

TNO-rapport

TNO 2023 R10157b

Monitoring luide voertuigen in Rotterdam

Defensie & Veiligheid
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum	Mei 2023
Auteur(s)	Ir. M.G. Dittrich, P.W. Wessels MSc, Ing. F.H.M. Staats
Rubricering rapport	TNO Publiek
Aantal pagina's	109 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	6
Opdrachtgever	Gemeente Rotterdam
Projectnaam	Monitoring luide voertuigen Rotterdam
Projectnummer	060.48986

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	9
2.6	Nieuwe geluidlabels luide voertuigen	9
2.7	Verwerking en analyse	10
3	Meetlocaties en meetopstelling	13
3.1	Locatie Witte de Withstraat	14
3.2	Locatie Nieuwe Binnenweg	17
3.3	Locatie West-Kruiskade	20
4	Statistieken en analyse	23
4.1	Verkeer	23
4.2	Rijsnelheden	24
4.3	Luide passages	25
4.4	Geluidniveau volgens typekeuring	27
4.5	Verdeling luide passages in de tijd	29
4.6	Voertuigleeftijd	30
4.7	Cilinderinhoud	32
4.8	Merken luide voertuigen	32
4.9	Herhaalde passages	33
4.10	Buitenlandse voertuigen	34
4.11	Akoestische kenmerken	35
4.12	Tonaal geluid, hoogtoerig optrekken en hard rijden	35
4.13	Verdeling naar geluidlabel	36
4.14	Uitlaatknallen	37
4.15	Relatie geluidspectrum met type voertuig	37
4.16	Oorzaken van hoge geluidniveaus	39
4.17	Samenvatting meetresultaten	39
5	Potentiële maatregelen	41
5.1	Recente ontwikkelingen en studies	41
5.2	Maatregelen Infrastructuur	43
5.3	Maatregelen voertuigen	44
5.4	Maatregelen weggebruikers	45
5.5	Voorlichting en communicatie	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 Rotterdam 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 geluidsniveaus te achterhalen, en dit te vertalen naar potentiële maatregelen ter vermindering. Dit onderzoek past in het kader van een reeks metingen in de G4 steden waar vergelijkbare hinder geconstateerd is. Specifieke factoren zoals bijvoorbeeld infrastructuur, verkeerssamenstelling en populaire routes maken echter dat er ook verschillen zijn tussen de steden en de potentiële maatregelen voor de aanpak.

De gekozen locaties zijn geselecteerd op basis van bekende hinder door piekgeluiden van zowel motorfietsen, scooters, auto's en hulpvoertuigen (sirenes). Voor deze metingen in Rotterdam is gefocust op drukke wegen in de binnenstad met één of twee rijstroken met veel horeca en winkels in de buurt. Dit geeft een aanvulling op eerder onderzoek in Amsterdam, waar langs S-wegen (hoofdwegen in de stad) is gemeten, en in een woon/winkelstraat [1]. Op grotere doorgaande wegen wordt harder gereden en is de verkeersstroom meer continu, met hoger gemiddeld niveau van het achtergrondgeluid.

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 geluidsniveaus 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 verschillende 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 Rotterdam is bekend dat er in de buurt van horeca en langs bepaalde S-wegen hinder is, waar soms ook rondes worden gereden. Uit eerder onderzoek door Munisense en TNO [2] was ook geconstateerd dat er sprake was van herhaald rondjes rijden door een beperkt aantal luide voertuigen (auto's).

Rotterdam zet in op handhaving door de politie om de extreme overlast tegen te gaan. Echter wegens de beperkte capaciteit wordt ook gezocht naar andere maatregelen zoals geluidflitspalen, die echter nog niet beschikbaar zijn of aan alle technische en juridische eisen voldoen. 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. Doorgaande routes in de stad zijn echter altijd druk en veroorzaken hogere gemiddelde geluidsniveaus het hele jaar door. Auto's zijn minder afhankelijk van het weer dan gemotoriseerde tweewielers, daarom zijn luide auto's daarom het hele jaar door te verwachten.

