er wel ruimte voor geluidschermen, ook in de middenberm. Daarbij zouden transparante geluidschermen een optie zijn, waarbij echter geluid naar de overzijde kan worden gereflecteerd. Ondoorzichtige, absorberende schermen zijn effectiever, echter vaak bezwaarlijk in de woonomgeving wegens zichtbeperking. Wel zouden schermen relatief dicht op de weg kunnen staan om de hoogte te beperken.

Al de genoemde mogelijkheden vereisen correcte dimensionering en vormgeving, ook in relatie tot de geluidimmissie op de hogere verdiepingen.

Isolerende gevels

Voor bestaande woningen zijn behalve conventionele geluidisolatie, transparante voorzetgevels een mogelijkheid, waar er nog ruimte te maken is dicht op de woning.

Voorbeelden van afscherming door voorzetgevels, gebouwoontwerp en stillere plaatsen in de stad zijn te vinden op de website van het Q-side project, <http://www.qside.se/proj/publications.html>.

Ook geeft het CityHush project voorbeelden van stedelijke maatregelen voor stillere gebieden in de stad, <http://www.cityhush.eu/results.html>.

Absorptie

De absorptie in een straat met reflecties is mogelijk te reduceren indien voldoende absorberend oppervlak kan worden aangebracht. De mogelijkheden langs stedelijke wegen zijn echter zeer beperkt. Een optie is een constructie boven de

weg die lucht en licht doorlaat, maar wel absorptie toevoegt. Hierbij is te denken aan absorberende panelen hangend of gemonteerd boven de weg. Het is echter de vraag of het potentiële effect opweegt tegen de benodigde kosten en andere randvoorwaarden. Absorptie aanbrengen aan de muren van woningen is technisch voorstelbaar maar mogelijk praktisch lastig uitvoerbaar zonder medewerking van bewoners.

Absorberend wegdek zou een zeer beperkte reductie kunnen bewerkstelligen op gereflecteerd motorgeluid, echter niet het directe geluid. Dit moet dan ook nog voldoende doorlatend en duurzaam zijn, en tegelijk voldoende glad om band-wegdekgeluid te beperken.

Tunnel of wegverdieping

Ondertunneling zou zonder meer het leefklimaat verbeteren voor zowel geluid als emissies, maar is ingrijpend en alleen realistisch binnen een breder afwegingskader, zoals verkeersmanagement, veiligheid en stadsvernieuwing. Den Haag en omgeving kent al meerdere voorbeelden zoals de Parktunnel, de Sijthoff tunnel, de Hubertustunnel en de Victory Boogie Woogie tunnel. Dit zijn allen wegen met een grote verkeersvolume. De Westduinweg lijkt daarom een minder toepasselijke situatie dan de Van Alkemadelaan of de Lozerlaan.

Wegverdieping zou naar verwachting niet tot geluidreductie leiden tenzij het deels voorzien van absorberende wanden is of deels overdekt. Bij wegverdieping is ook de ligging van woningen en de inrichting van de omgeving sterk bepalend of het verkeersgeluid wordt gereduceerd.

5.3 Maatregelen voertuigen

5.3.1 Automatische handhaving en controlepunten

Een gerichte aanpak is denkbaar waarbij de luide voertuigen via geluid en kenteken worden geïdentificeerd, hetzij automatisch, hetzij door bemande handhaving, en middels bestaande of aangepaste wetgeving worden gecontroleerd en waar nodig gesanctioneerd. Hierbij zou de taak van de handhavers kunnen worden verlicht middels digitalisering. De controletaak zou kunnen worden verschoven naar technische instanties zoals de RDW of keuringstations, waarbij wordt gecontroleerd op niet gecertificeerde onderdelen, chiptuning, andere mechanische of elektronische aanpassingen, en toegevoegde systemen die het geluid doen toenemen.

De volgorde zou als volgt kunnen zijn:

- a) initiëring handhaving op basis van meldingen van locaties met veel klachten en/of op basis van metingen;
- b) bemande of automatische registratie van luide voertuigen;
- c) selectie van luidste voertuigen en oproep voor controle door technische instantie;
- d) controle op toegelaten onderdelen, verboden onderdelen, elektronische en mechanische aanpassingen, chiptuning inclusief knalsystemen, staat van het voertuig,
- e) sancties of aanwijzingen door politie/justitie.

De punten a t/m c zijn mogelijk door gemeentes uit te voeren of onder beheer.

De bestaande vragen rond de geluidflitspaal, zoals wetgeving, certificering, en uitvoering, zijn minder kritisch als deze niet meteen voor beboeting wordt gebruikt, maar als voorselectie voor controle en inspectie van het voertuig.

5.3.2 *Verbeterde bemande handhaving*

Bemanded handhaving is mogelijk te vereenvoudigen middels ondersteunende apps die per voertuigmodel aanwijzingen geven bij de herkenning van niet toegelaten onderdelen. Een foto van het voertuig in originele staat is al een eerste check voor bijvoorbeeld de uitlaat. Maar ook een foto en certificaat van de toegelaten uitlaat.

De aanwezigheid en gebruik van backfire systemen/software en het ontbreken van dB-killers op uitlaten die deze horen te bevatten kunnen aanleiding vormen voor sancties in combinatie met vaststelling van onnodig veel lawaai. De politie kan immers direct beboeten op grond van onnodig lawaai.

Een aandachtspunt is hier de subjectieve beoordeling van onnodig lawaai. Dit is mede door automatische meetsystemen te objectiveren.

Bij handhavingsacties van de Politie is een mogelijkheid remote meetsystemen in te zetten langs aanvoerroutes naar het strand, waarmee voertuigen met hoog geluidniveau op afstand al te identificeren zijn, waardoor de controle selectiever kan plaatsvinden. Bijvoorbeeld monitoring op de Van Alkemadeaan voor politiecontrole in Scheveningen of op de Lozerlaan voor controles in Kijkduin.

5.3.3 *Beperking van niet toegelaten en geluidverhogende componenten en software*

Aangezien veel van de luide voertuigen op enigerlei wijze is aangepast is het zaak dit waar mogelijk te reduceren, enerzijds de beschikbaarheid en anderzijds het gebruik. Het gaat hier onder andere om uitlaten niet gecertificeerd voor gebruik op de openbare weg, uitlaten met dB-killers (deze zijn bij een originele en goed werkende uitlaat namelijk niet nodig), toegevoegde klepsystemen, en tuning software waarmee de ECU wordt geprogrammeerd.

Tuning van auto's en motoren om het vermogen te verhogen is tot bepaald niveau toegestaan door het RDW, echter dat kan gepaard gaan met verhoging van de geluidemissie in de praktijk. De mogelijkheden hiervoor zouden samen met de RDW nader moeten worden bekeken.

5.3.4 *Voertuigkeuring en APK*

Motorfietsen hebben nog geen APK plicht in tegenstelling tot auto's. Maar bij geconstateerde gebreken of excessief geluid kan ook een motorfiets een herkeuring opgelegd krijgen (WOK - wachten op keuring). Zowel bij auto's als bij motorfietsen zouden de regels omtrent vervangonderdelen en software tegen het licht kunnen worden gehouden ten aanzien van geluid. De keuringshistorie zou in die zin ook kunnen worden gebruikt in relatie tot inrijverboden of geluidszones. Ook zouden voertuigen die vaak worden getuned of waarvan bekend is dat ze veel lawaai maken extra aandacht kunnen krijgen. Het terugbrengen van luide voertuigen in de oorspronkelijke staat zou kunnen worden aangemoedigd naast de verplichting die al bestaat.

5.3.5 *Europese en UNECE regelgeving*

Er is blijvend aandacht nodig voor de EU en UNECE voertuigregelgeving voor geluid, die op een aantal punten is verbeterd, echter moet nog blijken hoe effectief dit is. Deze is vooral relevant voor nieuwe voertuigen en werkt door op middellange termijn. Bekend is dat nog steeds sommige voertuigmodellen onder bepaalde condities ver boven de limiet uit kunnen komen tijdens gebruik in de praktijk.

Met name de methodes voor controle langs de weg, zoals de standmeting³, is nog lastig in de praktijk en laat een deel van de luide voertuigen nog door. De ASEP⁴, (verbreding van het testbereik voor nieuwe voertuigen in de UNECE typekeuring), is nog erg complex en geeft nog te weinig grip op geluidemissie in de praktijk. Er wordt wel gewerkt aan een nieuwe versie. Definities van terminologie zijn nog te verbeteren en voorzieningen om de effecten van chiptuning en niet gecertificeerde uitlaten te reduceren zijn voor verbetering vatbaar.

Dit alles ligt echter buiten de directe invloed van gemeentes, maar bij de overheid en de RDW via vertegenwoordiging bij de UNECE. Mogelijke verbeteringen, ook ten aanzien van geluidslimieten, zijn al voorgesteld in studies voor de EU en door TNO in 2019 [8,9] .

5.4 **Maatregelen weggebruikers**

Ten aanzien van de weggebruikers, automobilisten, motorrijders, scooterrijders en bromfietzers en hun rijgedrag in relatie tot geluid, gaat het vooral om de aard en de mate van handhaving.

Binnen de bestaande wettelijke kaders van handhaving is veel mogelijk voor snelheidsovertredingen, rijgedrag en geluid. Hier ontbreekt het echter nog steeds aan personele capaciteit en prioritering bij de politie om velerlei redenen: financiering, opleiding, apparatuur maar ook de benodigde aanwezigheid op straat om de vele overtredingen te constateren.

Gezien de omvang van snelheidsovertredingen op de drie meetlocaties is de inzet van reguliere of mobiele snelheidsflitspalen al een belangrijke mogelijkheid een deel van de hinder te reduceren.

Zoals hierboven al omschreven kan automatisering een rol spelen in de invulling en omvang van de handhaving op geluid. De beboeting middels automatische geluidsflietspalen is ook op termijn te verwachten, maar is nog steeds in ontwikkeling en onder beproeving in het buitenland (Hydra [5] en dBFlash [6] in Frankrijk). Naast technische uitdagingen zijn er ook juridische aspecten die aandacht verdienen, inclusief de invoering in wettelijk kader. Ook speelt de vraag of geluidsflietspalen onder beheer van de politie of eventueel ook van de gemeente mogen zijn.

De omvang en aard van de sancties (boetes, WOK, inbeslagname, rijontzegging) verdient in het licht van de impact van de overlast nadere beschouwing met het oog op de pakkans en gevolgen voor overtreders. Hierbij hoort duidelijke communicatie

³ De standmeting is een stationaire meting van het voertuig bij vast toerental, waarbij de gashendel wordt losgelaten, met de microfoon op 50 cm afstand schuin achter de uitlaat. Het gemeten geluidsdrukniveau L_{pAFmax} wordt vergeleken met het controleniveau aangegeven op een plaatje en in de RDW database.

⁴ Additional Sound Emission Provisions, in UN R51 (wegvoertuigen) en UNR41 (motorfietsen)

naar de weggebruikers middels matrixborden, (dynamische) displays of waarschuwborden. Daarbij is ook te denken aan display van het kenteken van luide voertuigen. Bij dit type communicatie kan de gemeente een rol spelen. Dit type maatregel kan soms de omgekeerde werking hebben als men echter de display graag wil laten oplichten. Daarom is een aansluitende handhaving wenselijk.

Als eenvoudige eerste maatregel kan ook gedacht worden aan gerichte communicatie acties met borden met boodschappen als bijvoorbeeld: 'Rustig rijden svp, voorkom onnodig motorlawaaï', met een link naar een website met informatie hierover. Ook aansluiting bij de actie van de Motorrijders Actie Groep is mogelijk, die de campagne "Te luid geluid is uit"⁵ promoot.

5.4.1 *Ontwikkeling geluidsflitspalen*

Op basis van de hier uitgevoerde metingen zou het in principe al mogelijk zijn een systeem te implementeren dat de luide voertuigen identificeert en registreert. Daarbij zou bij voorkeur zoveel mogelijk selectie en analyse aan boord van de meetpost moeten plaatsvinden om de hoeveelheid data en overdracht te beperken. Aspecten zoals het te kiezen drempelniveau, meetsetup, omgevingsfactoren en privacyregels verdienen daarbij de aandacht. De systemen die in Frankrijk worden getest, de Hydra en de dBFlash, dienen te worden geëvalueerd hoe goed zij inzetbaar zijn in situaties zoals hier gemeten en in de andere G4 steden.

5.4.2 *Ecodriving*

Aangezien veel hedendaagse voertuigen regelingen hebben waarmee motorparameters kunnen worden ingesteld, waaronder ecodriving (naast 'sportief'), ligt het voor de hand dit te stimuleren in stedelijke omgeving. Dit kan mede via communicatie naar de chauffeurs direct langs de weg of via campagnes worden ingezet.

5.5 **Voorlichting en communicatie**

Voorlichting en communicatie kunnen ook de situatie verbeteren zoals in de afgelopen 2 jaar al heeft plaatsgevonden tussen de G4 en andere gemeentes. Pilots en de uitwisseling van best practice spelen hier een rol, waaronder ook de bevindingen van deze metingen. De betrokkenheid van overige stakeholders zoals de belangenorganisaties van motorrijders en gehinderde bewoners helpt ook daarbij.

5.5.1 *Hinder in kaart brengen*

Het in kaart brengen van de hinder helpt ook bij de beoordeling van de impact van luide voertuigen. Uit de korte enquêtes op de hinderlocaties in Amsterdam bleek hoe ernstig de hinder kan zijn voor de getroffen bewoners, inclusief gezondheidseffecten. Dit is een nuttig instrument bij het vooraf beoordelen van situaties waar metingen worden uitgevoerd, bijvoorbeeld om te achterhalen hoe de luide voertuigen gedurende het jaar variëren en welke soorten domineren. Op landelijk niveau is in een rapport van het RIVM uit 2019 gebleken dat motorfietsen en bromfietsen met ca. 10% de meeste hinder van alle wegvoertuigen produceren op basis van enquêtes. Het is van belang dergelijke enquêtes te

⁵ <https://www.motorrijdersactiegroep.nl/artikelen/te-luid-geluid-is-uit#:~:text=Met%20de%20campagne%20TE%20LUID,maar%20ook%20naar%20de%20politiek>

actualiseren om te bezien of de situatie verbetert. GGD onderzoek uit Amsterdam leverde zelfs percentages 19% ernstige hinder door motorfietsen in 2021 [16] .

5.5.2 Voorlichting weggebruikers

Voorlichtingscampagnes richting weggebruikers zijn zinvol om het bewustzijn te verhogen omtrent de impact en mogelijke sancties ten gevolge van te hoge geluidemissie. Dit is al deels ingezet door de Motorrijders Actiegroep (MAG) met de campagne 'te luid geluid is uit' en aandacht in de motorfora.

Dergelijke voorlichting in de motorrijopleiding, handel en andere media is ook zinvol omdat daarmee een breed publiek wordt bereikt.

Vanuit de gemeentes is ook mogelijk via lokale media of informatieborden een boodschap in deze zin over te brengen.

Aspecten die daarbij onder de aandacht te brengen zijn, zijn bijvoorbeeld:

- impact van geluidsoverlast luide voertuigen;
- invloed rijgedrag en aanpassingen aan voertuigen;
- image;
- sancties.

5.6 Aanbevolen aanpak per locatie

Voor alle drie locaties was het hier uitgevoerde onderzoek binnen een beperkte tijdsbestek van 5-11 dagen in het najaar.

Op basis van de metingen wordt aanbevolen:

- Lokaal snelheidsreducerende maatregelen, vooral vlak na kruisingen, en waar de weg 'uitnodigt' tot hard rijden en dat rijgedrag door andere voertuigen wordt gevolgd.
- Communicatie naar de weggebruikers (rijd rustig, woonwijk, sancties bij onnodig geluid), daarbij met de boodschap dat onnodig hoge toerentallen, te hoge rijsnelheid, knaluitlaten, niet gecertificeerde onderdelen en ontgrenzing en motortuning niet zijn toegestaan. Dit is mogelijk in aansluiting op de al toegepaste mobiele smiley displays in Den Haag.
- Extra handhaving op rijgedrag, onnodig geluid en voertuigconditie; bemand of automatisch.
- Bij herhaalde overtredingen is ook te denken aan gebiedsverboden voor het voertuig, of een bredere vergunning om in de stad of stadsdelen te mogen rijden (zoals voor voertuigemissies in sommige steden) op basis van voertuigkenmerken en/of tijdsvenster.
- Om voor de drie locaties gericht maatregelen te kunnen inschatten is ook te overwegen verkeersonderzoek van de hier geïdentificeerde luide voertuiggroepen, waaronder trajecten, bestemmingen en herkomst. Hieruit volgen mogelijke maatregelen qua verkeersplanning en routing, waarbij echter verplaatsing van geluidhinder niet wenselijk is.
- Bij uitblijvend effect van bovenstaande maatregelen, instelling van grenswaarden voor onnodig geluid van voertuigpassages langs de weg, te beginnen met 80 dB(A) overdag en 75 dB(A) 's nachts, voor auto's en gemotoriseerde twee- en driewielers. met semi-automatische handhaving op basis van 'onnodig geluid'.
- Overweging van inrijverboden of routeverplichting voor luide voertuigen op basis van standgeluidniveau, categorie of andere kenmerken.

Indien bemande handhaving door de politie op straat onvoldoende mogelijk is zou een meldsysteem vanuit BOA's, inspectie of burgers een optie kunnen zijn, waarbij kenteken, tijdstip en rijgedrag worden gemeld, resulterend in oproep voor controle door de politie, RDW of bij de APK. Deze taak kan ook door de geluidflitspaal worden uitgevoerd als deze beschikbaar komt, maar is in principe ook al mogelijk met bestaande technologie zoals hier toegepast. Voor alle meetposten of flitspalen geldt dat ze een beperkt weggedeelte bestrijken en niet de hele straat, tenzij meerdere posities worden gemonitord.

De drie meetlocaties hebben ieder specifieke kenmerken en bevindingen, die zich laten vertalen in mogelijke specifieke maatregelen. Deze staan in Tabel 6.

Tabel 6 Mogelijke specifieke maatregelen voor de onderzochte locaties.

Locatie	Kenmerken weg	Potentiële specifieke maatregelen
Van Alkemadeaan	Doorgaande weg, 50 km/h 2x2 rijstroken, met zijstraten. Verbindingsweg naar Scheveningen. Meerlaags woningen aan weerszijden relatief dicht op de weg. Gemiddeld ca. 21500 voertuigen/dag	Snelheidsbeperkende maatregelen bij de hinderlocaties: permanente snelheidsflitspaal, betere groene golf, of juist meer rode stoplichten bij teveel lawaai en weinig verkeer. Positionering van smiley matrixborden dichterbij waar wordt opgetrokken. Matrixborden met waarschuwing voor beboeting op verwachte hindertijden. Handhaving met eerste focus op onnodig luid rijgedrag, met name onnodig hoge toeren, en duidelijk aangepaste of opgevoerde voertuigen, op te verwachten overlasttijden.
Lozerlaan	Doorgaande weg, 50 km/h 2x2 rijstroken. Verbindingsweg naar Kijkduin, Stadsroute S200. Woningen vooral aan de noordzijde. Gemiddeld ca. 19000 voertuigen/dag	Snelheidsbeperkende maatregelen bij de hinderlocaties: permanente snelheidsflitspaal en/of smiley matrixborden voor snelheid of geluid. Matrixborden met waarschuwing voor beboeting op verwachte hindertijden. Handhaving met eerste focus op onnodig luid rijgedrag, met name onnodig hoge toeren, te hard rijden en duidelijk aangepaste of opgevoerde voertuigen, op te verwachten overlasttijden.
Westduinweg	Doorgaande weg, 50 km/h 2x1 rijstroken Hoofdweg door Scheveningen. Meerlaags woningen aan weerszijden dicht op de weg. Gemiddeld ca. 11000 voertuigen/dag	Snelheidsbeperkende maatregelen bij de hinderlocaties: infra- of verkeersmaatregelen. Handhaving met eerste focus op onnodig luid rijgedrag, met name onnodig hoge toeren, en duidelijk aangepaste of opgevoerde voertuigen, op te verwachten overlasttijden.

6 Conclusies

In dit onderzoek is voor Den Haag gezocht naar oorzaken en mogelijke maatregelen tegen onnodig voertuiggeluid aan de hand van monitoring van drie stedelijke locaties. Nieuwe detectietechnieken en geluidskenmerken zijn toegepast die kunnen helpen bij bemande of onbemande handhaving, op rijgedrag of voertuigaanpassingen.

Geluid van luide voertuigen is op drie locaties in Den Haag gedurende drie keer vijf dagen in oktober 2022 gemonitord. Naast geluid zijn ook kentekens geregistreerd waarmee voertuigkenmerken zijn bepaald.

De meetlocaties zijn doorgaande 50 km/h wegen met veel verkeer richting strand. De Van Alkemadeaan en de Westduinweg hebben woningen vrij dicht op de weg, de Lozerlaan heeft woonwijken erlangs. Er is veel hinder van luide voertuigen.

In de beschouwde periodes zijn 6775 events gemeten met geluidniveaus naast de weg van L_{pAFmax} boven 80 dB(A). Deze zijn middels algoritmes en interactieve selectie teruggebracht tot 809 luide voertuigpassages afkomstig van auto's, motorfietsen, bromfietsen/scooters en driewielers/quads. Vrachtwagens en bussen zijn buiten beschouwing gelaten omdat zij doorgaans onder de 83 dB(A) lagen en rustig rijden. Van deze 809 luide voertuigpassages kon van zo'n 330 het kenteken eenduidig aan het geluid worden gekoppeld. Daarvan was 44% motorfietsen, 24% auto's, 21% bromfietsen 2% driewielers of quads en de resterende 9% bedrijfsauto's of onbekend. De selectie van luide voertuigen was beperkt door de regenachtige condities gedurende een deel van de meetperiode, waardoor minder luide motoren te verwachten zijn en een deel van de metingen wegviel. Verwacht wordt dat bij beter weer en eerder in het seizoen veel meer luide voertuigen zouden worden vastgesteld.

De meeste luide events vielen tussen 14:00 en 21:00 en een beperkt aantal in de nacht.

Veel van de luide voertuigen hadden een eerste registratiejaar tussen 2005 en 2021 met een toename vanaf 2015, vooral voor auto's en bromfietsen.

Een flink deel van de voertuigen reden boven de snelheidslimiet, vooral op de Lozerlaan, waar de weg relatief breed is en minder kruisingen en oversteekplaatsen heeft. Hoge acceleratie, hoge toerentallen en luide uitlaten waren veelvoorkomende oorzaken van hoge geluidniveaus. Knaluitlaten zijn nauwelijks vastgesteld maar kwamen wel enkele keren voor buiten het nabije bereik van de meetposten.

De luide motorfietsen waren vooral in de zwaardere classes, tussen 500 en 1700 cc. Bij de luide auto's gaat het om sport- en luxeauto's maar ook om kleinere getunede voertuigen en een beperkt aantal klassieke auto's.

De luide voertuigen vertonen vaak sterk tonaal geluid hetgeen wijst op een minder effectieve uitlaat al dan niet in combinatie met andere mechanische of elektronische aanpassingen zoals chiptuning. Oorzaak kan ook zijn verwijderde dB killer, niet gecertificeerde uitlaat of veroudering.

Ook bromfietsen vertoonden regelmatig hoge niveaus, maar lager dan auto's en motorfietsen. Kentekenherkenning werkte niet altijd in geval van overlap met andere voertuigen of als bromfietsen op het fietspad reden.