De eerste meting in Rotterdam vond plaats eind augustus 2022 gedurende vijf dagen inclusief een weekend. De tweede en derde meting vonden gelijktijdig plaats in september 2022, gedurende twee weken. 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 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, zij het niet altijd continu. Ze kunnen leiden tot ernstige hinder, overlast en soms schrikreacties of slaapverstoring. In kleinere of minder drukke straten vallen piekgeluiden al bij lagere niveaus op.

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. 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.

De typekeuringsdata van wegvoertuigen (voor toelating van nieuwe modellen) omvatten al een passageniveau op 7.5 m afstand en een stationair controleniveau op 50 cm schuin achter de uitlaat (standgeluid). 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, mede gezien de lagere rijsnelheden op deze locaties. 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 geluidniveaus 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 Rotterdam speelt specifiek de aanwezigheid van zijstraten en parkeerplaatsen bij winkels, waardoor er veel afslaand of inparkerend verkeer is, kerende voertuigen, overtekende voetgangers en fietsers. De gemiddelde snelheid is laag.

Verder spelen ook locatie-specifieke aspecten een rol die de verkeerssamenstelling bepalen, zoals aanvoerroutes naar recreatieve attracties, horeca, toeristische bestemmingen of touringroutes. Op alle 3 meetlocaties in Rotterdam is sprake van terrassen aan de straatrand, waardoor ook sprake is van zien en gezien/gehoord worden.

2.3 Keuze meetlocaties

Meetlocaties zijn geïdentificeerd op basis van informatie van de gemeente over geluidshinder. De locaties zijn ook bezocht en beoordeeld op geschiktheid (niet te complex). Zo is bijvoorbeeld niet gekozen voor locatie de Meent omdat daar veel horecageluid is en een geschikte meetpositie lastig te kiezen is, of voor de naastgelegen straat Haagseveer waar bouwwerkzaamheden gepland waren.

2.4 Meetsystemen

Het meetsysteem 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.

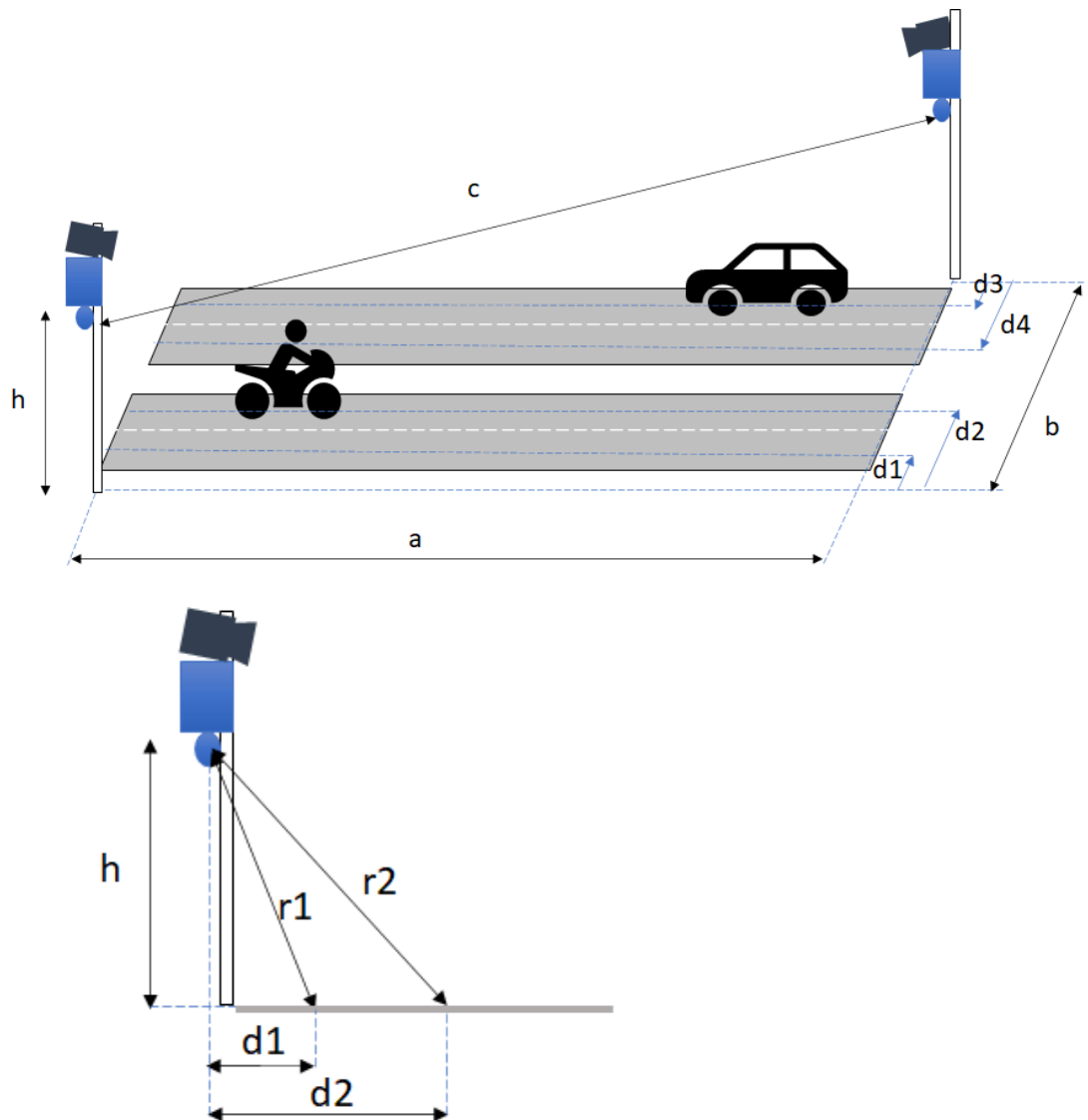
De opstelling staat schematisch in figuur 1. Er werden steeds twee meetsystemen geplaatst aan weerszijden van de weg, dicht op de rijbaan, deels waar wordt opgetrokken en zodanig dat de systemen in elkaars beeldbereik liggen. Achterliggend idee is dat uit de positionering ook akoestische informatie te halen is, maar vooral aan welke kant van de weg het hoogste niveau optreedt.

De meetsystemen waren direct 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. Voor een weg van één rijbaan met 2 rijstroken vervallen $d2$ en $d4$.

2.5 Dataopslag

De ruwe data van video, kentekens, rijsnelheden en geluidsignalen werd standalone opgeslagen bij TNO. De privacygevoelige data werd na afloop verwijderd, dus kentekens, beelden waarop kentekens en personen herkenbaar zijn en herkenbare stemmen. Geanonimiseerde (niet herkenbare) data van de relevante passages wordt bewaard voor nader onderzoek. Hiermee is de privacy gewaarborgd. 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 80 dB(A). Voor deze momenten is 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). Verder kan geluid ook afkomstig zijn van de verre rijstrook of van buiten het bereik van de registratiecamera's. 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 rijsnelheid 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 als octaafspectra), level histories, de maximale stijgtijd, de SEL (Sound exposure level), verschil hoog- en laagfrequent geluid (Deltalohi), laagfrequent indicator L_{Lin-LA} , sterkste frequentiepieken en dynamisch bereik binnen de passage (prominence, voor 4s en 20s). Daarnaast wordt ook een reeks kenmerken opgeslagen die bepaalde bronnen kwantificeren zoals claxons, sirenes, impacts, stemmen, harmonische frequenties en hun verloop.

2.6 Nieuwe geluidlabels luide voertuigen

Nieuwe geluidlabels zijn hier ontwikkeld die specifiek zijn voor luide voertuigen. Zij zijn op het gehoor goed herkenbaar, en zijn meestal gerelateerd aan het toerental, dat sterk bepalend is voor het geluidniveau. Met name de observaties in kleinere straten met lagere snelheden en veel kruisingen was aanleiding voor deze ontwikkeling, omdat daar meer sprake was van kortstondige toerentalvariaties. De geluidlabels zijn te verbinden met bepaald gedrag, zoals bijvoorbeeld onnodig gas geven, hard accelereren, of met voertuigmodificaties zoals bijvoorbeeld luide uitlaat of knallende uitlaat.