Mogelijke maatregelen voor de aanpak van luide voertuigen zijn doorgelicht aan de hand van een eerder ontwikkelde matrix voor het Ministerie van I&W, met een actualisering aan de hand van de huidige bevindingen, nieuwe studies en rekening houdend met de mogelijkheden vanuit de gemeentes.

Vereenvoudigde handhaving is één van de mogelijke oplossingen, waarbij zonder uitvoerige meting kan worden vastgesteld of een voertuig mogelijk wegens aanpassingen formeel niet meer aan de wettelijke eisen voldoet en daarom niet meer de weg op mag en voor herkeuring in aanmerking komt. Handhaving is te splitsen in bemande en onbemande/automatische handhaving (al dan niet mobiel).

Voor bemande handhaving, zijn enkele mogelijkheden om op grond van geluid of visuele inspectie te controleren of het voertuig mogelijk in overtreding is, zowel qua gedrag als qua voertuigconditie (of gecombineerd):

- Geluid: hoog geluidniveau op afstand; een voertuig dat op 100 m afstand of meer goed hoorbaar is boven het overige verkeer uit, maakt mogelijk onnodig lawaai, hetzij als gevolg van rijgedrag hetzij door voertuigaanpassingen of beide.
- Geluid: uitlaatknallen – dit wijst meteen op aanpassing of tuning, maar ook onnodig veel geluid (gedrag). Het kan hier gaan om zowel reeksen knallen of knallen tijdens het overschakelen.
- Geluid: Bij optrekken of stilstaan onnodig veel toeren maken met hoog geluidniveau. Dit is primair een kwestie van gedrag, maar kan voor hoge geluidniveaus ook wijzen op voertuigaanpassingen.
- Geluid: langdurig hoorbare hogere tonen bij bromfietsen, al dan niet in combinatie met te hoge snelheid – vaak is hier sprake van opgevoerde exemplaren (ontgrensd of anders).
- Geluid: inzet van onbemande remote meetsystemen langs aanvoerroutes naar het strand, waarmee voertuigen met hoog geluidniveau op afstand al te identificeren zijn, waardoor de controle selectiever kan plaatsvinden.
- Uiterlijk: Type uitlaat (wel/niet gecertificeerd, zichtbaar te klein), conditie (beschadigd of zonder dB-killer).
- Uiterlijk: schakelaars voor bediening van kleppen of motormanagement die specifiek geluid doen toenemen.

Deze lijst is uit te breiden. Veel van de genoemde punten zijn middels apps te ondersteunen, zij het dat deze nog zouden moeten worden ontwikkeld. Er is ter toelichting van mogelijke voertuigaanpassingen een beschrijving en lijst opgenomen in bijlage F. Dit topic komt ook in het EU project LENS [17] aan de orde.

Voor onbemande handhaving (beboeting of indicatie voor oproep voor herkeuring) zou idealiter een geluidflitspaal nodig zijn, die er echter nog niet is in Nederland, of zoals het Hydra systeem [5] of het dBFlash systeem [6] die in Frankrijk nog getest worden. Dit onderzoek in Den Haag illustreert hoe lastig het kan zijn op drukke wegen zo'n systeem in te zetten, met veel verschillende stoorgeluiden en veel voertuigen tegelijk. In ieder geval is een selectie en/of detectie systematiek nodig om juiste conclusies te trekken over de betreffende voertuigen. Detectietechnieken

voor de scheiding van voertuigen onderling en van andere geluiden zijn hierbij van belang. Een geluidflitspaal is ook denkbaar met alleen detectie van gedrag- en aanpassingen als basis voor oproep. Dat is mogelijk eenvoudiger dan een systeem voor beboeting. De punten hierboven genoemd voor bemande handhaving op basis van geluid zijn daarbij toepasbaar.

Op lokaal niveau is te denken aan tijd- en voertuigspecifieke inrijverboden op basis van kentekens en standgeluidniveau of andere databases met handavings- en/of keuringsgegevens. Inrichting van de weg is een optie om snelheid te beperken en rijgedrag te beïnvloeden. Snelheidsverlaging naar 30 km/h op deze locaties zou ook helpen een deel van de hoge niveaus te verlagen.

Den Haag heeft al een milieuzone voor vervuilende voertuigen, waaronder 2-takt brom- en snorfietsen, vrachtauto's en bussen. Motorfietsen, scooters, trikes en quads vallen hier niet onder. Hoewel de uitlaatemissies van deze groep op het totaal beperkt zijn, kunnen zij lokaal waar de aantallen hoger zijn wel de luchtkwaliteit aantasten. En de luide exemplaren zorgen voor veel hinder en overlast. De milieuzone is bedoeld om zowel luchtkwaliteit te verbeteren als ook geluidhinder en -overlast te reduceren. Vanaf 2025 worden in 28 gemeentes ook de Zero Emissiezones ingevoerd, waarmee alleen nieuwe emissievrije voertuigen de stad in mogen. Het is aan te bevelen te onderzoeken of luide auto's, motorfietsen, scooters, trikes en quads in deze systematiek mee te nemen zijn, gezien de hoge geluidniveaus die geconstateerd zijn. Met name als er een manier is om getunedede of anderszins aangepaste voertuigen te identificeren, zou dit ook een optie zijn in plaats van een hele groep te weren.

Voorlichting en communicatie richting weggebruikers is ook een mogelijke maatregel voor de onderzochte locaties: zowel waarschuwingborden als eventueel dynamische matrixborden voor te hoog geluid. Dit zal echter naar verwachting niet werken voor alle weggebruikers.

Voor wat betreft maatregelen om de geluidoverdracht te verminderen zijn enkele opties mogelijk, waaronder absorberende middenbermschermen, geluidschermen op de Lozerlaan, en op de Van Alkemadelaan en Westduinweg isolatiegevels of absorptie op muren of panelen om versterking door reflecties te verlagen. Deze hebben alle echter mogelijke beperkingen wegens inpassing en acceptatie door de omgeving.

Aanbevelingen

De volgende maatregelen worden voor alle drie locaties voorgesteld:

- Extra handhaving op rijgedrag, snelheid, onnodig geluid en voertuigconditie; bemand of automatisch, met mogelijke grenswaarde voor L_{pAFmax} langs de weg, waarbij overschrijding van een grensniveau als onnodig lawaai wordt vastgesteld, en op basis van akoestische kenmerken een indicatie van de oorzaak, zoals gedrag (toerentallen, knallen) of geluidskenmerken (zoals sterke tonen); de keuze voor een bepaalde grenswaarde is een beleidskeuze, afhankelijk van de locatie en beoogd effect. Om extreme niveaus te weren zou 85 of 90 dB(A) een beginpunt zijn, en 's nachts 5-10 dB lager.
- Bij herhaalde overtredingen gebiedsverboden voor voertuigen, of een bredere vergunning om in de stad of stadsdelen te mogen rijden op basis van voertuigkenmerken en/of tijdsvenster.

- Lokaal snelheidsreducerende maatregelen, vooral in de buurt van kruisingen en zijstraten, en bij doorgaande wegen met lange rechte open trajecten.
- Waarschuwborden of eventueel dynamische matrixborden voor te hoog geluid en mogelijke sancties.

Om voortgang te maken met handhaving is in algemene zin aan te bevelen:

- ontwikkeling van handhavingsapps en instructies, en uitvoering van pilots en tests ter evaluatie;
- opstelling specificaties en evaluatie van de nieuwst beschikbare lawaaiflitspalen;
- verkenning van gebruik van geluidskenmerken en geluidlabels ter beoordeling van mogelijke voertuigaanpassingen en onnodig geluid door rijgedrag.

Op grond van de UBA studie [13] is bekend dat ook sommige nieuwe voertuigen die aan de wettelijke eisen voldoen, vrij hoge niveaus kunnen produceren. Daarnaast is in de KBA studie [14] aangetoond dat sommige gecertificeerde vervanguitlaten niet aan de eisen voldoen in de praktijk. Handhaving door de politie kan dit niet oplossen, daarom is meer nodig ten aanzien van inspectie van voertuigen en vervangcomponenten door de ILT en andere instanties.

De SWECO studie [15] heeft aangetoond dat bepaalde gedragsaspecten van belang zijn in relatie tot luide voertuigen. Dit verdient nadere beschouwing om mogelijk nieuwe maatregelen te genereren in de sfeer van gedragsbeïnvloeding.

In dit onderzoek is verbeterde detectietechniek voor luide voertuigen toegepast, inclusief de mogelijkheden voor diagnose van aspecten zoals rijgedrag en voertuigaanpassingen. Verdere evaluatie en ontwikkeling is hier aan te bevelen, al dan niet in combinatie met automatische handhavingssystemen, zoals de lawaaiflitspaal.

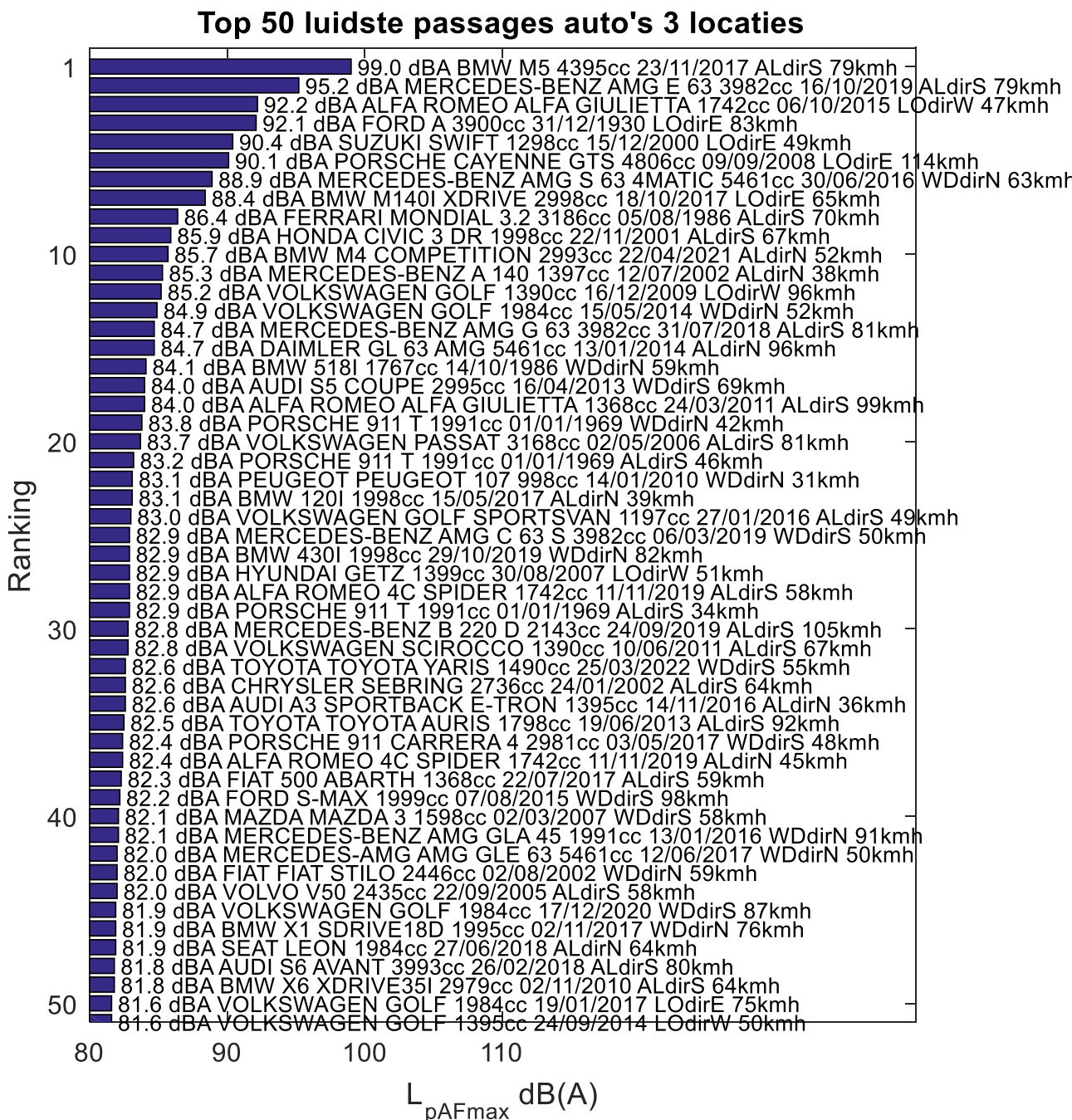
7 Referenties

- [1] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Amsterdam, TNO-rapport TNO 2022 R10053, Den Haag, januari 2022.
- [2] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Rotterdam, TNO-rapport TNO 2023 R10157b, Den Haag, mei 2023.
- [3] ISO 1996-1:2016 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- [4] C. Lechner, D. Schnaiter, U. Siebert, S. Böse-O'Reilly, Effects of Motorcycle Noise on Annoyance—A Cross-Sectional Study in the Alps, International Journal of Environmental Research and Public Health, February 2020.
- [5] C. Mietlicki, F. Mietlicki, D. Bernfeld: Hydra: a noise radar to automatically track down excessively noisy vehicles in real traffic conditions, proceedings Internoise 2022, Glasgow.
- [6] <https://dbflash-camera.com/en>
- [7] M.G. Dittrich, P.J.G. van Beek, Praktijkemissies geluid van tweewielers en auto's, TNO notitie DHW-2019-100320199, versie 7 maart 2019.
<http://publications.tno.nl/publication/34634068/DAs8Ed/dittrich-2019-praktijkemissies.pdf>
- [8] M.G. Dittrich, P. van Mensch, M. Elstgeest, P.J.G. van Beek, Europese limieten voor geluid- en uitlaatemissies van tweewielers, TNO notitie DHW-2019-100321640, versie 27 mei 2019.
<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:359342e9-165c-42fb-a053-67a16c6d4ff9>
- [9] M.G. Dittrich, P.J.G. van Beek, Geluid van gemotoriseerde tweewielers: Handelingsperspectieven, Blad Geluid, september 2019.
<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:26c829e8-2f95-4da3-a00f-796615490d0a>
- [10] M.G. Dittrich, P.J.G. van Beek, E. Salomons, Beleidsopties voor de aanpak van geluidhinder door gemotoriseerde tweewielers, TNO rapport TNO 2020 R11995,
<https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D11440>
- [11] Reactie op aanbieding petitie van gemeente Bergen en NEFOM over geluidsoverlast door motorvoertuigen, brief van Ministerie van IenW aan de Tweede Kamer, 21 november 2022.
- [12] Nota aanpak geluidsoverlast, RDW, brief aan Ministerie van IenW, 22 november 2022.

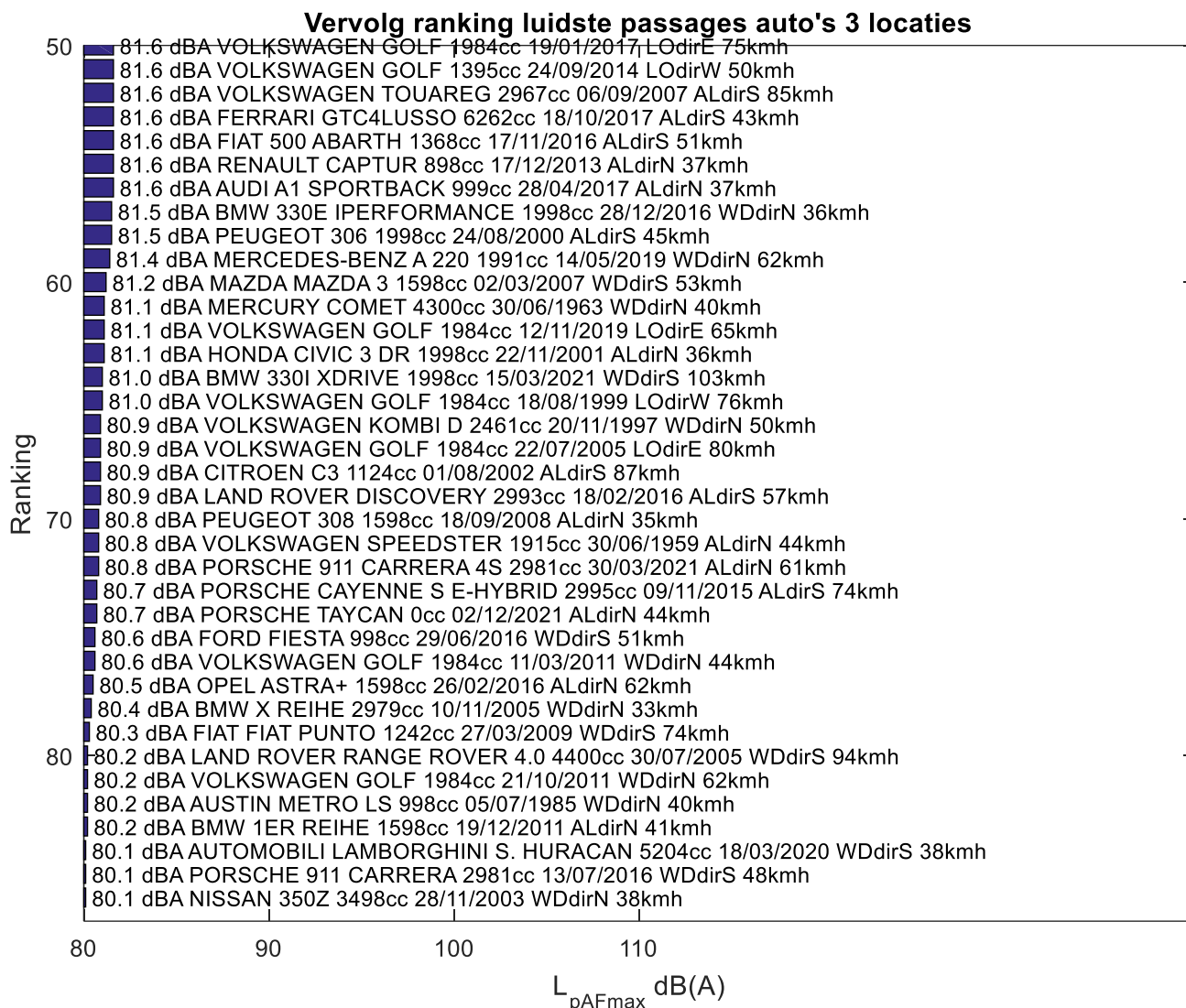
- [13] C. Huth, G. Eberlei, Ma. Liepert, „Überprüfung der Geräuschemissionen von Motorrädern im realen Verkehr, Abschlussbericht, Möhler + Partner Ingenieure AG, 86153 Augsburg, November 2019.
- [14] Campaign on noise emissions 2021, Presentatie KBA op de vergadering van de GRBP/UNECE in Geneve, september 2022.
- [15] F. Neijts, I. Mijnders, S. Altena, Maatregelen tegen overlastgevers in het verkeer, Ervaringen in het buitenland, SWECO, januari 2022.
- [16] C. Schoonebeek en M. Dittrich, Monitoring loud vehicles in Amsterdam, Eurocities Working Group Noise, Grenoble, April 5th 2022.
- [17] EU project LENS - L-vehicles Emissions and Noise mitigation Solutions, 2022-2025, <https://cordis.europa.eu/project/id/101056777>

A Figuren en tabellen met luide events en kenmerken

In de onderstaande figuren staan de niveaus en kenmerken van voertuigpassages met de hoogste geluidsniveaus, van de drie meetlocaties samen. De datum is de eerste registratiedatum, de locatie is aangeduid met ALdirN/ ALdirS voor de van Alkemadelaan richting Noord of Zuid enzovoort, de snelheid is vermeld indien bekend.

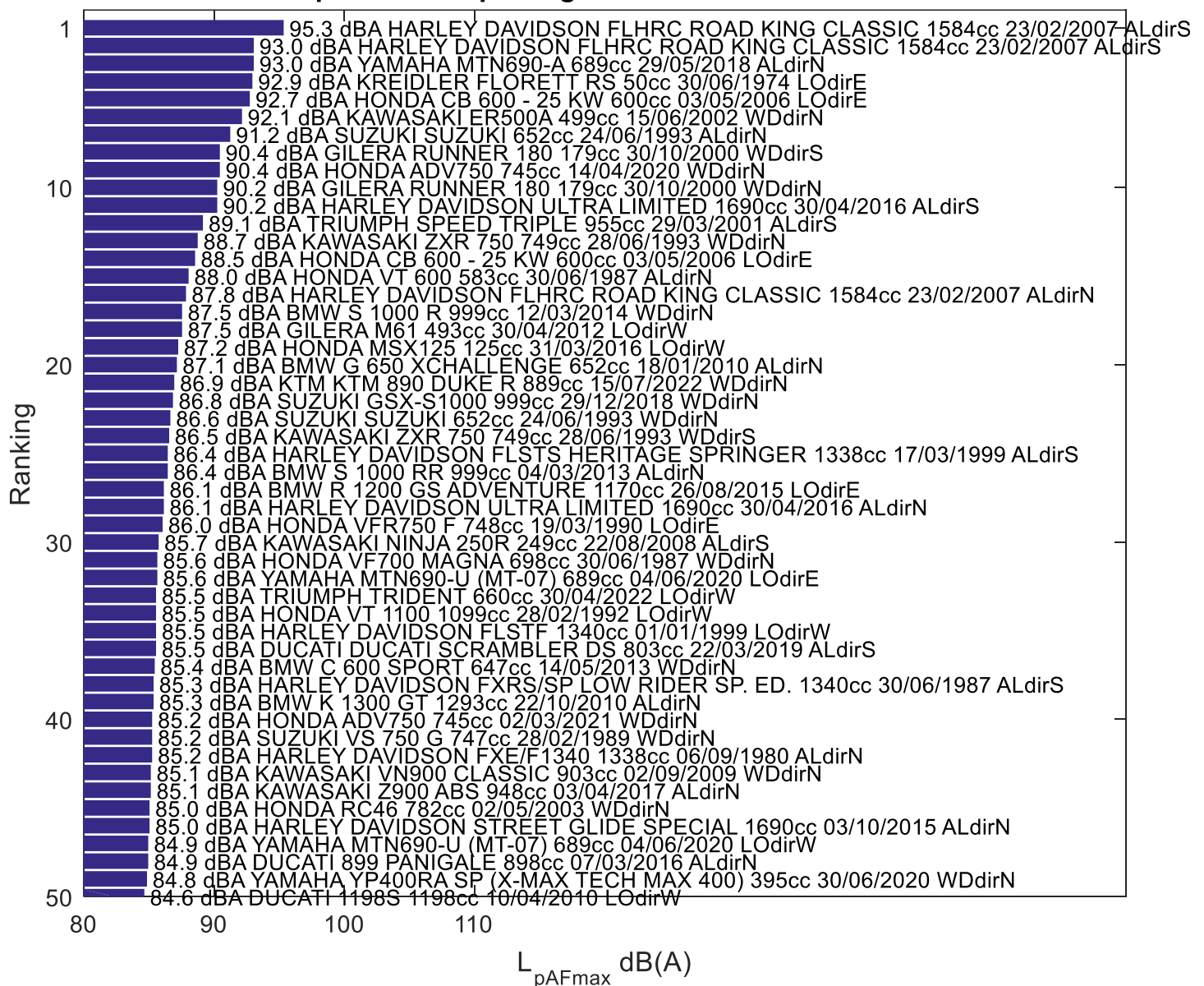


Figuur A.1 Ranking van top 50 luidste auto's met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , alle locaties in Den Haag.