Een overzicht staat in tabel 1. De geluidlabels zijn beschrijvend en worden uniek toegekend aan luide voertuiggeluiden. Zij worden bepaald op basis van complexere algoritmes. De randcondities waarvoor de geluidlabel wel of niet wordt toegekend zijn nog onzeker en verdienen doorontwikkeling. Zo zijn er situaties waarbij een

korte toerental stoot met een uitlaatknal kan worden verwisseld, of met een snelle acceleratie. Mogelijk is deze lijst uit te breiden of te verbeteren. Maxpeakprominence is een kwantitatieve grootte voor de sterkte van het uitlaatgeluid. Een hoge waarde duidt op een aangepaste of niet goed functionerende uitlaat. Dit is echter nog niet eenduidig met een vaste grenswaarde te verbinden zonder fysieke controles van uitlaten en vergelijkende analyse.

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.

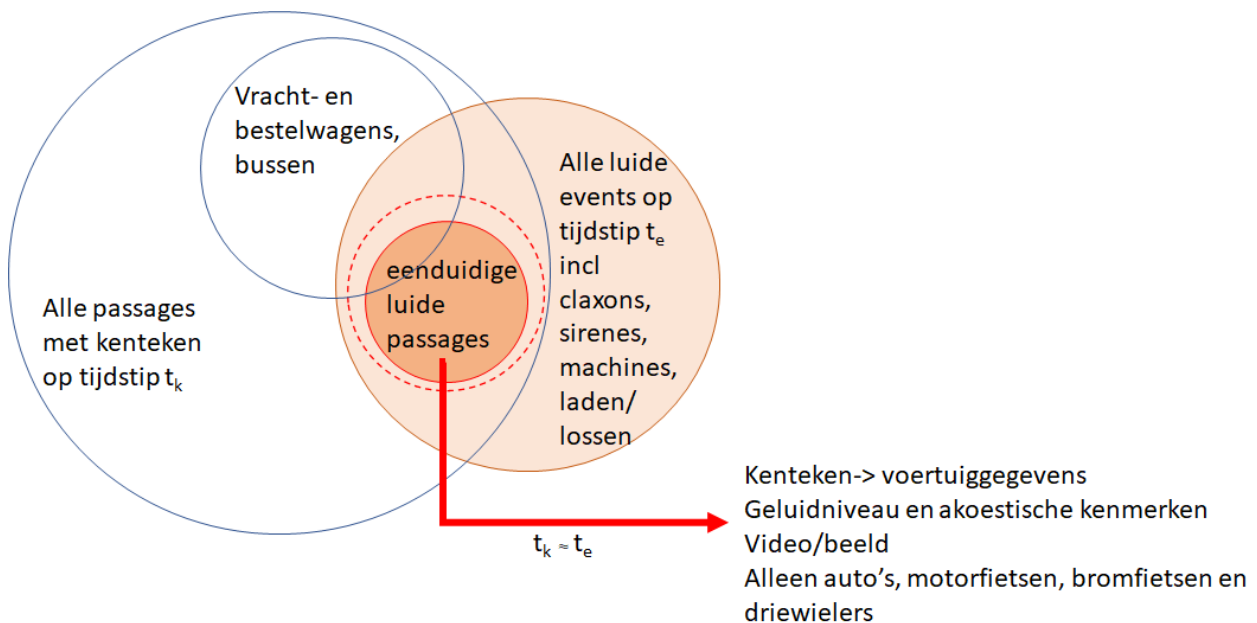
2.7 Verwerking en analyse

De akoestische kenmerken (tabel in bijlage B) 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 de metingen in Amsterdam zijn er nieuwe kenmerken toegevoegd voor detectie van verbrandingsmotoren en de overige, uit te sluiten bronnen zoals onder andere sirenes, claxons, stemmen en impacts.