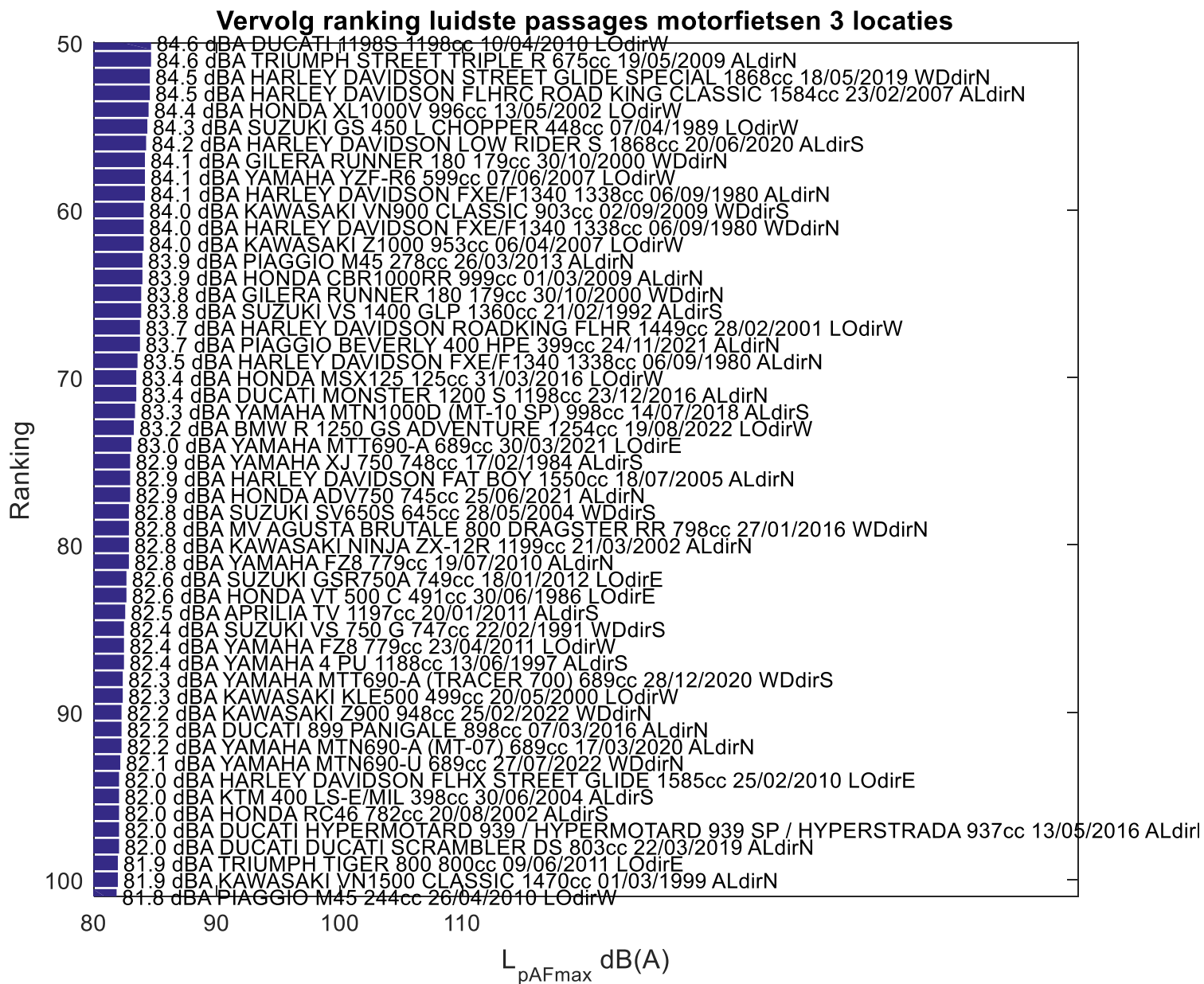


Figuur A.2 Vervolg ranking van 50-100 luidste auto's met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , alle locaties in Den Haag.

Top 50 luidste passages motorfietsen 3 locaties

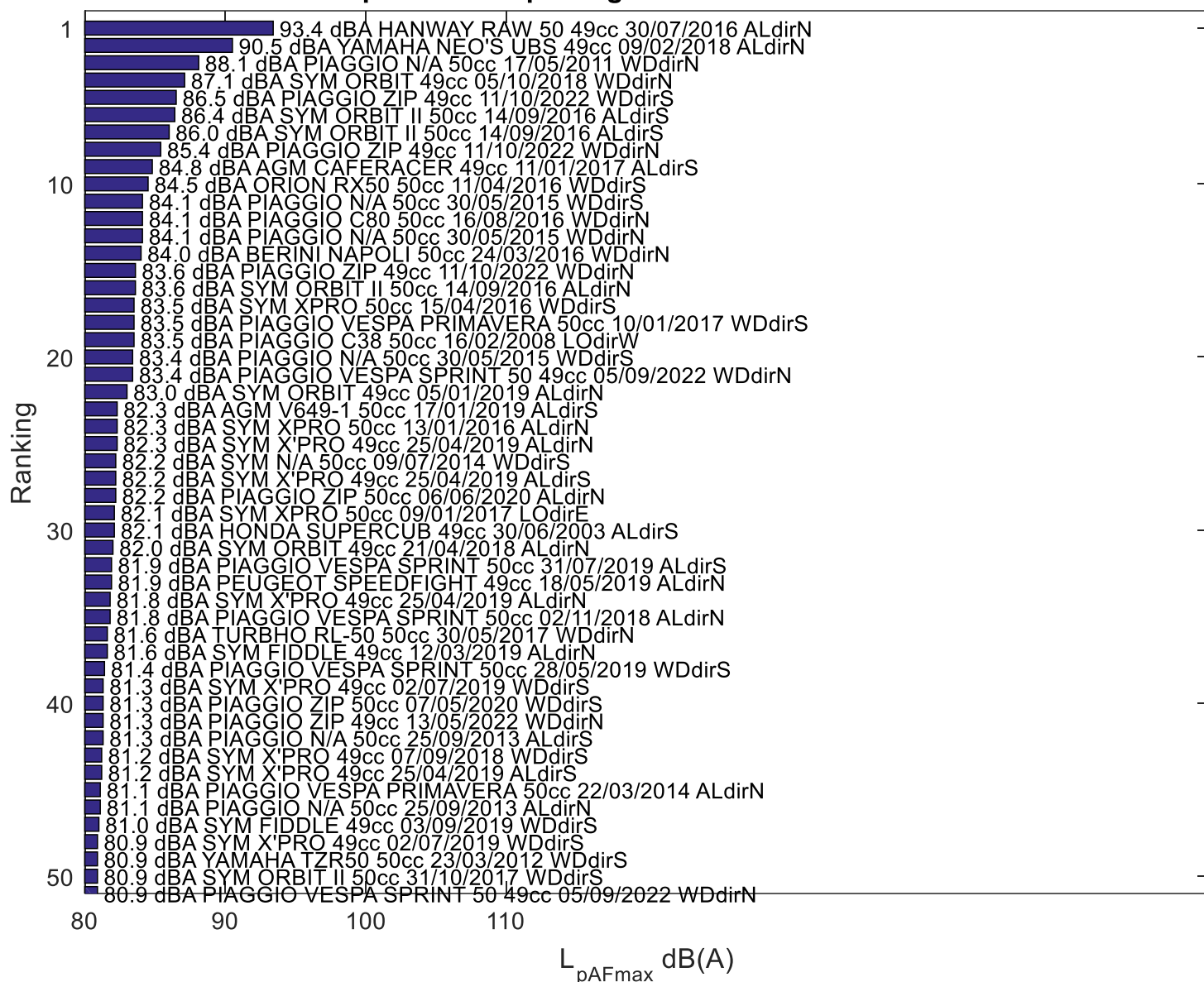


Figuur A.3 Ranking van top 50 luidste motorfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , alle locaties in Den Haag.

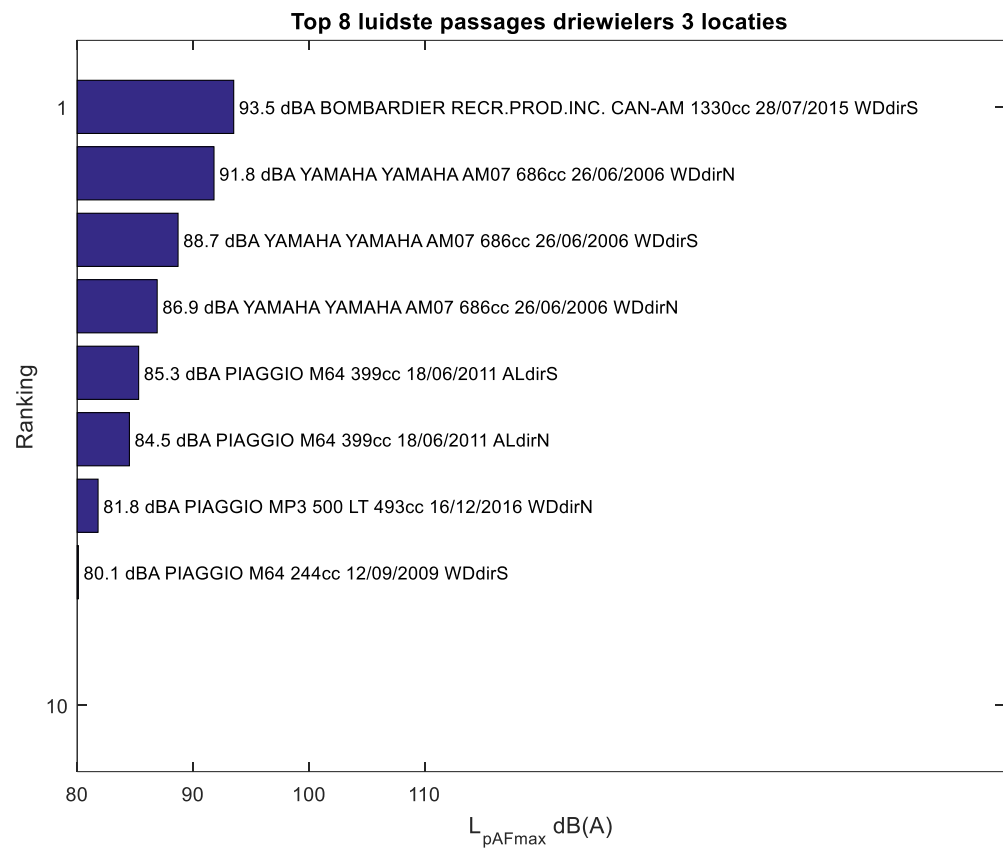


Figuur A.4 Vervolg ranking van 50-100 luidste motorfietsen op basis van L_{pAFmax} , alle locaties in Den Haag.

Top 50 luidste passages bromfietsen 3 locaties



Figuur A.5 Ranking van top 50 luidste bromfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax}, alle locaties in Den Haag.



Figuur A.6 Ranking van 8 luide driewielers/quads met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , alle locaties. Het Yamaha voertuig dat 3 keer geregistreerd is, is een quad.

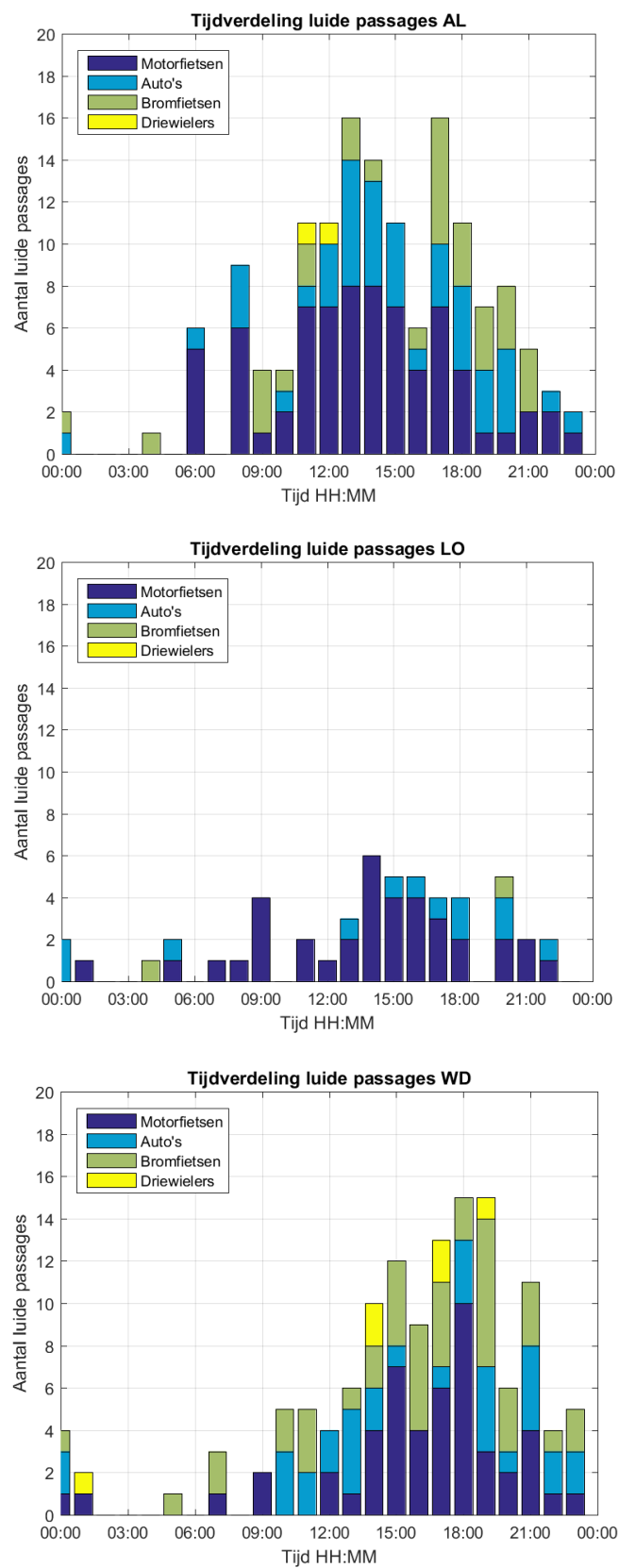
Tabel A.1 Totale aantallen geregistreerde voertuigpassages per merk.

Auto's	Passages	Motorfietsen	Passages	Bromfietsen	Passages	Driewielers	Passages
ADRIA	8	APRILIA	15	AGM	14	BOMBARDIER RECR.	1
ADRIA MOBIL	7	BENELLI	1	AIXAM	48	GILERA	5
AIWAYS	16	BMW	341	ANAIG	1	GLOBAL TUKTUK	2
AIXAM	2	D.K.W.	3	APRILIA	4	LINHAI	1
ALFA ROMEO	915	DUCATI	28	BAOTIAN	2	PEUGEOT	4
ALPINA	12	GILERA	9	BEELINE	5	PIAGGIO	96
ALPINE	2	HARLEY DAVIDSON	59	BERINI	10	QUADDY	1
ASTON-MARTIN	11	HONDA	335	BREKR	1	QUADRO	1
AUDI	8768	HORWIN	1	BTC	13	QUADRO VEHICLES	2
AUSTIN	2	HUSQVARNA	7	CAPRI	1	RENAULT	1
AUTO UNION	18	INDIAN MOTORCYCLE	1	CHATENET	7	YAMAHA	5
AUTOMOBILI LAMBORGHINI S.	3	KAWASAKI	148	DTS	2		
BENIMAR	1	KREIDLER	1	E-MAX	22		
BENTLEY	41	KTM	25	ECOOTER	8		
BINZ	11	KYMC	10	ELVECO	57		
BMW	11512	MOTO GUZZI	6	ELYX SMART	2		
BMW I	520	MOTO MORINI	5	ESTRIMA	7		
BMW/ALPINA	3	MOTO-GUZZI	3	ETALIAN	4		
BUERSTNER	8	MV AGUSTA	2	EUROCKA	7		
BUICK	4	NIU	7	EVOMAXX	1		
CADILLAC	90	PEUGEOT	4	FANTIC MOTO	4		
CAPRON	3	PIAGGIO	126	FD MOTORS	3		
CHALLENGER	1	ROYAL ENFIELD	3	FOSTI	1		
CHEVROLET	1031	SKYTEAM	1	GILERA	10		
CHRYSLER	299	SUZUKI	163	GOOD YEAR	2		
CITROEN	7580	SYM	4	GTS	2		
CUPRA	115	TRIUMPH	61	HANWAY	4		
DACIA	1396	YAMAHA	302	HONDA	25		
DAEWOO	144	ZERO MOTORCYCLES	1	HORWIN	7		
DAIHATSU	873	ZUENDAPP	1	IVA	27		
DAIMLER	15	ZUNDAPP	1	JDM	8		
DAIMLER BENZ	1			KILLERBEE	2		
DAIMLERCHRYSLER AG	14			KLEVER	1		
DETHLEFFS	8			KUMPAN ELECT	2		
DFSK	1			KYMC	295		
DODGE	100			LA SOURIS	53		
DODGE-LINDY	2			LIFAN	4		
DREAMER	2			LIGIER	39		
DS	164			LINGBEN	1		
ELNAGH	1			LONGJIA	11		
FERRARI	9			MALAGUTI	19		
FIAT	5874			MASH	1		
FORD	11006			MEGA	4		
FORD-CNG-TECHNIK	135			MI	10		
G.M.C.	7			MI INVERNO	3		
GMC	2			MICROCAR	54		
HONDA	1836			MOMO	1		
HUMMER	3			NIPPONIA	2		
HYMER	25			NIU	266		
HYUNDAI	6015			NOVOX	1		
IAV	2			OPEL	6		
INDUSAUTO	1			ORION	1		
INFINITI	29			PEUGEOT	91		
IVECO	2			PIAGGIO	541		
JAGUAR	610			PUCH	2		
JAGUAR CARS	67			RAZZO	1		
JAGUAR LAND ROVER	46			RIESE UND MUI	3		
JEEP	632			RIYA	2		
KIA	9465			SANBEN	2		

(vervolg op volgende pagina)

Vervolg tabel A.1 Totale aantallen geregistreerde voertuigpassages per merk.

KIA MOTORS	2			SANTINI	2		
KNAUS	6			SCOMADI	1		
KNAUS TABBERT	1			SCUTUM	3		
LA STRADA	1			SEGWAY	12		
LAIKA	1			SENZO	16		
LAIKA CARAVANS S.P.A.	1			SHERCO	1		
LAMBORGHINI	10			SILENCE	25		
LANCIA	266			SPARTA	3		
LAND ROVER	1314			STROMER	8		
LEXUS	1101			SUPER SOCO	32		
LINCOLN	3			SYM	478		
LOTUS	4			TOMOS	2		
LYNK&CO	435			TURBHO	4		
M.A.N.	1			UGBEST	10		
MASERATI	66			UNU	2		
MAZDA	3852			YADEA	8		
MC LAREN	2			YAMAHA	38		
MERCEDES-AMG	44			YIYING	1		
MERCEDES-BENZ	12324			ZNEN	21		
MERCURY	1			ZUNDAPP	2		
MG	289						
MICRO COMPACT CAR SMART	60						
MINI	3751						
MITSUBISHI	2743						
MOBILVETTA	1						
N.S.U.	2						
NIESMANN-BISCHOFF	1						
NISSAN	5117						
OLDSMOBILE	3						
OPEL	13289						
PEUGEOT	13051						
PEUGEOT BOXER AFFINITY	1						
PLYMOUTH	1						
POESSL	6						
POLESTAR	383						
POLSKI FIAT	1						
PONTIAC	4						
PORSCHE	918						
QUATTRO	10						
RANGEROVER	2						
RAPIDO	1						
RENAULT	11997						
ROLLER TEAM	6						
ROLLS ROYCE	4						
ROVER	59						
SAAB	799						
SEAT	4666						
SKODA	5650						
SMART	661						
SSANGYONG	5						
SUBARU	420						
SUZUKI	5089						
TALBOT	1						
TEC	2						
TESLA	2885						
TESLA MOTORS	244						
TOYOTA	15303						
TRIUMPH	7						
VAUXHALL	23						
VIO EUROPE	4						
VOLKSWAGEN	24868						
VOLVO	10059						
VW	44						
WEINSBERG	4						
WESTFALIA	5						
XPENG	1						



Figuur A.7 Tijdverdeling luide passages per locatie: boven: Van Alkemadeaan, midden: Lozerlaan, onder: Westduinweg. Het lagere aantal op de Lozerlaan is gevolg van deselectie van passages wegens regen.

In tabellen A.2-A.4 staand voor iedere locatie de luidste events van voertuigen, met de voertuiggegevens op basis van kenteken waar bekend, en de akoestische kenmerken herleid uit het tijdsignaal.

Legenda bij de tabellen

Event index	Volgnummer van de luide event
LocDir	Locatiennaam en richting, afgekort
Date	Datum
Time	Tijd
Type	Type voertuig
EUtype	EU typering voertuig
Make	Merk
Model	Model
Nwls	Aantal wielen
Fuel	Brandstof
cc	Motorinhoud
Ncyl	Aantal cilinders
Mass	Massa in kg
Netpr	Netto vermogen in kW
Firstreg	Datum eerste registratie
Speed	Snelheid in km/h
PBLmax	Geluidniveau passage volgens typekeuring (L_{pAFmax}) in dB(A)
STLmax	Standgeluidniveau achter uitlaat volgens typekeuring (L_{pAFmax}) in dB(A)
LpAmax	Maximaal A-gewogen geluidrukniveau L_{pAFmax} in dB(A)
Lpmax	Maximaal ongewogen geluidrukniveau L_{pFmax} in dB
SELA	A-gewogen sound exposure level in dB(A)
LpAeq4s	Equivalent A-gewogen geluidrukniveau over 4 seconden in dB(A)
dLmxLF	Vershil geluidniveau onder 250 Hz met L_{pFmax} in dB
dLmxMF	Vershil geluidniveau tussen 250-1000 Hz met L_{pFmax} in dB
dLmxHF	Vershil geluidniveau boven 1000 Hz met L_{pFmax} in dB
Prom4s	Prominence in niveauverloop gedurende 4 seconden in dB
rtime	Maximale stijgtijd in niveauverloop in dB/s
maxpfr	Tertsbandfrequentie waarvoor het geluidniveau het hoogste is in Hertz
L@mxprfr	Geluidrukniveau in de tertsbands waar de hoogste frequentiepiek optreedt, in dB
maxpkprom	Prominence in tertsspectrum van de sterkste frequentiepiek in dB
dLAMxeq	Vershil tussen L_{pAFmax} en $L_{pAeq,4s}$ in dB
vslabel	Geluidlabel voor specifieke voertuiggeluiden
sname	Geluidlabel voor omgevingsgeluiden

Tabel A.2 Luidste events van locatie Van Alkemadeaan, auto's, motorfietsen (MP), bromfietsen (MP) en driewielers/quads (3W), met voertuiggegevens, geluidniveau and enkele geluidskenmerken.

Event	Loc/Date	Type	ElType	Make	Model	Nwls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	NetPr	Frstreg	Speed	PBLmax	SLTmax	LPAmax	LPAmax	SELTA	LPAeq4s	dlm1xT	dlm2xMF	Promds	rtime	maxPrf	LdmxPrf	maxxPrf	dlAmxqcc	vslabel	snames	
772 ALdS	8-10-2022	20:30:10	Car	BMW	M5	4 Petrol	4395	8	1830	441	10/17	79	71	86	99.0	102.5	95.1	88.9	-5.2	-3.3	-9.1	17.8	44.8	100	96.6	28.7	10.1	rpmbrst	engine fconthi	bangs
87 ALdN	5-10-2022	12:29:42				2 Petrol	4	2194						96.9	107.6	96.5	90.3	-7.0	-1.3	-17.0	14.9	16.0	63	85.3	13.4	6.6	rpmbrst	engine fconthi	bangs	
156 ALdN	6-10-2022	16:28:29				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	95.3	103.8	94.9	88.7	-1.9	-5.2	-6.8	16.4	31.2	80	92.2	22.9	8.5	rpmbrst	engine fconthi	bangs
641 ALdS	7-10-2022	17:06:52	MC	HARLEY DAV	FLHRC ROAD	4 Petrol	3982	8	1880	420	10/2019	79	72	87	95.2	99.9	89.7	83.5	-3.0	-3.1	-15.5	17.9	76.8	630	93.4	17.1	11.7	rpmbrst	engine fconthi	bangs
566 ALdS	6-10-2022	17:50:23	Car	MERCEDES	AMG E 63	4 Petrol	3982	8	1880	420	10/2019	79	72	87	95.2	99.9	89.7	83.5	-3.0	-3.1	-15.5	17.9	76.8	630	93.4	17.1	11.7	rpmbrst	engine fconthi	bangs
409 ALdN	10-10-2022	08:11:46				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	95.3	103.8	94.9	88.7	-1.9	-5.2	-6.8	16.4	31.2	80	92.2	22.9	8.5	rpmbrst	engine fconthi	bangs
839 ALdS	10-10-2022	16:40:04				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	95.3	103.8	94.9	88.7	-1.9	-5.2	-6.8	16.4	31.2	80	92.2	22.9	8.5	rpmbrst	engine fconthi	bangs
324 ALdN	9-10-2022	17:52:37	MP	HANWAY	RAW 50	4 Petrol	49	1	96	2.2	07/2016		69	80	94.3	102.3	94.8	88.6	-4.1	-6.3	-18.1	12.2	49.6	400	89.5	3.6	4.8	fconthi	engine fconthi	bangs
142 ALdN	6-10-2022	13:35:31	MP	YAMAHA	MTN690-A	2 Petrol	689	2	176	55	05/2018	72	70	90	93.0	98.3	92.0	85.8	-6.3	-2.7	-10.9	14.8	42.4	200	93.6	29.3	7.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
559 ALdS	6-10-2022	15:52:32				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	98.3	92.0	85.8	-6.3	-2.7	-10.9	14.8	42.4	200	93.6	29.3	7.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
567 ALdS	6-10-2022	18:33:42	MC	HARLEY DAV	FLHRC ROAD	4 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	102.9	92.8	86.6	-2.3	-4.0	-16.4	14.0	19.2	160	96.1	29.6	6.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
313 ALdN	9-10-2022	15:20:17				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	102.9	92.8	86.6	-2.3	-4.0	-16.4	14.0	19.2	160	96.1	29.6	6.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
700 ALdS	8-10-2022	18:15:48				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	102.9	92.8	86.6	-2.3	-4.0	-16.4	14.0	19.2	160	96.1	29.6	6.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
825 ALdS	10-10-2022	20:39:27				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	102.9	92.8	86.6	-2.3	-4.0	-16.4	14.0	19.2	160	96.1	29.6	6.2	rpmshortacc	engine fconthi	bangs
86 ALdN	5-10-2022	20:43:06				2 Petrol	1584	2	332	57	02/2007		0	90	93.0	102.9	92.8	86.6	-2.3	-4.0	-16.4									

Tabel A.3 Luidste events van locatie Lozerlaan, auto's, motorfietsen (MP), bromfietsen (MP) en driewielers/quads (3W), met voertuiggegevens, geluidniveau and enkele geluidskenmerken.

[illegible]

Tabel A.4 Luidste events van locatie WD, auto's, motorfietsen (MP), bromfietsen (MP) en driewielers/quads (3W), met voertuiggegevens, geluidniveau and enkele geluidskenmerken.

Event	Loc/Dtr	Date	Type	EUtype	Make	Model	Nvts	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Netpr	Frstreg	Speed	PBlmax	STlmax	LpAmx	Lpmax	SELA	LpAeqts	dlmxf	dlmxfH	Promds	rtime	maxprf	lhxvprfr	maxpkrfl	lAnxq	lSlabel	snames			
6548	WD05	23-10-2022	13:18:03														98.8	102.0	98.5	92.3	-12.9	-0.3	-20.0	14.2	17.6	200	98.1	10.1	6.5	rpmshort	engine		
5787	WD0N	20-10-2022	16:34:33														98.7	101.9	97.8	91.6	-3.2	-2.9	-20.3	14.3	31.2	80	98.2	38.5	7.1	rpmshortacc			
6486	WD05	22-10-2022	21:33:00														98.3	104.2	94.2	88.0	-5.2	-3.3	-12.4	17.7	38.4	100	99.6	31.0	10.3	rpmshort	engine		
5667	WD0N	22-10-2022	22:45:24				0		0	0	0	0		118			0	97.8	103.7	96.9	88.7	-5.2	-6.7	-11.5	16.1	36.8	160	94.3	27.0	10.1	rpmshort	engine	
6478	WD05	22-10-2022	19:07:14	3W		BOMBARDI CAN-AM	3	Petrol	1330	3	408	83	07/2015				0	0	93.5	103.9	95.8	89.6	-9.0	-3.7	-31.4	12.0	21.6	160	93.5	10.5	3.9	rpmlogacc	engine
6495	WD05	22-10-2022	22:44:29														93.5	101.3	96.9	90.7	-12.7	-0.3	-17.9	11.1	28.8	1000	87.1	6.8	2.8	rpmshort	engine		
6001	WD0N	23-10-2022	20:10:12	MC		KAWASAKI ER500A	0					37	06/2002			0	88	92.1	97.0	92.5	86.4	-7.8	-0.8	-26.7	13.3	27.2	500	92.2	35.9	5.7	rpmshort	engine	
6399	WD05	21-10-2022	16:13:23														0	91.9	99.5	91.8	85.6	-5.3	-1.6	-25.3	14.4	42.4	315	92.9	31.7	6.3	rpmshort	engine	
5882	WD0N	21-10-2022	17:28:10	3W		YAMAHA YAMAHA F	0					14	06/2006			0	0	91.8	94.6	91.9	85.7	-8.0	-1.7	-27.9	14.4	19.2	500	90.4	21.6	6.1	rpmlogacc	engine	
6689	WD05	25-10-2022	10:18:41														90.9	91.2	91.0	84.8	-9.3	-4.9	-2.6	13.4	19.2	500	80.3	6.3	6.1	rpmshort	engine		
5860	WD0N	22-10-2022	20:44:43	MC		HONDA ADV750	2	Petrol	745	2	231	35	04/2020		72		85	90.4	98.2	88.4	82.2	-1.3	-8.9	-11.1	15.1	43.2	100	93.1	30.2	8.2	rpmshort	engine	
5467	WD05	22-10-2022	17:57:40	MC		GILERA RUNNER 1	2	Petrol	179	1	110	14	10/2000		0	89	90.4	91.9	88.2	82.2	-4.6	-4.1	-5.1	15.7	36.0	125	86.4	28.3	8.2	rpmshort	engine		
5934	WD0N	22-10-2022	14:56:50	MC		GILERA RUNNER 1	2	Petrol	179	1	110	14	10/2000		0	89	90.2	90.9	88.5	82.3	-10.6	-2.6	-4.8	15.7	38.4	1250	84.4	21.0	7.9	rpmshort	engine		
6011	WD0N	23-10-2022	23:18:18														90.1	94.1	91.9	85.7	-8.3	-0.7	-27.2	13.3	18.4	630	89.4	31.0	4.4	rpmshort	engine		
6167	WD0N	21-10-2022	17:32:02														88.5	93.5	86.8	80.6	-20.2	-0.3	-12.9	15.8	28.0	200	91.1	31.6	7.9	rpmshort	engine		
6432	WD05	25-10-2022	17:14:24	Com		PATRUCK DODGE RAM 1500	4	Petrol	5654	8	2720	295	05/2019	60	75	87	89.7	102.6	91.9	85.7	-8.3	-9.1	-21.0	11.5	75.2	160	91.0	27.3	4.7	10.3	frontthi	engine	
6389	WD05	20-10-2022	01:17:23														89.2	88.4	85.2	79.0	-12.6	-16.0	-4.0	17.6	76.0	2000	87.3	27.3	4.7	10.3	frontthi	engine	
6289	WD05	20-10-2022	17:55:04														89.2	86.3	90.5	84.4	-5.6	-2.1	-12.6	12.5	23.2	200	91.9	35.3	4.8	frontthi	engine		
5958	WD0N	23-10-2022	18:30:30	Car		MERCEDE-AMG S 63	4	Petrol	5461	8	1970	430	06/2016	63	74	83	88.9	93.8	86.8	80.8	-4.1	-3.9	-11.1	15.7	36.8	800	82.8	6.3	8.3	rpmshort	engine		
5599	WD0N	22-10-2022	19:31:47	MC		KAWASAKI ZXR 750	2	Petrol	749	4	234	89	06/1993		0	90	88.7	96.9	88.0	81.6	-2.4	-3.9	-27.1	13.8	26.4	250	88.7	15.5	6.9	rpmshort	engine		
6405	WD05	21-10-2022	17:08:58	3W		YAMAHA YAMAHA F	4	Petrol	686	1	178	14	06/2006		0	0	88.7	94.3	87.6	81.4	-2.5	-4.4	-10.8	14.6	17.6	80	89.2	26.6	7.3	rpmshort	engine		
6173	WD05	25-10-2022	17:32:02														88.5	93.5	86.8	80.6	-20.2	-0.3	-12.9	15.8	28.0	200	91.1	31.6	7.9	rpmshort	engine		
5936	WD0N	22-10-2022	15:12:39	WP		PIAGGIO N/A	4	Petrol	50	1	89	2.6	05/2011		0	77	88.1	91.9	84.8	78.6	-4.1	-3.1	-9.6	17.2	36.8	100	87.2	28.0	9.5	rpmshort	engine		
6533	WD05	23-10-2022	20:10:23														87.9	92.5	90.1	83.9	-11.5	-0.3	-27.9	10.9	24.0	400	88.8	40.1	4.0	frontthi	engine		
6189	WD0N	25-10-2022	18:58:08	MC		BMW S 1000 R	2	Petrol	999	4	195	118	03/2014		80	97	87.5	98.9	87.0	80.8	-0.3	-12.0	-21.4	15.0	24.0	160	97.8	38.2	6.7	rpmfluct	engine		
6419	WD05	21-10-2022	19:46:39														87.2	86.3	83.8	77.6	-13.8	-14.3	-4.0	17.2	33.6	2000	85.7	39.2	9.6	frontthi	engine		
6169	WD0N	25-10-2022	17:18:59	MP		SYM ORBIT	4	Petrol	49	1	92	2.6	10/2018		71	76	87.1	88.0	86.5	80.3	-6.9	-2.7	-5.9	14.8	24.8	1250	83.1	24.9	6.8	rpmshort	engine		
6303	WD05	21-10-2022	21:52:37														87.0	88.3	84.9	78.7	-11.9	-3.0	-3.7	15.0	48.0	400	83.8	15.3	8.3	rpmshort	engine		
5667	WD0N	21-10-2022	14:01:23	3W		YAMAHA YAMAHA F	4	Petrol	686	1	178	14	06/2006		0	0	86.9	91.2	88.8	82.6	-3.8	-2.7	-16.3	12.0	19.2	630	83.9	25.3	4.3	rpmshort	engine		
6189	WD0N	25-10-2022	21:07:43	MC		KTM KTM 890 C	2	Petrol	889	2	180	89	07/2022		76	96	86.9	95.2	84.8	78.6	-3.8	-2.7	-17.2	15.8	24.0	50	89.7	30.1	8.3	rpmshort	engine		
6626	WD05	24-10-2022	14:26:03														86.9	86.7	84.1	77.9	-8.7	-11.5	-1.1	16.5	47.2	1600	85.4	40.1	9.0	frontthi	engine		
5968	WD05	23-10-2022	15:35:08	MC		SUZUKI GSX-S1000	2	Petrol	999	4	200	107	12/2018		76	100	86.8	99.0	85.9	79.7	-0.3	-13.0	-24.1	15.3	30.4	160	98.6	42.4	7.1	rpmshort	engine		
6463	WD05	22-10-2022	16:46:30	MC		SUZUKI SUZUKI	2	Petrol	652	1	150	23	06/1993		0	86.6	96.3	88.0	81.9	-4.2	-3.0	-28.4	17.2	22.4	100	88.4	34.8	4.9	rpmshort	engine			
6155	WD05	25-10-2022	15:06:22	MC		SUZUKI SUZUKI	2	Petrol	652	1	150	23	06/1993		0	0	86.6	96.3	88.0	81.9	-4.2	-3.0	-28.4	17.2	22.4	100	88.4	34.8	4.9	rpmshort	engine		
6430	WD05	22-10-2022	00:31:55	WP		PIAGGIO ZIP	2	Petrol	49	1	87	2.1	10/2022		70	79	86.5	94.6	88.8	82.6	-4.2	-2.7	-17.6	11.2	20.8	315	87.1	7.0	3.9	rpmshort	engine		
6470	WD05	22-10-2022	18:26:08	MC		KAWASAKI ZXR 750	2	Petrol	749	4	234	89	06/1993		0	90	86.5	93.9	88.0	81.8	-4.1	-4.7	-19.3	12.8	36.8	160	89.5	39.6	4.7	rpmshort	engine		
6472	WD05	22-10-2022	18:47:02														86.3	92.0	87.6	81.4	-2.1	-11.7	-13.5	-0.6	16.3	37.6	2000	84.4	32.5	8.6	frontthi	engine	
6304	WD05	20-10-2022	21:55:50														86.3	92.0	87.6	81.4	-2.1	-5.6	-9.8	12.2	40.8	50	88.1	37.9	4.9	frontthi	engine		
6471	WD05	22-10-2022	18:43:11														86.2	85.9	83.5	77.3	-8.0	-12.1	-1.1	16.3	33.6	2000	84.5	29.8	8.9	frontthi	engine		
6272	WD05	20-10-2022	15:33:05														86.1	93.1	84.2	78.0	-4.5	-5.3	-14.3	15.3	31.2	400	81.2	7.3	8.1	rpmshort	engine		
6750	WD05	25-10-2022	21:24:17														86.1	86.5	83.2	77.0	-6.4	-9.5	-1.9	16.4	64.8	2000	83.4	26.6	9.1	frontthi	engine		
6773	WD05	26-10-2022	08:10:47														86.1	94.8	87.2	81.0	-1.7	-5.6	-12.8	12.1	21.6	100	88.8	33.0	5.1	rpmlogacc	engine		
5964	WD0N	22-10-2022	21:36:56														85.9	85.9	87.4	77.7	-12.6	-12.0	-0.5	15.2	29.6	2000	84.4	34.7	8.2	frontthi	engine		
6158	WD0N	22-10-2022	15:37:28														85.9	87.4	87.4	81.2	-7.9	-2.8	-6.3	12.7	24.0	2500	79.7	9.0	4.7	frontthi	engine		
6406	WD05	21-10-2022	17:14:56														85.9	85.1	83.0	76.8	-12.6	-15.1	-0.4	16.5	37.6	2000	84.2	35.4	9.1	rpmshort	engine		
6200	WD0N	26-10-2022	00:10:56														85.7	96.1	86.3	80.1	-3.3	-2.9	-17.7	13.6	20.0	200	92.3	39.1	5.6	rpmshort	engine		
5903	WD0N	22-10-2022	07:16:01	MC		HONDA VF700 MA	2	Petrol	698	4	228	58	06/1987		0	89	85.6	92.1	84.0	77.9	-2.7	-5.9	-15.1	15.4	68.0	100	88.6	32.9	7.7	rpmshort	engine		
6282	WD05	20-10-2022	16:59:02														85.6	86.2	81.4	75.3	-15.3	-2.5	-4.0	17.0	116.8	1600	81.8	30.3	10.3	frontthi	engine		
5973	WD0N	23-10-2022	05:01:10														85.5	84.8	85.9	79.7	-11.6	-12.8	-0.6	14.0	32.8	2000	83.4	27.9	5.8	frontthi	engine		
5779	WD0N	20-10-2022	15:33:06																														

B Overzicht van akoestische kenmerken en voorbeelden van luide voertuigen

De voertuiggegevens en akoestische kenmerken die bij luide passages worden opgeslagen staan in tabel B.1.

Tabel B.1 Parameters die bij luide passages worden opgeslagen. De voertuiggegevens zijn afkomstig van de RDW database. De geluidgegevens volgen uit analyse van het tijdsignaal.

Voertuiggegevens	Geluidgegevens	
Id	sigfiledir	calibratorScore
Location	sigfilename	sireneScore
dir	vidfiledir	pieken10dB
lane	vidfilename	piekenClaxon
date	picfiledir	fClaxon
time	LpAmax, Lpmax	cClaxon
datenum	tLpAmax, tamax	harmDiff1_Hz
tdist	LpAeq4s, Lpeq4s	harmDiff2_Hz
speed	LLAmax, LLAeq	harmDiff3_Hz
land	SELA, SEL	fundamentalSlope_full
typecode	Lpeq4sto	meanFundamentalScore
type	fto, Lpmaxto	harmDiff1_mid_Hz
make	foct, Lpeqoct, Lpmaxoct	harmDiff2_mid_Hz
model	dLpAmaxeq, dLpmaxeq	harmDiff3_mid_Hz
eutype	DeltaLMeq, DeltaHeq	fundamentalSlope_mid
subtype	DeltaLMmax, DeltaHmax	meanFundamentalScore_mid
istaxi	LpmaxLF, LpmaxMF, LpmaxHF	harmDiff1_before_Hz
config	LpeqLF, LpeqMF, LpeqHF	harmDiff2_before_Hz
datefirstreg	dLpmaxLF, dLpmaxMF, dLpmaxHF	harmDiff3_before_Hz
seats	dLpeqLF, dLpeqMF, dLpeqHF	fundamentalSlope_before
ndoors	prominence20s, prominence4s	meanFundamentalScore_before
nwheels	risetime	meanFundamental_Hz
ncyl	peakfreqs, peakfreqlevs	specCentroid_x
cylvol	maxpeakfreq	maxSpeechScore
mass	maxpeakprom, maxpeakwidth	rmsSpeechScore
length	numnbpks, numnbpksmid	matchingTonalSpectralCentroid
width	numlhapeaksin4s	maxTonalSpectralCentroid
wheelbase	numlhapks, numlhpkps	
power	numclaxlocs	
netpower	octspecflatness	
fuel	hasharm	
pblamax	fconthi	
stlamax	fcontlo	
rpmdb	repet	
	bangs	
	impacts	
	soundnames	
	matchlabels, matchedid	
	linkedotherevname	
	vsoundlabel	

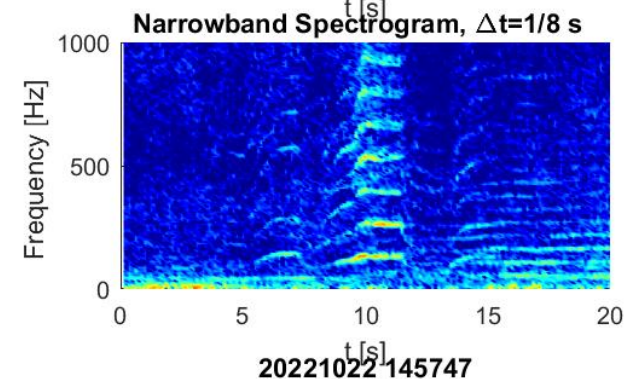
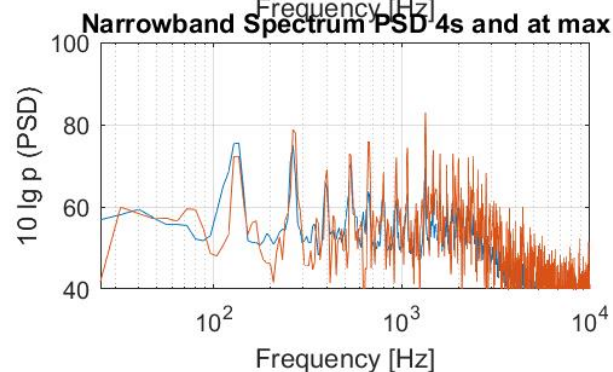
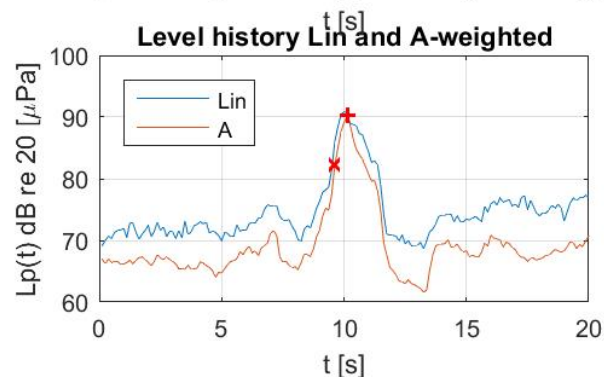
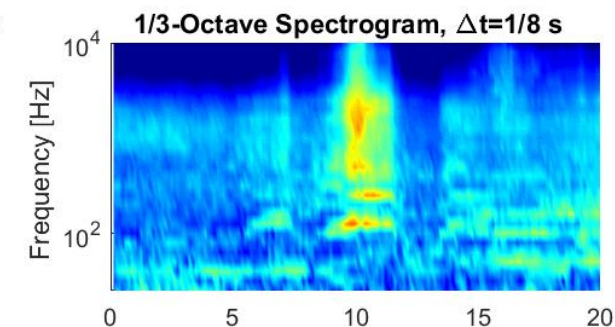
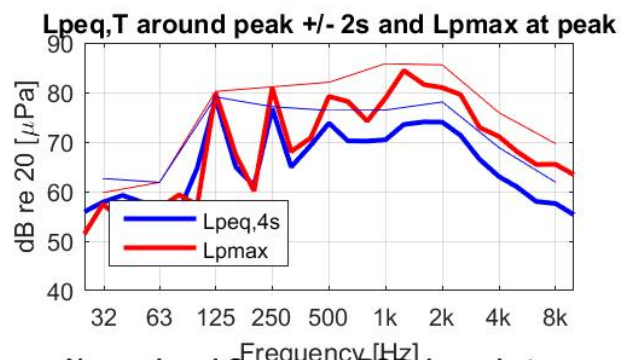
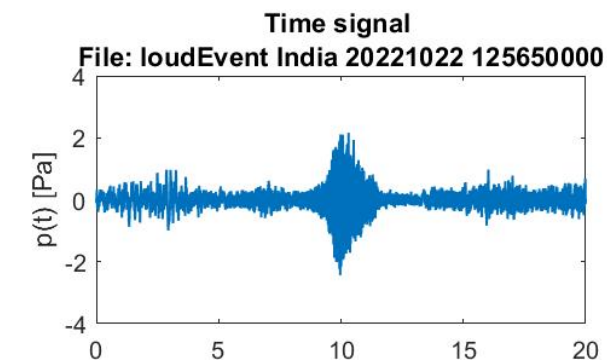
Hieronder staan enkele karakteristieke voorbeelden van akoestische kenmerken van luide voertuigen samen met hun voertuigkenmerken. Het betreft:

- Gilera motorfiets kort accelererend;
- Bombardier trike, lang accelererend;
- Kawasaki motorfiets kort/lang accelererend;
- Honda motorfiets bij hoge snelheid, ca. 100 km/h;
- Hanway bromfiets bij ca 50-60 km/h, beperkt toerental maar hoog geluidniveau met langdurende constante tonen;
- Honda motorfiets bij ca. 50 km/h, korte toerentoe name bij laag toerental.

Van iedere luide event is 20 seconden opname beschikbaar met het hoogste niveau in het midden.

Legenda bij de figuren:

links boven:	tijdsignaal geluiddruk
links midden:	niveau verloop A-gewogen en ongewogen niveau
midden boven:	eenderde octaafspectrum van het maximum niveau en het equivalente niveau over 4 seconden
midden:	smalbandig spectrum over 4 seconden
rechtsboven:	spectrogram in eenderde octaafbanden
rechts midden:	smalbandig spectrogram
linksonder:	akoestische parameters
midden onder:	voertuigkenmerken herleid uit het kenteken
rechtsonder:	geanonimiseerd beeld



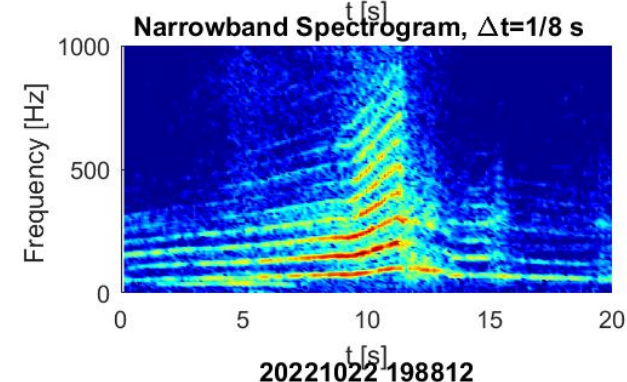
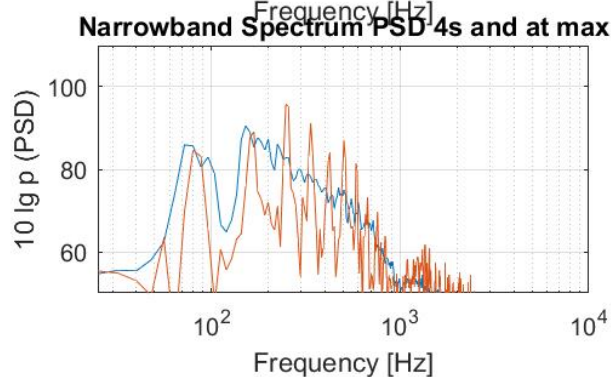
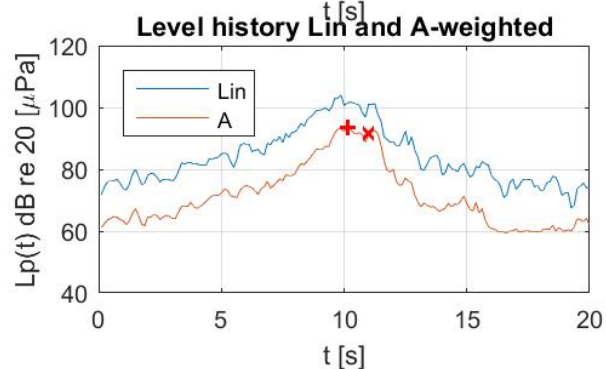
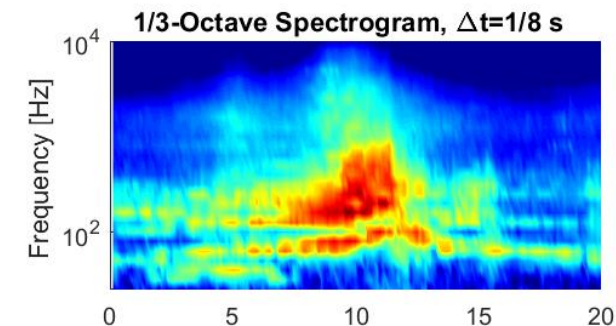
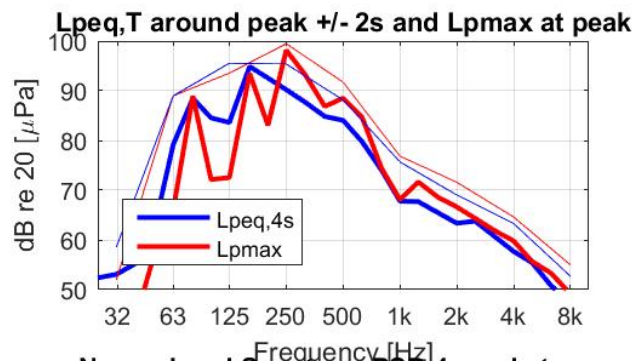
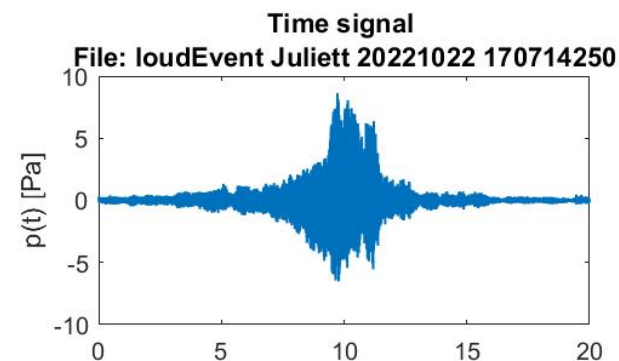
Sound characteristics

LpAmax= 90 dBA Lpmax= 91dB tamax10=1.5s
Llin-LA= 1dB(max) Llin-LA= 2dB(eq) dLpAmaxeq= 8dB
SELA(4s)= 88dBA LpAeq4s= 82dBA maxpeakprom= 21
Prom20= 21dB Prom4s= 16dB Max risetime= 38dB/s
Peak freqs @ 32 125 250 500 1250
Levels at peak freqs= 57 80 81 79 84
Strongest freq peak @1250Hz dLpmaxLMH=-11 -3 -5 dB
Sound indicator= engine vc
Sound label= rpmshortacc

Vehicle data

2022-10-22 14:56:50.000 locWD Dir:South
Motorcycle
GILERA RUNNER 180
Petrol 179cc 1 cyl 110 kg 14 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 30/10/2000
PB level: 0dBA ST level: 89dBA
Event#5934 Reg#221549





Sound characteristics

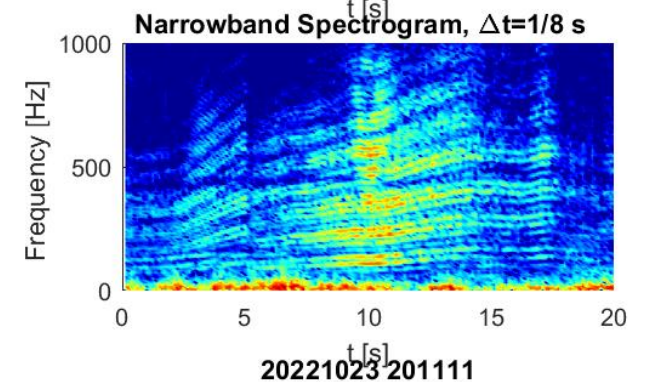
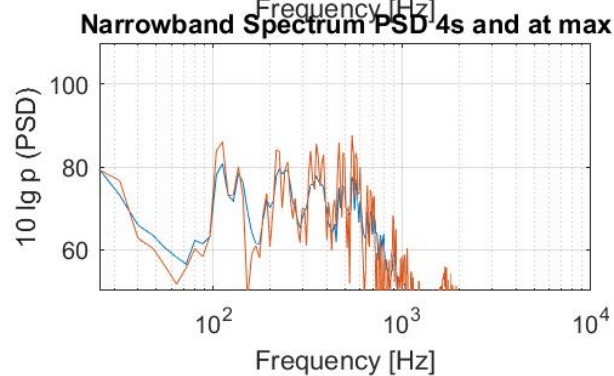
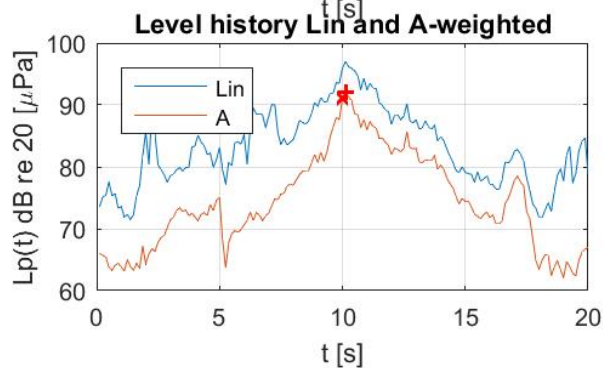
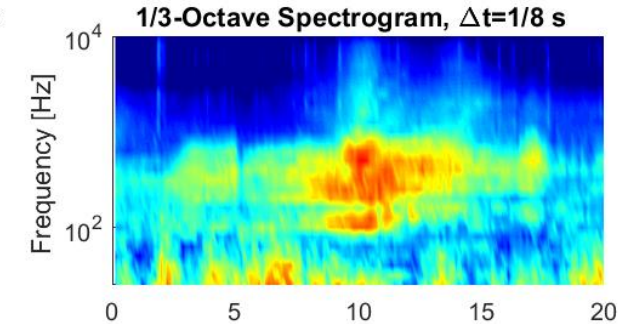
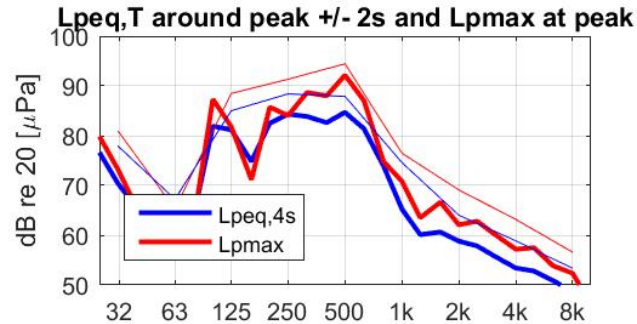
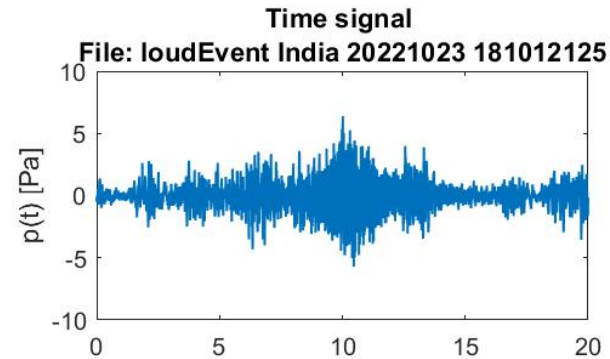
L_{pAmax} = 94 dBA L_{pmax} =104dB t_{amax} =3s
 L_{lin-LA} = 10dB(max) L_{lin-LA} = 10dB(eq) $dL_{pAmaxeq}$ = 4dB
 $SELA(4s)$ = 96dBA L_{pAeq4s} = 90dBA $maxpeakprom$ = 10
 $Prom20$ = 26dB $Prom4s$ = 12dB $Max\ risetime$ = 22dB/s
 Peak freqs @ 80 160 1250
 Levels at peak freqs= 89 93 72
 Strongest freq peak @160Hz $dL_{pmaxLMH}$ = -9 -4 -31 dB
 Sound indicator= engineL f_{contlo}
 Sound label= rpmlongacc

Vehicle data

2022-10-22 19:07:14.250 locWD Dir:North
 3W
 BOMBARDIER RECR.PROD.INC. CAN-AM
 Petrol 1330cc 3 cyl 408 kg 83 kW 3 wheels
 0 km/h First reg. 28/07/2015

PB level: 0dBA ST level: 0dBA
 Event#6478 Reg#224927





Sound characteristics

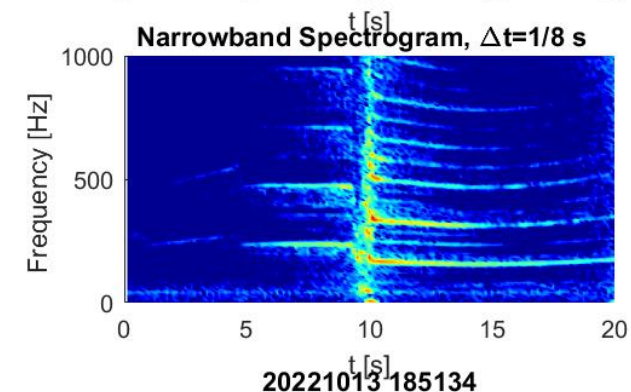
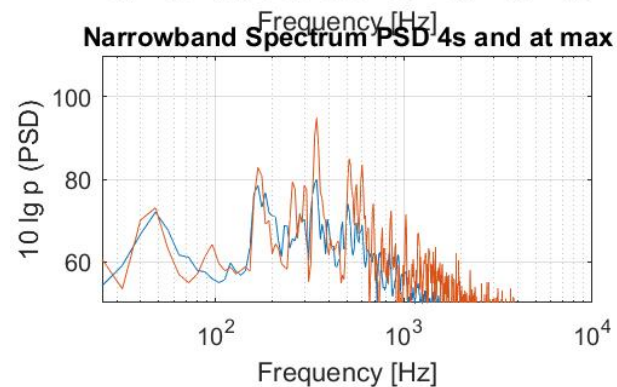
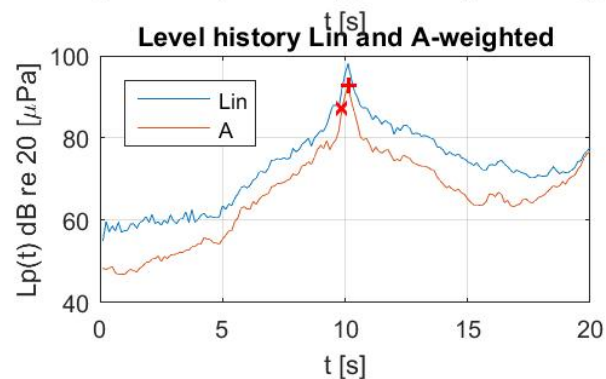
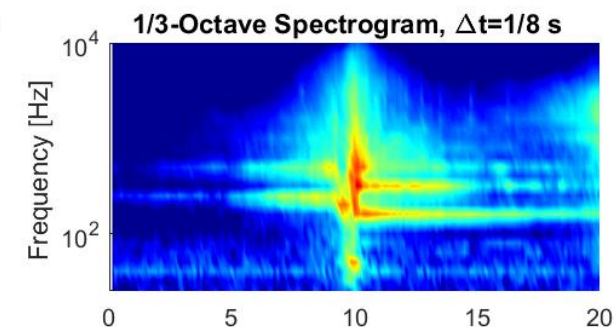
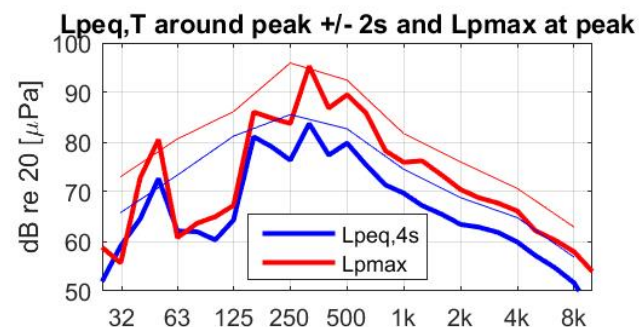
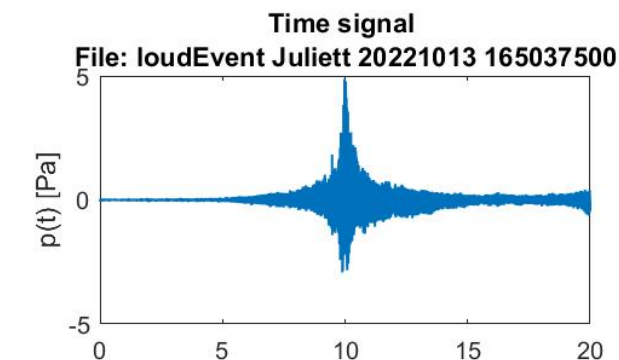
LpAmax= 92 dB Lpmax= 97dB tamax10=3.75s
Llin-LA= 5dB(max) Llin-LA= 6dB(eq) dLpAmaxeq= 6dB
SELA(4s)= 92dBA LpAeq4s= 86dBA maxpeakprom= 36
Prom20= 20dB Prom4s= 13dB Max risetime= 27dB/s
Peak freqs @100 500 1600
Levels at peak freqs= 87 92 67
Strongest freq peak @500Hz dLpmaxLMH= -8 -1 -27 dB
Sound indicator= engine fconthi v
Sound label= rpmshortacc

Vehicle data

2022-10-23 20:10:12.125 locWD Dir:South
Motorcycle
KAWASAKI ER500A
Petrol 499cc 2 cyl 181 kg 37 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 15/06/2002

PB level: 0dBA ST level: 88dBA
Event#6005 Reg#235088





Sound characteristics

LpAmax= 93 dBA Lpmax= 98dB tamax10=0.75s
 Llin-LA= 5dB(max) Llin-LA= 6dB(eq) dLpAmaxeq= 10dB
 SELA(4s)= 89dBA LpAeq4s= 83dBA maxpeakprom= 40
 Prom20= 24dB Prom4s= 17dB Max risetime= 42dB/s
 Peak freqs @ 50 315
 Levels at peak freqs= 81 95
 Strongest freq peak @315Hz dLpmaxLMH=-11 -0 -21 dB
 Sound indicator= engine
 Sound label= rpmburst

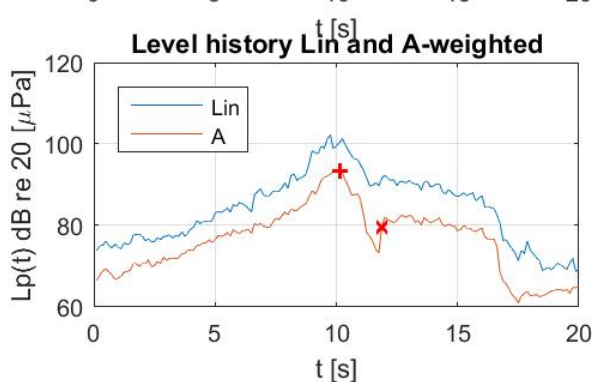
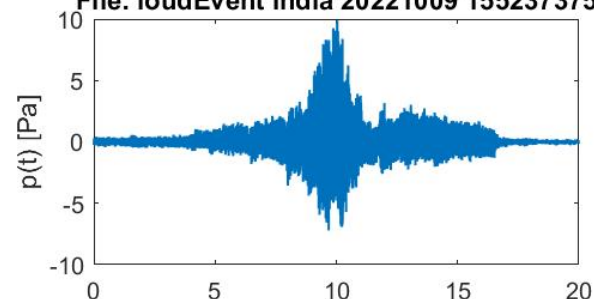
Vehicle data

2022-10-13 18:50:37.500 locLL Dir:North
 Motorcycle
 HONDA CB 600 - 25 KW
 Petrol 600cc 4 cyl 191 kg 24 kW 2 wheels
 0 km/h First reg. 03/05/2006

PB level: 0dBA ST level: 0dBA
 Event#4344(mid#1969) Reg#123726



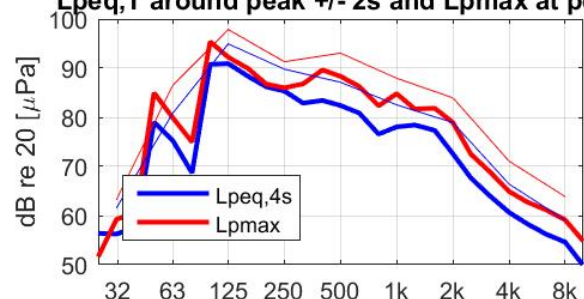
Time signal
File: loudEvent India 20221009 155237375



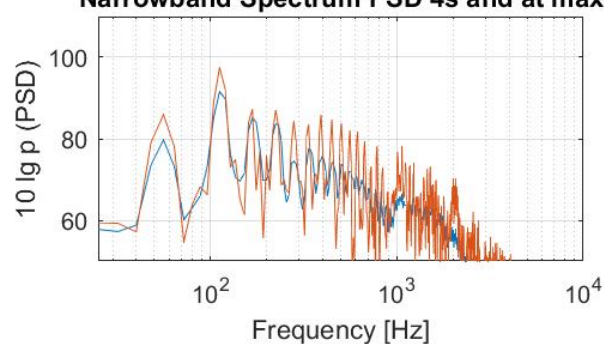
Sound characteristics

LpAmax= 93 dBA Lpmax=102dB tamax10=3s
Llin-LA= 9dB(max) Llin-LA= 8dB(eq) dLpAmaxeq= 5dB
SELA(4s)= 95dBA LpAeq4s= 89dBA maxpeakprom= 4
Prom20= 19dB Prom4s= 12dB Max risetime= 50dB/s
Peak freqs @ 50 400
Levels at peak freqs= 85 90
Strongest freq peak @400Hz dLpmaxLMH= -4 -6 -18 dB
Sound indicator= engineL fcontlo
Sound label= fconthi

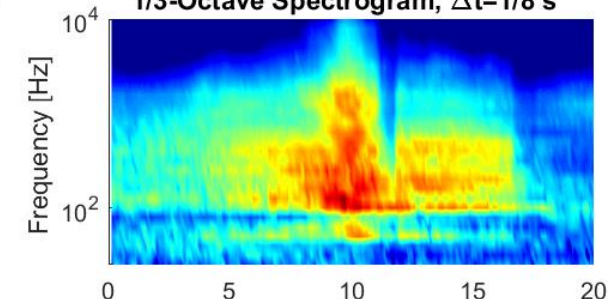
Lpeq,T around peak +/- 2s and Lpmax at peak



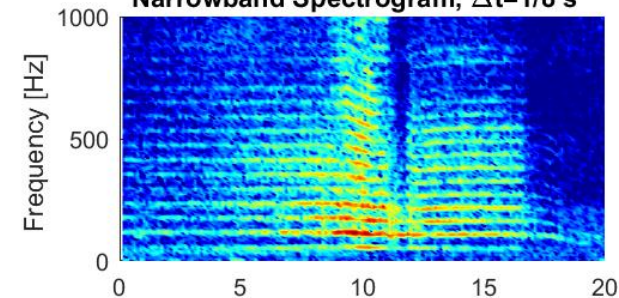
Narrowband Spectrum PSD 4s and at max



1/3-Octave Spectrogram, Δt=1/8 s



Narrowband Spectrogram, Δt=1/8 s



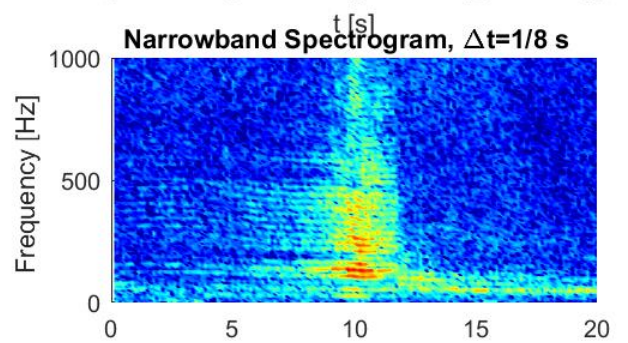
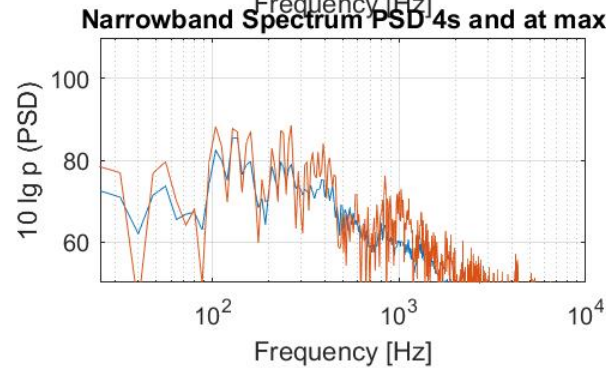
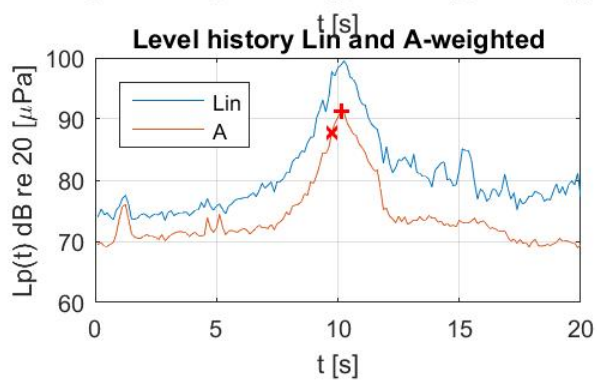
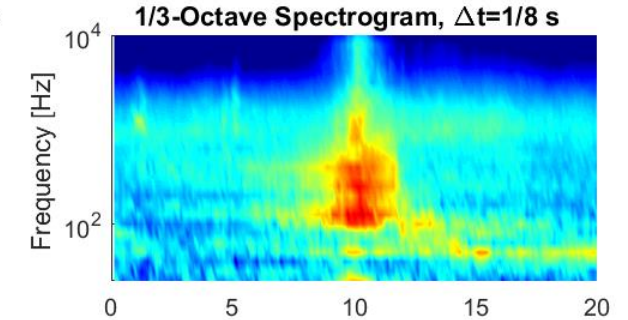
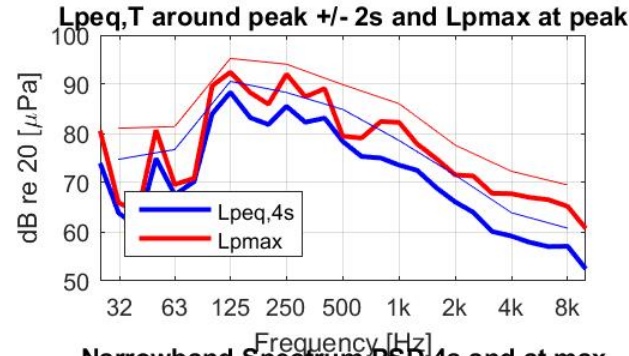
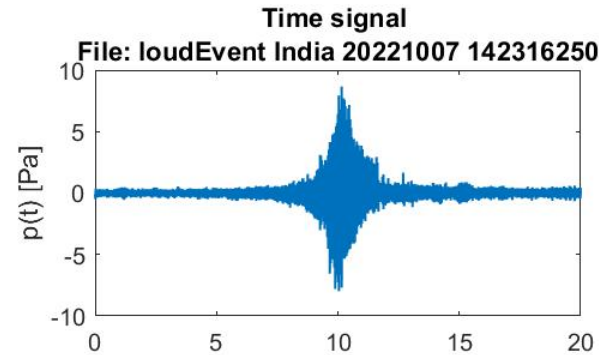
20221009-175336



Vehicle data

2022-10-09 17:52:37.375 locAL Dir:North
Moped
HANWAY RAW 50
Petrol 49cc 1 cyl 96 kg 2.2 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 30/07/2016

PB level: 69dBA ST level: 80dBA
Event#324(mid#746) Reg#81311



Sound characteristics

LpAmax= 91 dBA Lpmax=100dB tamax10=2.5s
Llin-LA= 8dB(max) Llin-LA= 8dB(eq) dLpAmaxeq= 6dB
SELA(4s)= 91dBA LpAeq4s= 85dBA maxpeakprom= 6
Prom20= 20dB Prom4s= 14dB Max risetime= 20dB/s
Peak freqs @ 50 250 800
Levels at peak freqs= 81 92 82
Strongest freq peak @250Hz dLpmaxLMH= -4 -4 -20 dB
Sound indicator= engineL
Sound label= rmburst

Vehicle data

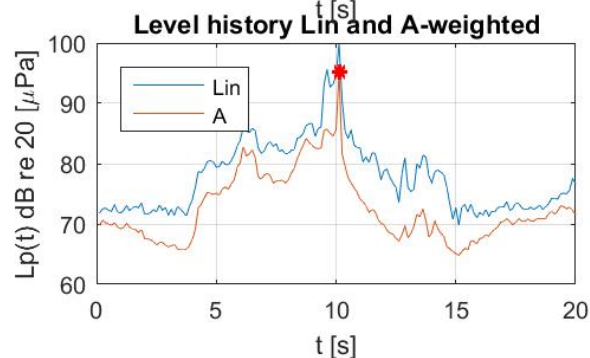
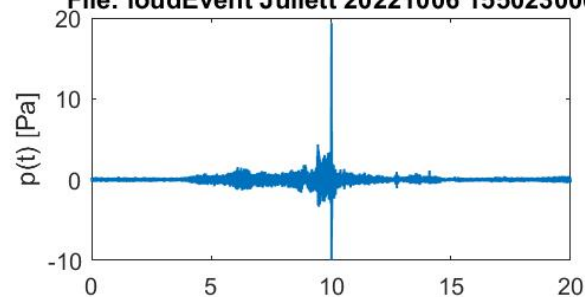
2022-10-07 16:23:16.250 locAL Dir:North
Motorcycle
SUZUKI SUZUKI
Petrol 652cc 1 cyl 150 kg 23 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 24/06/1993

PB level: 0dBA ST level: 0dBA
Event#223(mid#639) Reg#40696

20221007_162413



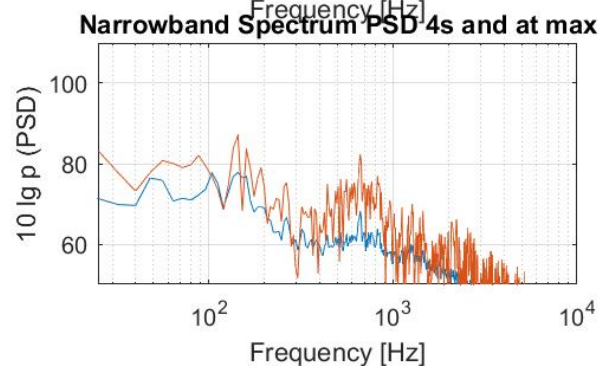
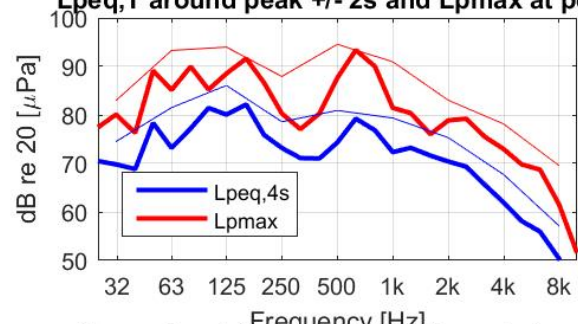
Time signal
File: loudEvent Juliett 20221006 155023000



Sound characteristics

$L_{pAmax} = 95$ dBA $L_{pmax} = 100$ dB $t_{amax} = 0.5$ s
 $L_{lin-LA} = 5$ dB(max) $L_{lin-LA} = 6$ dB(eq) $dL_{pAmaxeq} = 12$ dB
 $SELA(4s) = 90$ dBA $L_{pAeq4s} = 84$ dBA $maxpeakprom = 17$
 $Prom20 = 25$ dB $Prom4s = 18$ dB $Max risetime = 77$ dB/s
 Peak freqs @ 50 80 160 630 2500
 Levels at peak freqs = 89 90 92 93 79
 Strongest freq peak @ 630 Hz $dL_{pmaxLMH} = -3 -3 -16$ dB
 Sound indicator = engine v bangs
 Sound label = rpmburst

Lpeq,T around peak +/- 2s and Lpmax at peak

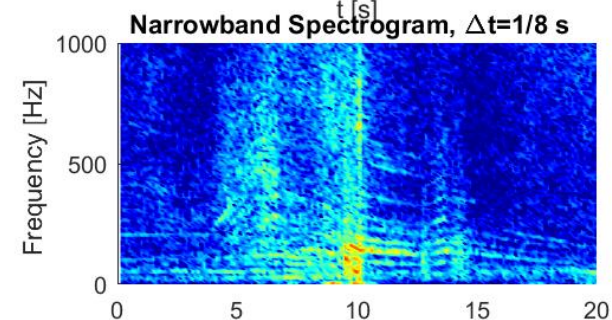
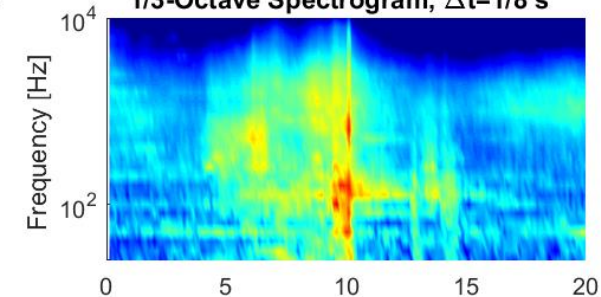


Vehicle data

2022-10-06 17:50:23.000 locAL Dir:South
 Car sedan
 MERCEDES-BENZ AMG E 63
 Petrol 3982cc 8 cyl 1880 kg 420 kW 4 wheels
 79 km/h First reg. 16/10/2019

PB level: 72dBA ST level: 87dBA
 Event#566 Reg#20040

1/3-Octave Spectrogram, $\Delta t = 1/8$ s



20221006 175120



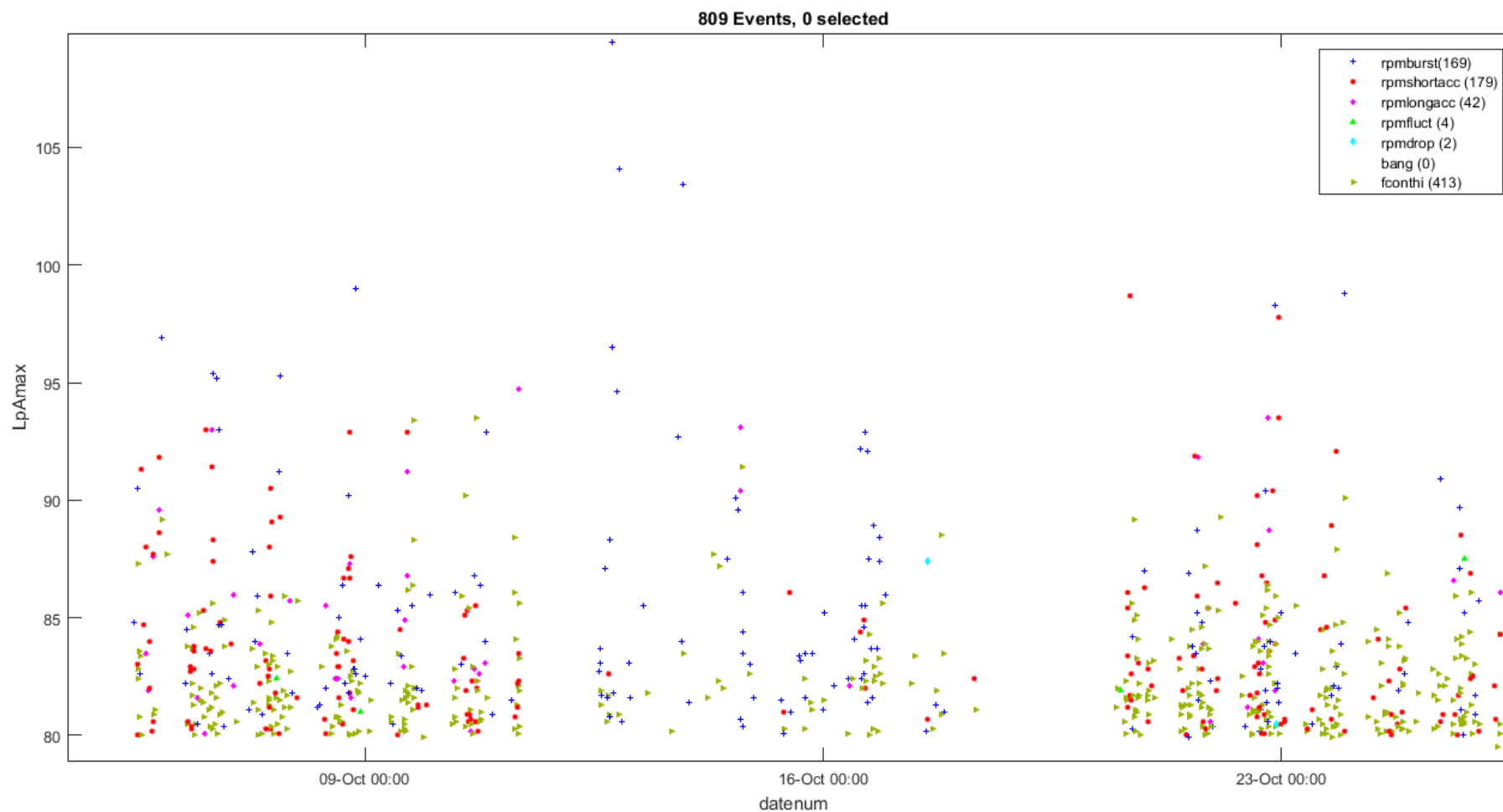
C Event features voorbeelden

De onderstaande figuren tonen de luide voertuigpassages per voertuigsoort en in verschillende weergaves van de akoestische kenmerken, met behulp van de Event browser.

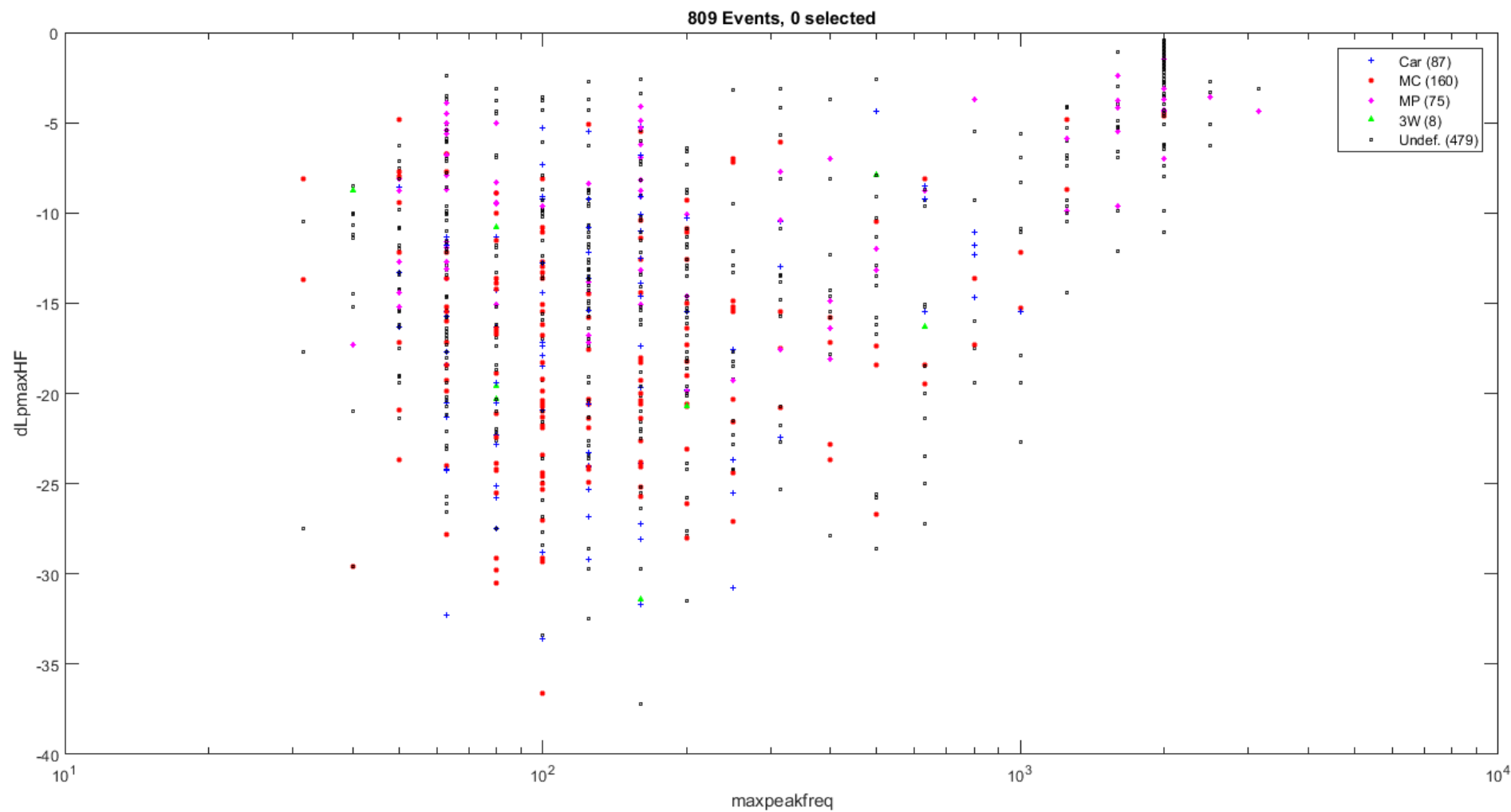
Figuur C.1: L_{pAFmax} van events in de tijd, met type geluidlabel aangeduid.

Figuur C.2: Events weergegeven voor geluidkenmerken: maximum piek frequentie tegen hoogfrequent spectrum gehalte.

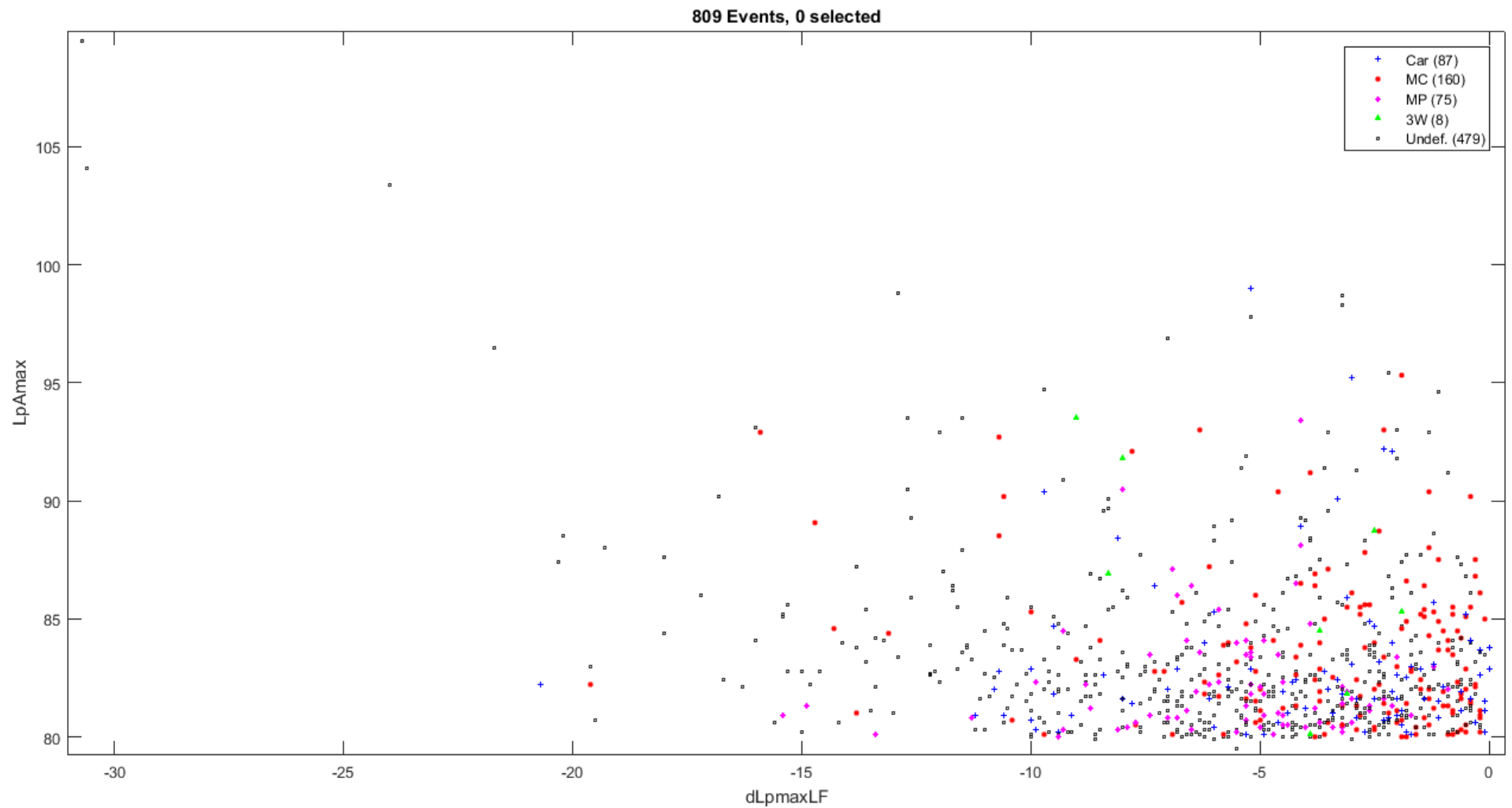
Figuur C.3: L_{pAFmax} van events uitgezet tegen laagfrequent spectrum gehalte.



Figuur C.1 Event browser voorbeeld: alle luide voertuigpassages (ook zonder bekend kenteken) als functie van de tijd, met aanduiding van de vehicle sound event label.



Figuur C.2 Event features voorbeeld: alle luide voertuigpassages (ook zonder bekend kenteken), met dL_{pmaxHF} (verschil L_{pAmax} en L_{pAmax} hoogfrequent) uitgezet tegen $maxpeakfreq$ (frequentie met hoogste spectrum niveau), met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd. Car = personenauto, MC= Motorfiets, MP= Bromfiets of lichte scooter, 3W = driewielig voertuig of quad.



Figuur C.3 Event features voorbeeld: alle luide voertuigpassages (ook zonder bekend kenteken), met LpAmax uitgezet tegen dLpAmaxLF (verschil LpAmax en LpAmax laagfrequent), met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd. Car = personenauto, MC= Motorfiets, MP= Bromfiets of lichte scooter, 3W = driewielig voertuig of quad.

D Matrix van potentiële maatregelen

Overzicht van potentiële maatregelen voor de aanpak van gemotoriseerde tweewielers, ingedeeld naar infrastructuur, voertuigen, weggebruikers en communicatie. Deze matrix is oorspronkelijk opgesteld door TNO voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in 2020.

Veel maatregelen zijn in principe al mogelijk, andere vereisen aanpassingen in de wet- en regelgeving op nationaal of internationaal niveau, hetgeen langer in beslag neemt.

Per maatregel is aangegeven of het reeds mogelijk is, of het op lokaal, nationaal of internationaal niveau wordt ingezet, wat de wettelijke grondslag is en welke partijen bij implementatie en toepassing betrokken zijn.

D.1 Maatregelen infrastructuur

Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
Wegafsluiting / inrijverbod	Ja, Lokaal en specifiek	Lokaal	WvW (hinder, veiligheid)	Gemeentes, wegbeheerder
Lokale snelheidslimiet op hinderlocaties	Ja	Lokaal	WvW	Gemeentes, wegbeheerder
Milieuzones, geluidzones en stiltegebieden	Ja beh. geluidzone	Lokaal	WvW/RVV APV (*)	Gemeentes/ provincies/ RO
Weginrichting	Ja	Lokaal	WvW	Gemeentes, wegbeheerder
Limiet max niveau bij de gevel	Nog niet voor wegvoertuige	Lokaal	APV (*)	RO, Gemeentes

D.2 Maatregelen voertuigen

Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
App ter ondersteuning handhaving door politie (o.a. checklist componenten)	Ja	Nationaal	Binnen huidige kaders	Politie, RDW
Verbeterde en verhoogde handhaving voertuigen langs de weg en hogere boetes	Ja	Nationaal	WvW, Wet handhaving (Wahv)	Politie, RDW
Verbod op niet-gekeurde en eenvoudig aanpasbare onderdelen (bijv. dB-killers)	Bij invoering UN R92	Nationaal	Overnemen UNR92 in NL wetgeving (*)	RO, ILT, RAI, BOVAG
Verbod op verkoop van geluidsverhogende componenten, incl. opvoersets, ontgrenzers, kleppen/flappen en mechanische en elektronische regelsystemen	Nee	Nationaal	WvW, Regeling voertuigen, aanvulling (*)	RO, ILT, RAI, BOVAG
Heroverweeg de NL-uitzonderingspositie met snorfiets als grote aparte categorie naast bromfietsen	Ja	Nationaal	WvW, Regeling voertuigen, aanpassing (*)	RO
Verbod op gebruik op de weg van regelbare uitlaatsystemen waaronder flappen of kleppen in de uitlaat en andere mechanische of elektronische regelsystemen die sterke afwijking ten opzichte van de geluidemissie volgens de typekeuring veroorzaken	Nee	Nationaal	WvW, Regeling voertuigen, aanvulling (*)	RO, Politie
Verhoging motorrijtuigbelasting in verhouding tot geluidhinder en uitstoot	Nog niet	Nationaal	Wet motorrijtuigenbelasting, aanpassing (*)	RO
APK motorfietsen	Nog niet	Nationaal	Via EU Verordeningen in 2022 & 2023, WvW, Regeling voertuigen, aanvulling (*)	RO, RDW, BOVAG
Aankoopkeuring (in combinatie of als alternatief op APK)	Nog niet	Nationaal	WvW, Regeling voertuigen, aanvulling (*)	RO, RDW, BOVAG
Verbeterde testmethode voor handhaving	Nog niet	Internationaal/ nationaal	EU/UNECE + overnemen in NL	RO, EU/UNECE
EU limieten, aanscherping LWOT, en full range ASEP	Ja	Internationaal	EU 168/2013, UN R41, e.a., overnemen in NL wetgeving (*)	RO, EU, UNECE
Beperking invoer van lawaaiige voertuigen	Nee	Nationaal/ internationaal	WvW (*)	RO, RDW
Uitfasering van voertuigen met verbrandingsmotor	Nee	Nationaal/ internationaal	Green Deal, Klimaatakkoord (*)	RO

D.3 Maatregelen weggebruikers

Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
Handhaving gedrag (bemand), Boetes, WOK, inbeslagname of rijontzegging	Ja, onnodig veel lawaai, rijsnelheid, rijgedrag	Nationaal	WvW, Wet handhaving (Wahv)	Politie
Handhaving voertuigen, bemand, rollenbank of standmeting	Ja	Nationaal	WvW, Wet handhaving (Wahv)	Politie, RDW, ILT
Beïnvloeding rijgedrag met displays, info of waarschuwing	Ja	Lokaal	geen	Gemeentes, wegbeheerder
Verhoging boetes	Ja	Nationaal	Wegenverkeerswet	RO
Handhaving voertuigen, automatisch: Geluidflitspalen	Nog niet voor formele handhaving (boetes)	Lokaal	WvW, Regeling voertuigen, meetmiddelen, aanpassing (*)	Politie, gemeentes, wegbeheerders

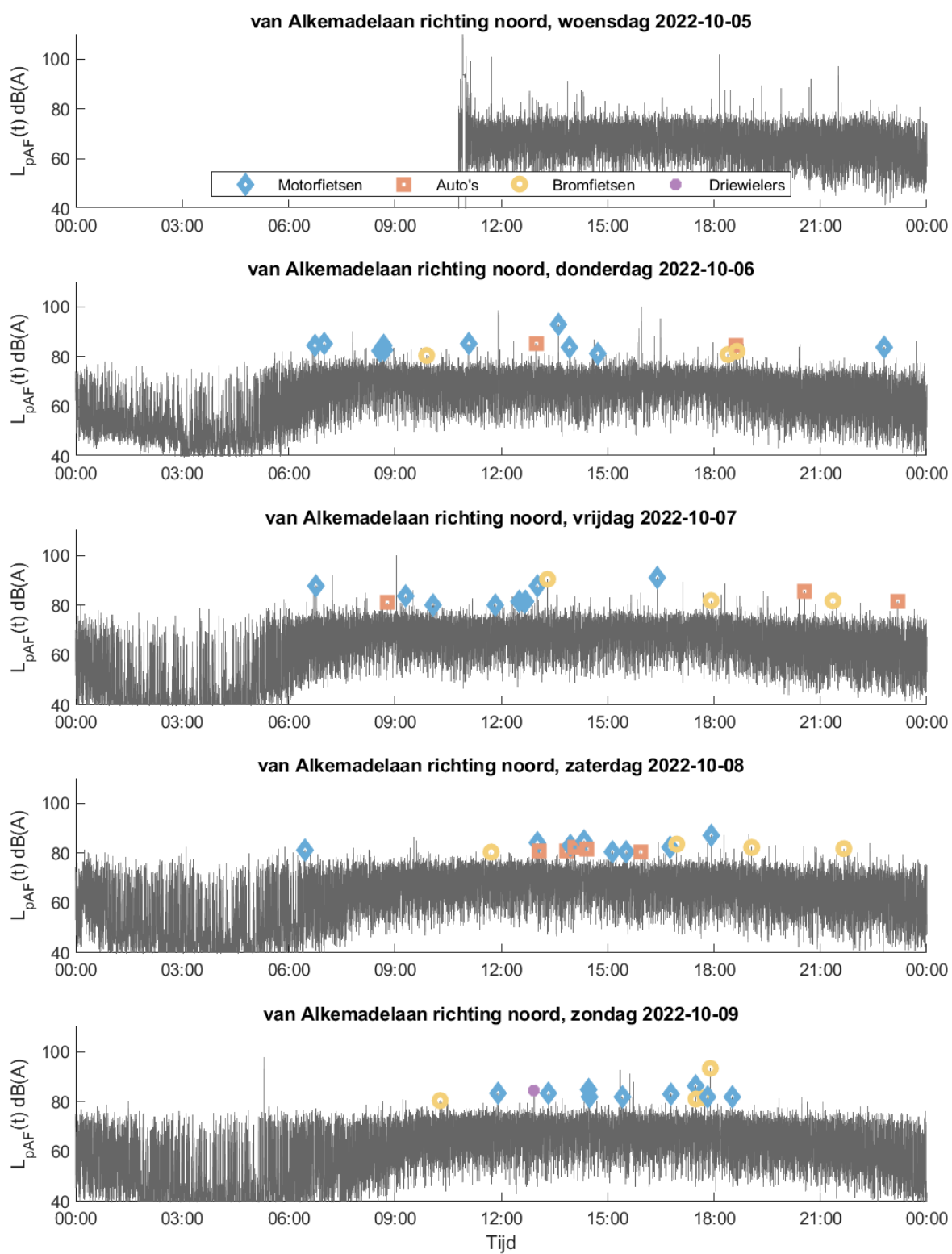
D.4 Maatregelen communicatie

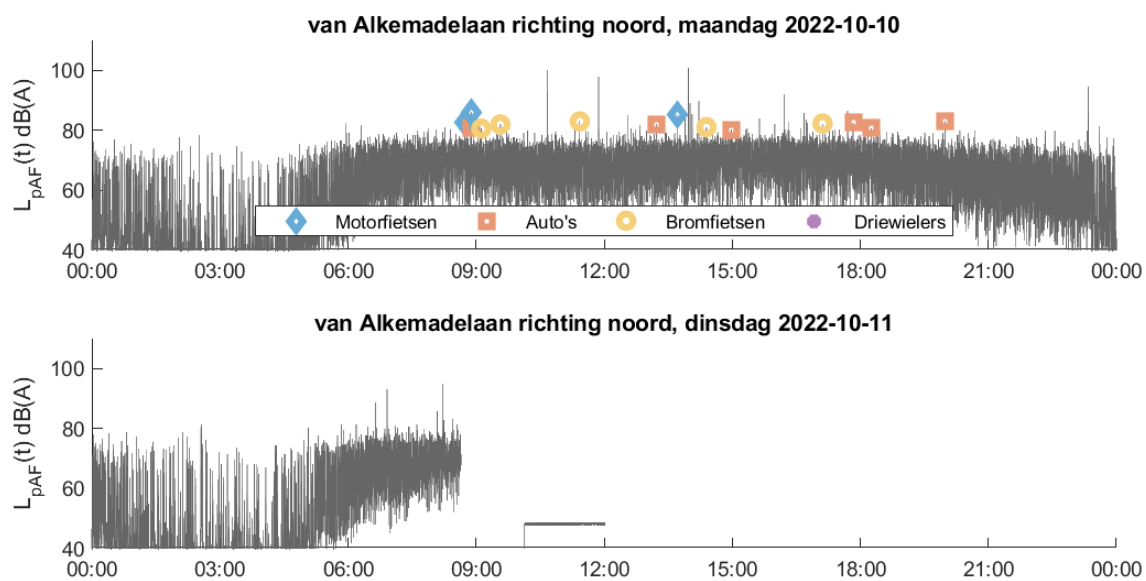
Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
Best practice uitwisseling voor gemeentes	Ja	Nationaal	Geen	Gemeentes
In kaart brengen van hinder (motoren als aparte groep)	Ja	Nationaal/Lokaal	END Actieplan	GGD, RIVM, Gemeentes, RO
Voorlichtingscampagnes Brom- en snorfietsers, scooters	Ja	Nationaal/Lokaal	Geen	Scholen, RO, Dealers
Campagne elektrische voertuigen	Ja	Nationaal	Geen	Zie campagne E-scooters, RO
Bewustzijn geluid in rijopleiding	Ja	Lokaal	Evt. verplichten bij overtreding	Rijopleiding, RO
Voorlichtingscampagnes motorrijders	Ja	Nationaal	Geen	Motorfora en overheid

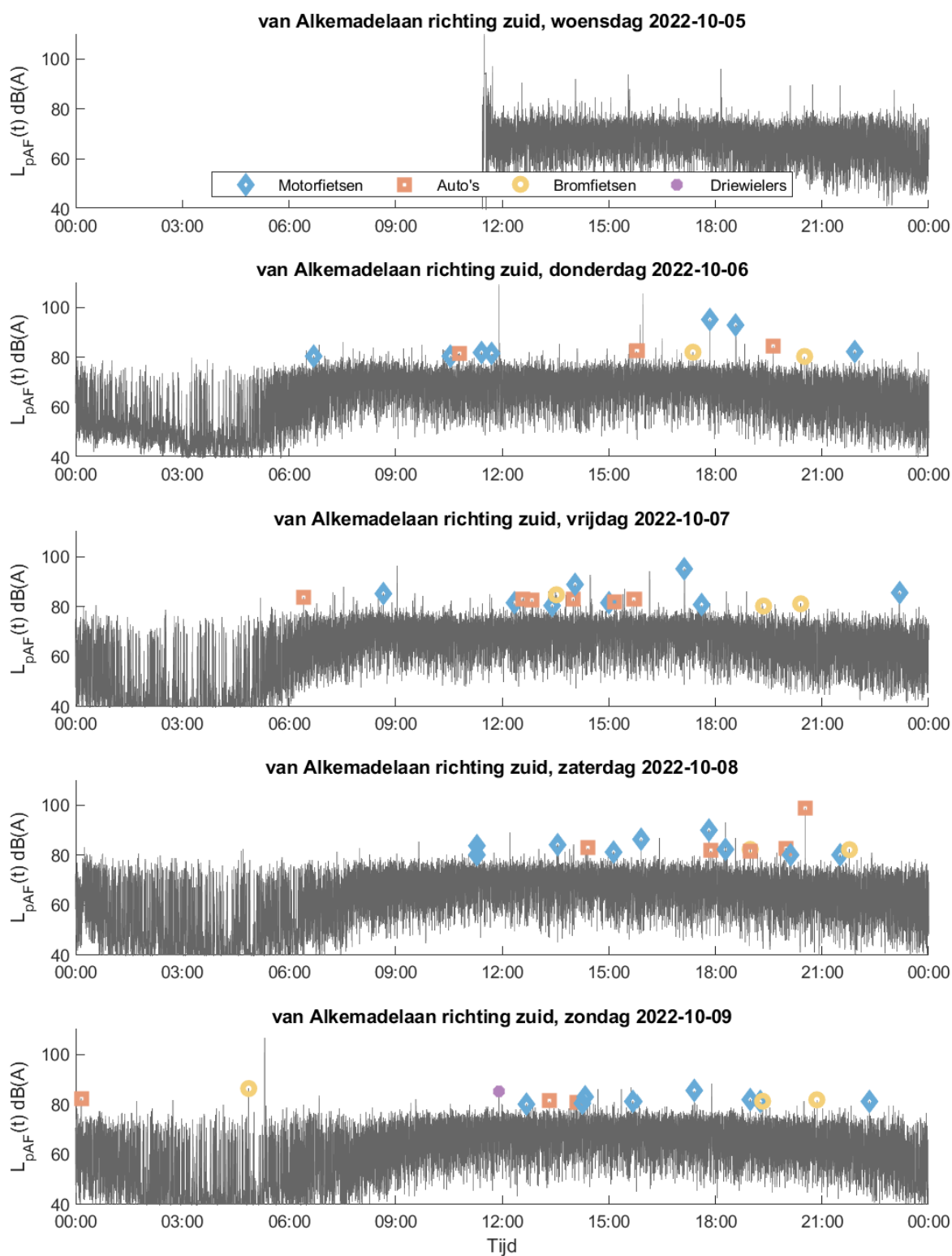
E Niveauverloop grafieken per locatie

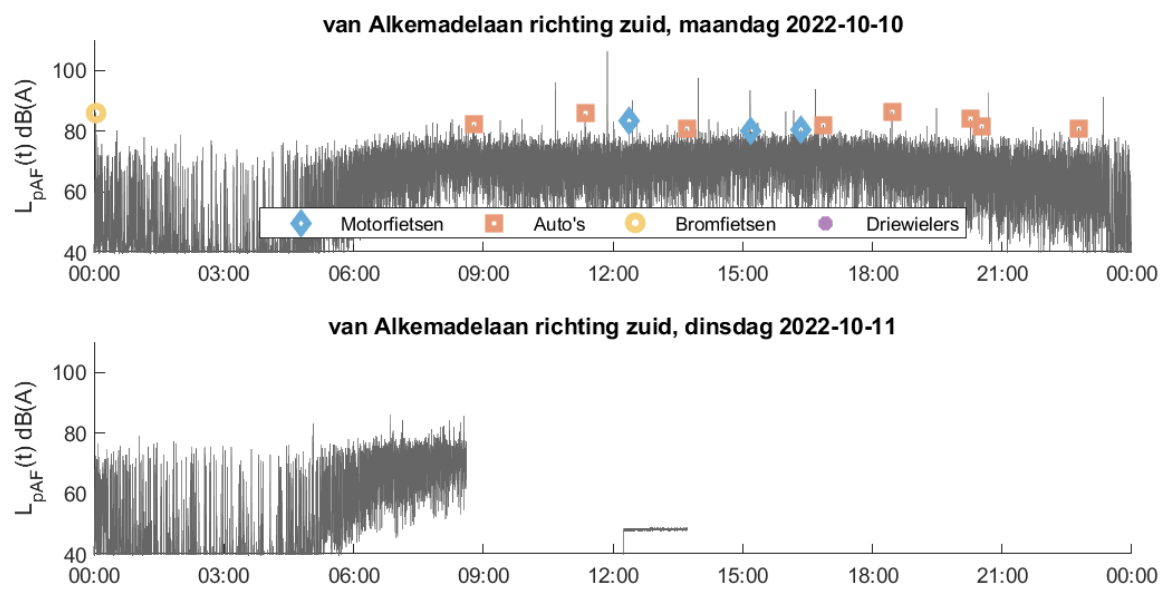
In de onderstaande figuren is het AF-gewogen geluiddrukkniveau als functie van de tijd $L_{pAF}(t)$ weergegeven, voor de drie locaties en beide richtingen, waarbij de geselecteerde luide passages van voertuigen **met bekend kenteken** zijn aangeduid met symbolen. In sommige periodes zijn minder luide voertuigen weergegeven, wegens selectie ten gevolge van regenachtige condities. Het werkelijke aantal luide voertuigen is hoger dan de hier gemarkeerde.

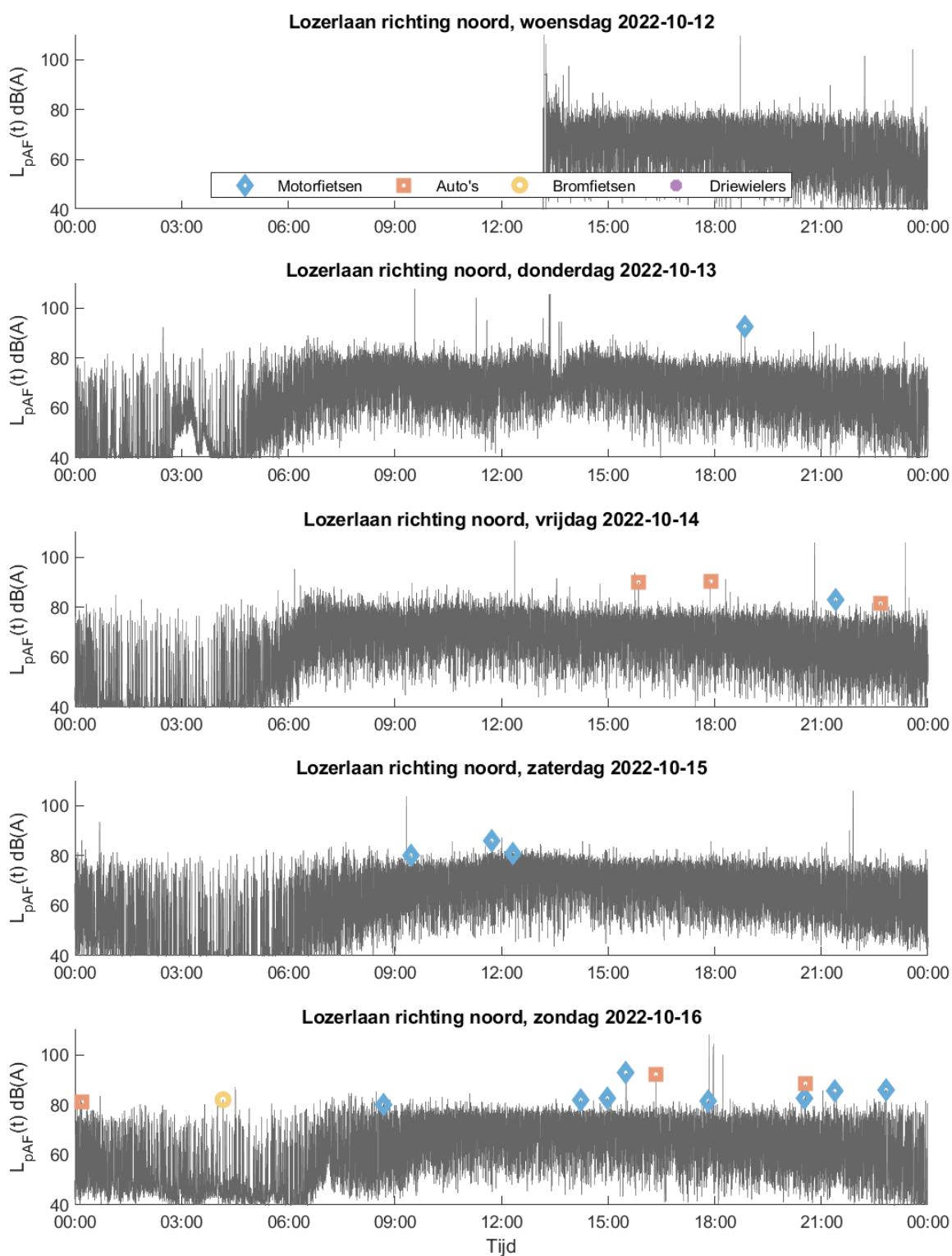
In de figuren zijn ook meer pieken zichtbaar die afkomstig kunnen zijn van andere bronnen of passages waar het voertuiggeluid vermengd was met andere voertuigen, of andere geluiden zoals claxons, sirenes, bouwmachines, muziek, stemmen, honden of vogels dicht bij de microfoons.

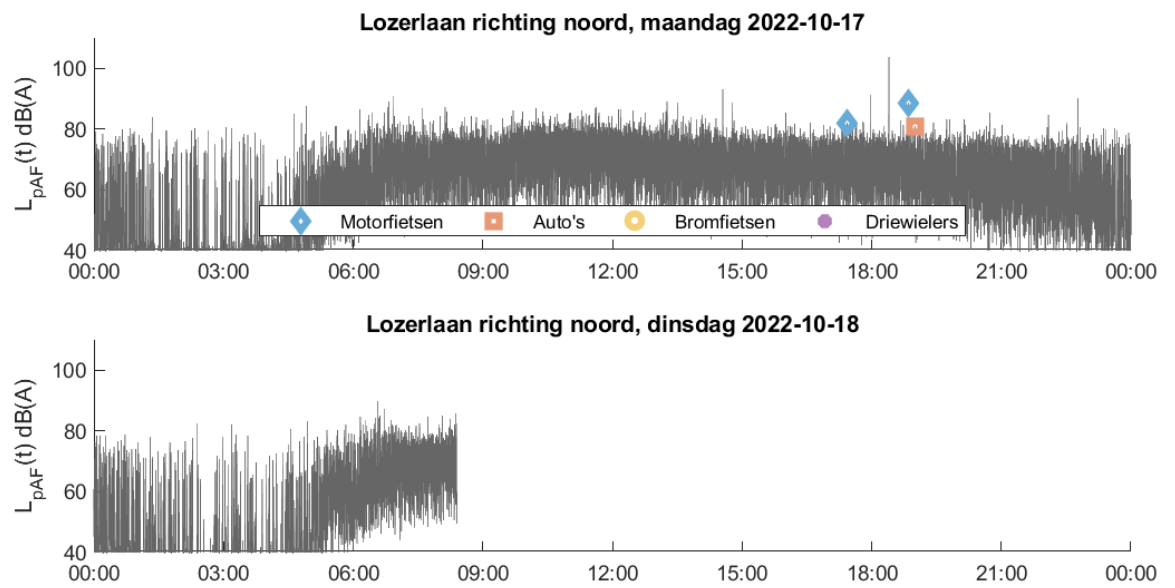


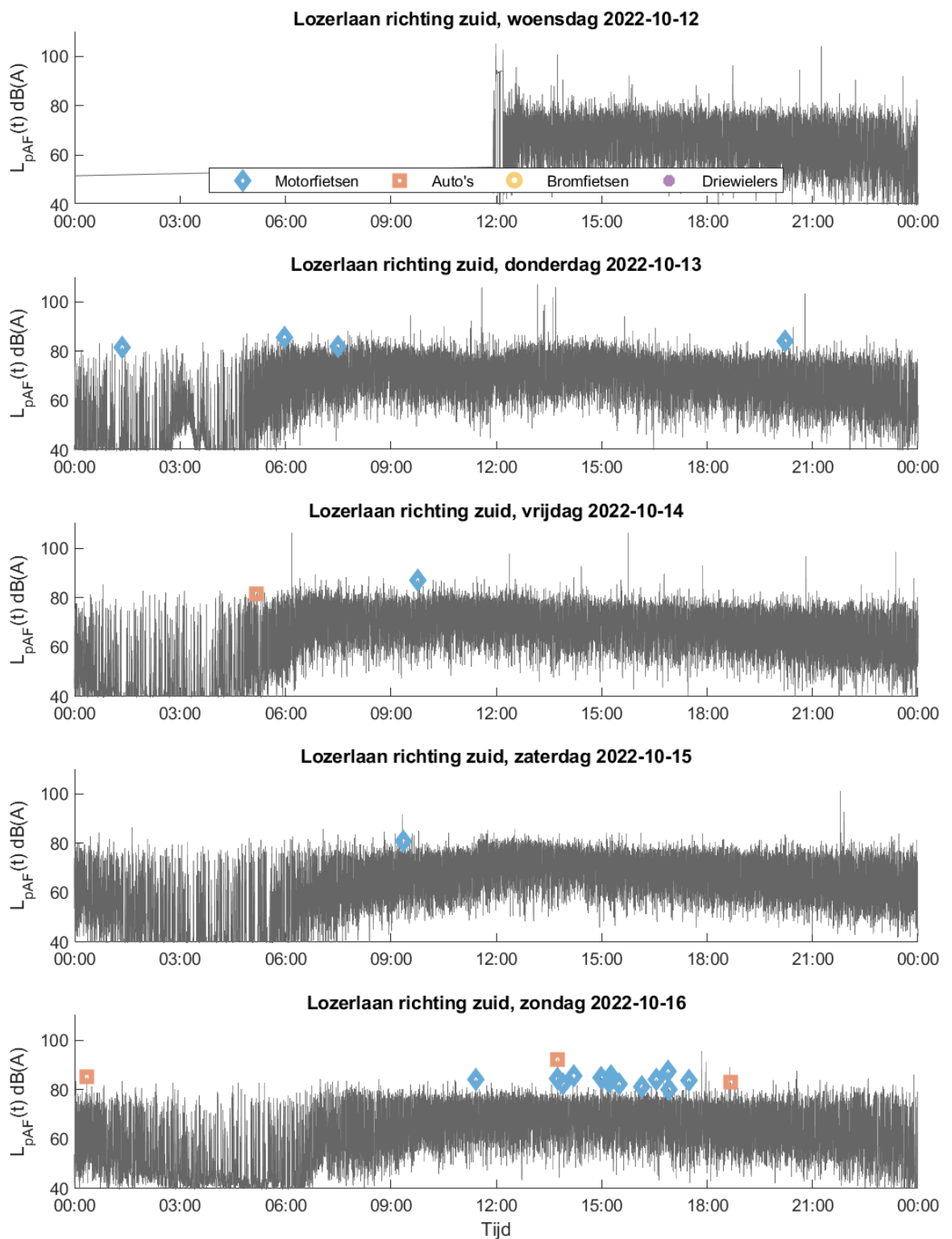


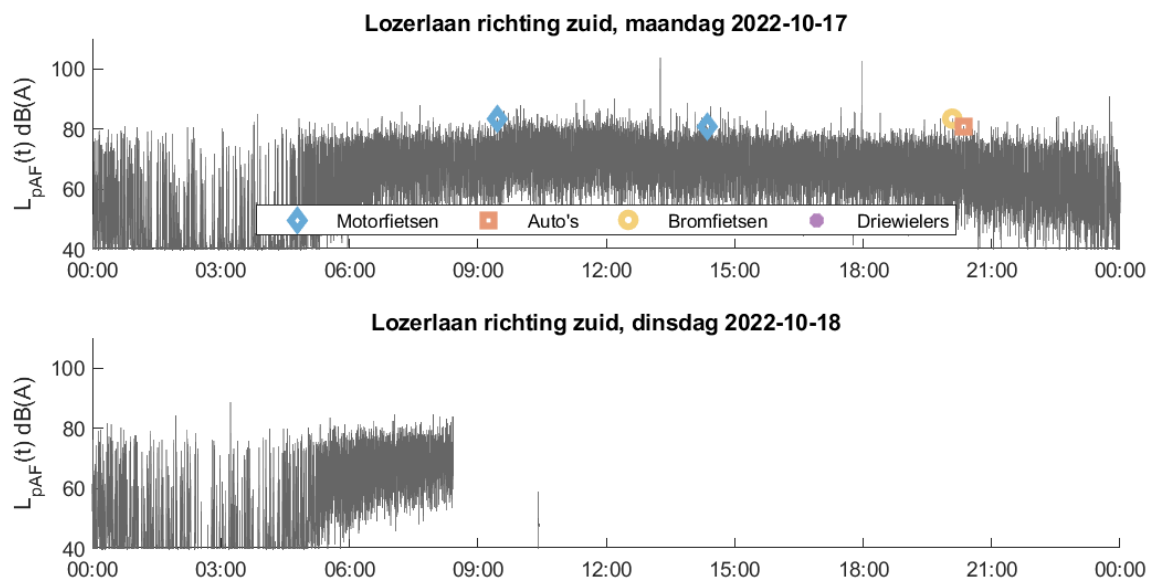


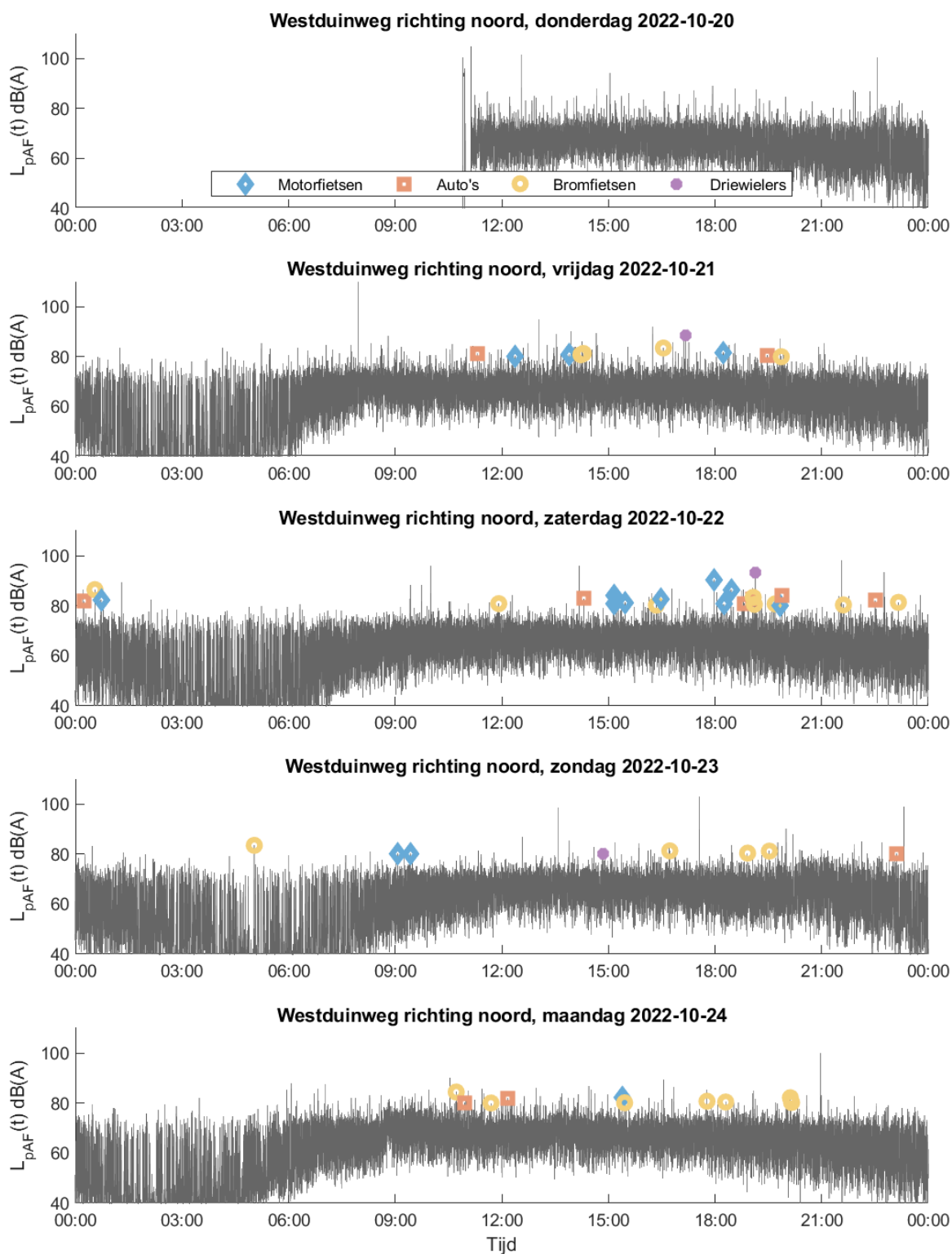


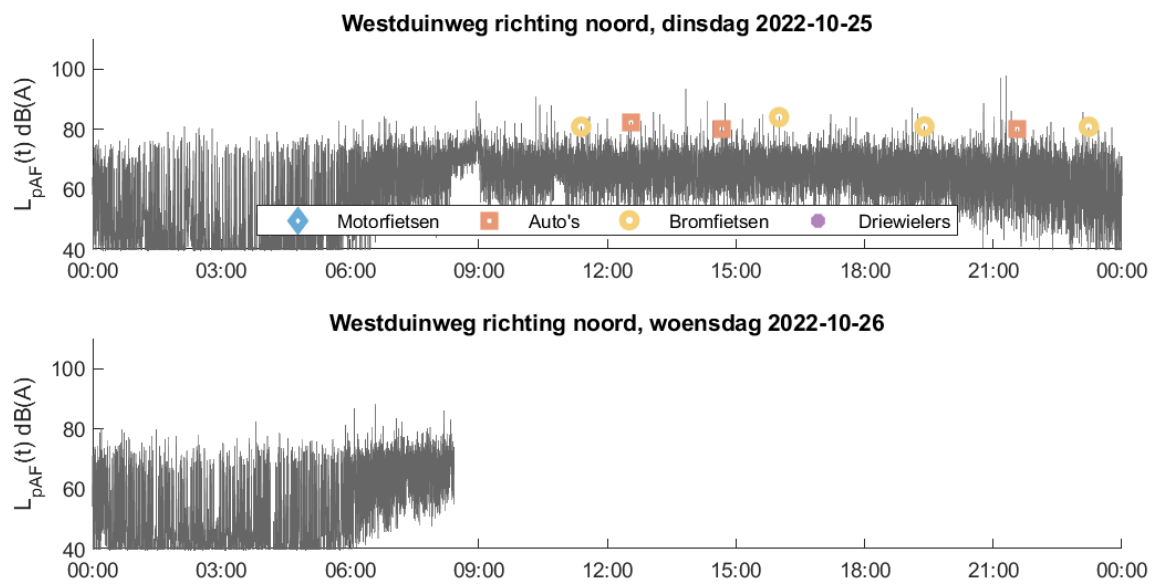


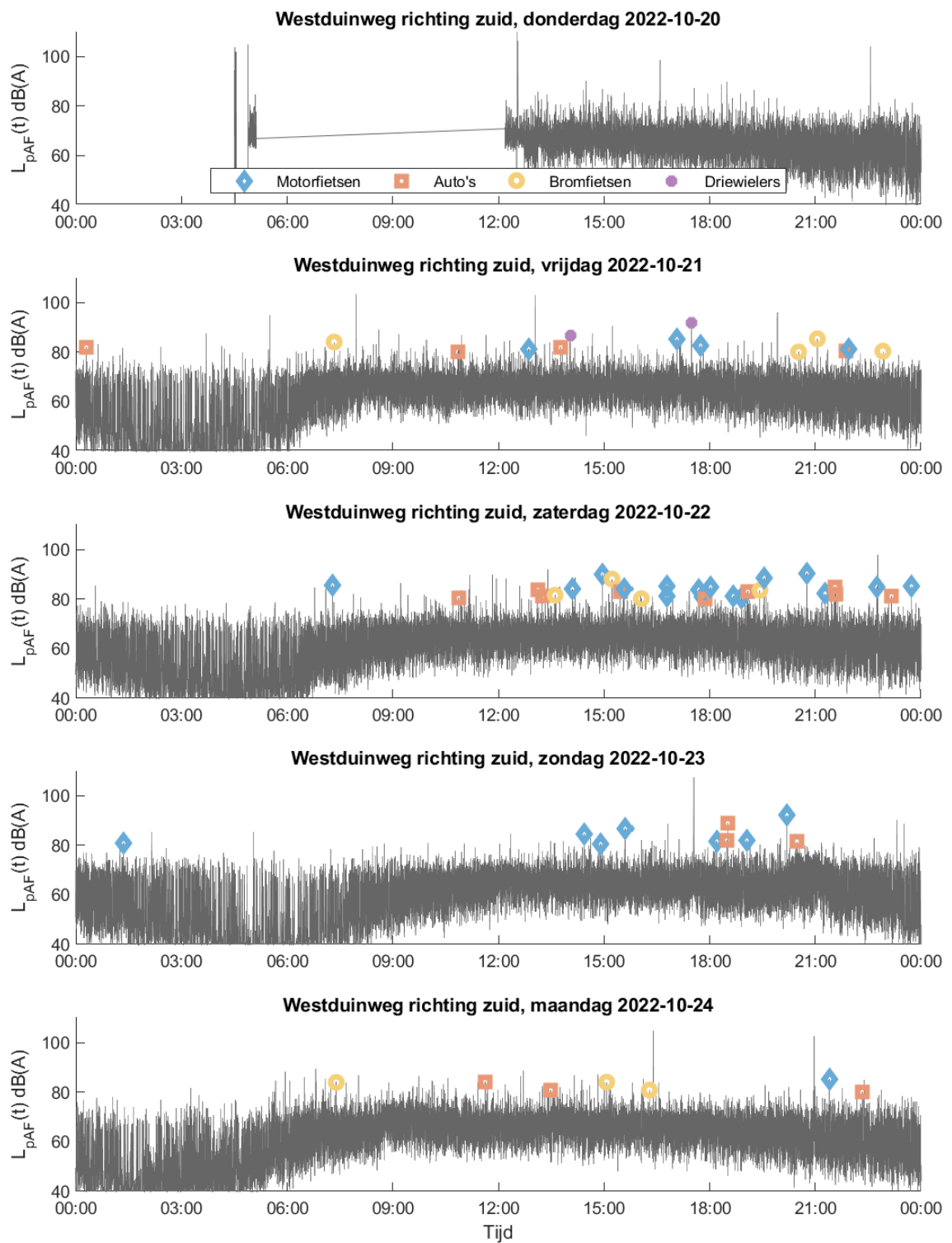


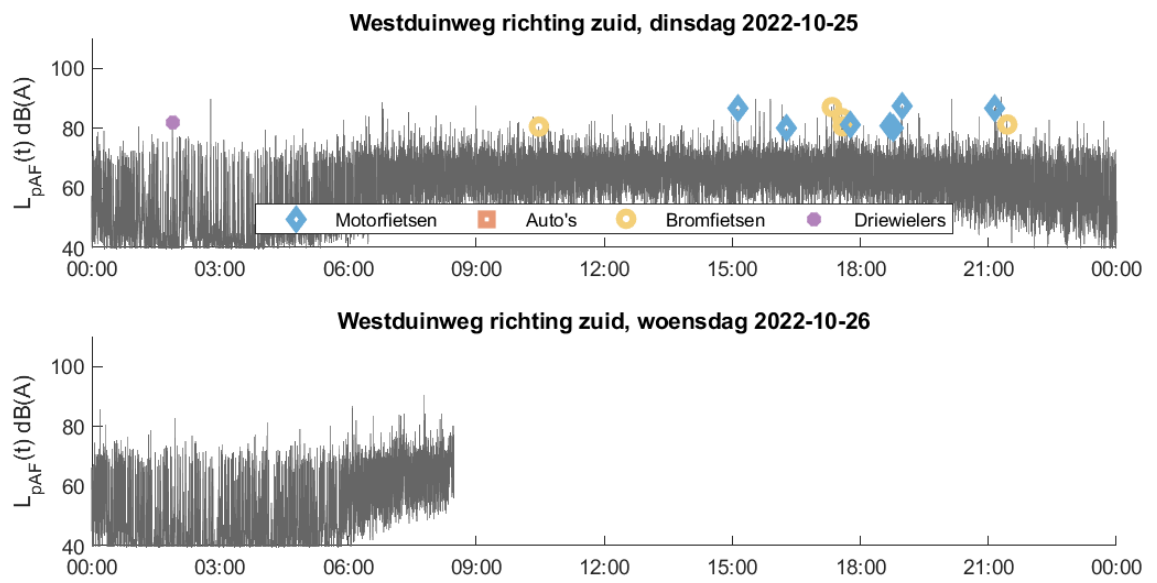






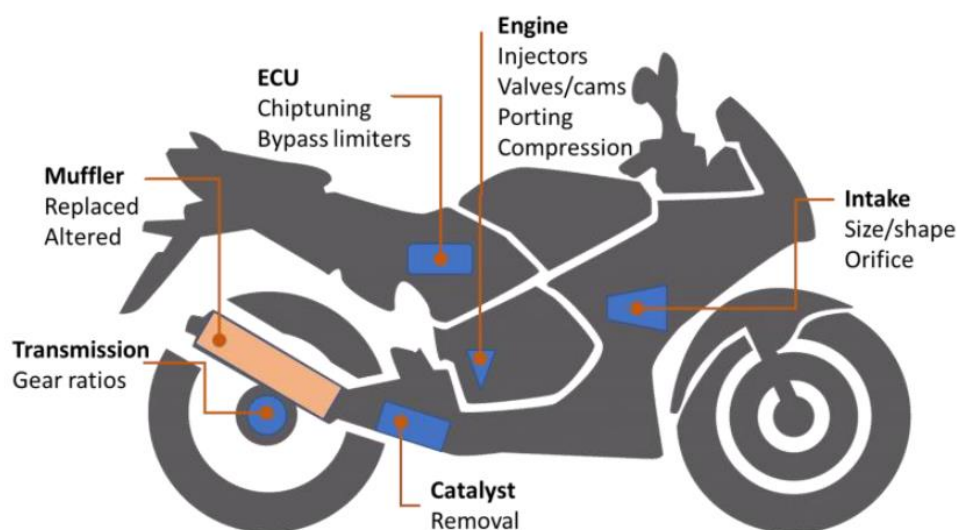






F Voertuigaanpassingen met effect op geluid

Er zijn veel verschillende aanpassingen aan voertuigen die het geluid kunnen doen toenemen. Daarmee hoeft het voertuig niet continu luid te zijn, maar onder zekere condities, bijvoorbeeld hard optrekken, later terugschakelen of hoge snelheid. Enkele mogelijkheden voor motorfietsen zijn weergegeven in figuur F1 (bron: EU project LENS). Bij auto's zijn vergelijkbare aanpassingen mogelijk zij het soms wat lastiger uitvoerbaar. Bromfietsen worden vaak opgevoerd of ontgrendeld (toerental).



Figuur F.1 Voorbeelden van aanpassingen aan motorfietsen die de geluidemissie kunnen verhogen

Opvoeren voor meer vermogen is een van de motieven voor aanpassing, en dat kan ook gepaard gaan met meer geluid. Tot ca. 20% verhoging van het vermogen is wettelijk toegestaan door de RDW. Daarboven, of als andere essentiële aanpassingen worden uitgevoerd, zonder verklaring van de fabrikant, kan dat betekenen dat herkeuring bij de RDW vereist wordt. Meer vermogen betekent meestal ook meer brandstofverbruik en hogere gasdoorstroming. De stromingsweerstand van de diverse kanalen en openingen speelt dan ook mee, daarom zijn er ook allerlei modificaties van de in- en uitlaatgeometrie inclusief de in- en uitlaatpoorten van de motor. Soms is dit ook schakelbaar middels kleppen in de uitlaat of meerdere uitlaatkanalen.

Tuning om specifiek meer geluid te maken is een andere motief. Dit kan vaak met relatief eenvoudige middelen, bijvoorbeeld door vervanging of aanpassing van de uitlaat. Een voorbeeld van tuning dat vooral tot hoge geluidspieken en hinder leidt is de aanpassing van de brandstofinspuiting waardoor knallen in de uitlaat ontstaan. Dit wordt op websites als dienst aangeboden tegen relatief lage kosten, voor zowel auto's als motorfietsen. Googlen op voertuigmerk en 'tuning' levert veel informatie op over de mogelijkheden.

Aanpassingen kunnen gepaard gaan met verslechterde uitlaat emissies en/of verminderde levensduur als ze buiten de originele ontwerpspecificaties vallen.

Hogere mechanische en thermische belasting en slechtere milieuprestaties kunnen hiervan gevolg zijn.

Een voorbeeld is verwijdering van de katalysator, waardoor het voertuig niet meer aan de emissie-eisen voldoet en meer geluid maakt, of wijziging van de cilinder slagvolume (breedte/opboren of slaglengte/krukas).

Als er sprake is van niet- originele, niet gecertificeerde onderdelen, of relevante aanpassingen en het voertuig niet aan de geluidseisen van de typekeuring voldoet, dan is het voertuig eigenlijk niet meer toegelaten op de weg en is herkeuring verplicht.

Sommige onderdelen zijn eenvoudig te verwijderen en terug te plaatsen, zoals de dB-killer, een opzetstuk op de uitlaat die met de hand te verwijderen is, vaak te vinden op vervanguitlaten. Ook is de uitlaat vaak eenvoudig te vervangen of aan te passen, zij het dat dit op moderne motorfietsen volgens de regelgeving niet meer eenvoudig mag zijn.

Enkele voorkomende aanpassingen zijn hieronder in een tabel samengevat, zonder compleet te zijn. Deze zijn in te delen in mechanische en elektronische/software aanpassingen. Oudere voertuigen hebben minder mogelijkheden voor elektronische aanpassingen als er geen boordcomputer is.

Dergelijke aanpassingen worden door de eigenaar of door (tuning)bedrijven uitgevoerd. Meer informatie is terug te vinden onder andere op tuning websites, motor- en autofora, waar een groot aanbod is aan diensten, componenten en tips waarop te letten bij handhaving.

Tabel F.1 Voorbeelden van voertuigaanpassingen die tot geluidtoename kunnen leiden.

Componenten	Handeling	Effect op geluid	Effect op vermogen
Boordcomputer (ECU)	Herprogrammering of vervanging		
	Opvoeren vermogen	Toename bij hogere koppel en/of toerental	Toename
	Aanpassing inspuiting, tijdstip en/of hoeveelheid	Toename en/of knallen in de uitlaat	Toename
	Elektronische ontgrenzing	Toename bij hoge toerentallen	
Mechanische ontgrenzing	Opvoerset	Toename bij hoge toerentallen	Toename
Luchtinlaat + inlaatdemper	Verbreden, vervangen of verwijderen	Toename	Toename
Katalysator	Verwijderen	Toename	Toename
Uitlaat	Verwijderen	Toename	Toename
Uitlaat	Vervangen door non-compliant uitlaat	Toename	Mogelijk toename
Uitlaat	Vervangen door compliant uitlaat die toch luider is	Toename	
Uitlaat	Gat boren	Toename	
Uitlaat	Inwendige delen beschadigen of verwijderen	Toename	
Motor	In- en uitlaatpoorten veranderen	Toename	
	Compressie veranderen	Toename	
	Slagvolume veranderen, boring en/of slaglengte	Toename	
	Inspuitsysteem/nokkenas	Toename	
Transmissie	Overbrengverhouding	Toename	