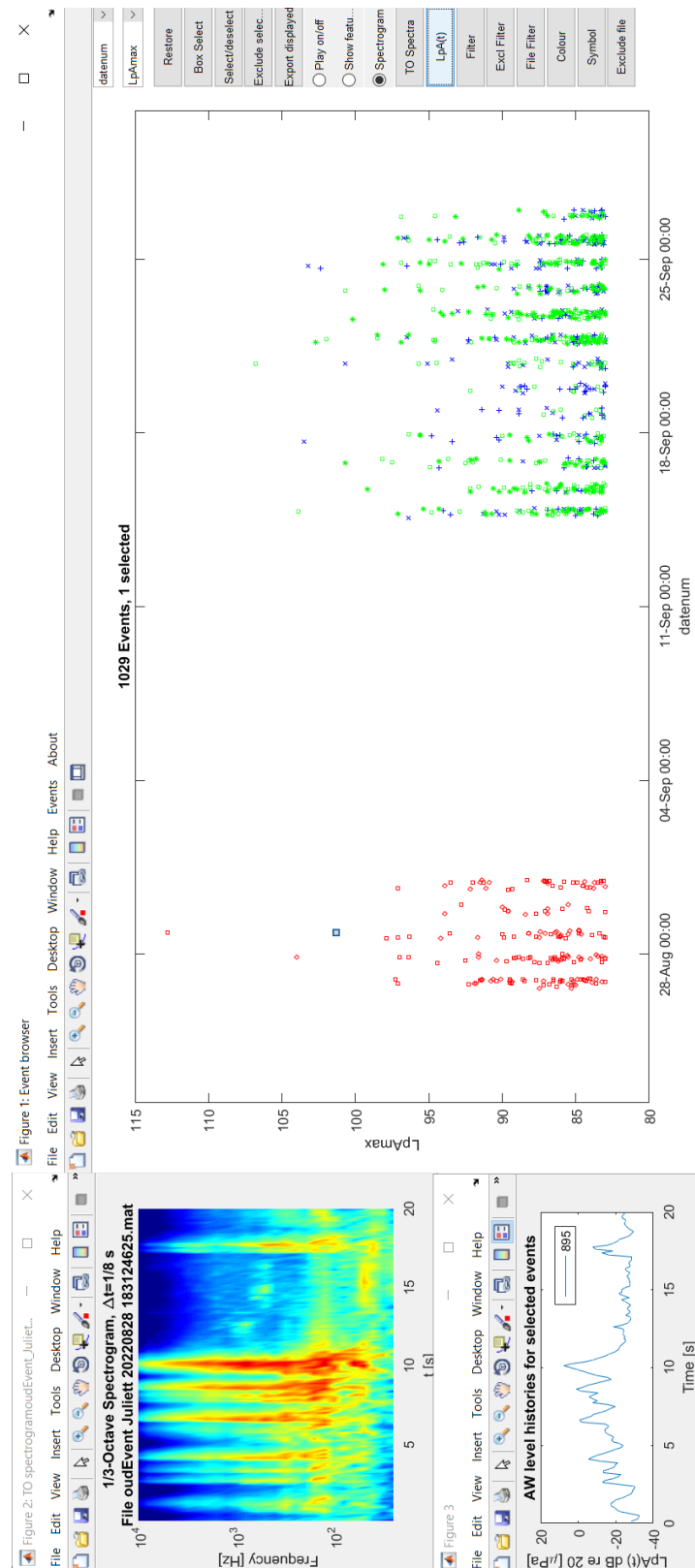
De geluiden worden gegroepeerd op basis van de akoestische kenmerken. Deze worden grafisch uitgezet, waarbij interactief visueel en auditief wordt geverifieerd of bepaalde bronnen in één groep terechtkomen. Voorbeelden van deze weergave staan in hoofdstuk 4 en in bijlage B.

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.

Ten behoeve van dit onderzoek is een aanvulling op het eerder gebruikte clusteranalyse gemaakt, een zogenaamde Event Browser waarmee de luide events kunnen worden getoond als functie van de verschillende akoestische kenmerken, hetgeen een betere groepering en selectie van soorten events mogelijk maakt. Ook kunnen events kort achtereen worden beluisterd. Een afbeelding van deze tool staat in figuur 3. Hierin zijn de 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. De meetperiode 14:00-02:00 is zichtbaar. Alle events kunnen interactief worden geselecteerd en hun akoestische en voertuiggegevens opgevraagd. Andere voorbeelden van de weergave van de event browser staan in bijlage C.



Figuur 2 Selectieproces voor luide voertuigpassages.

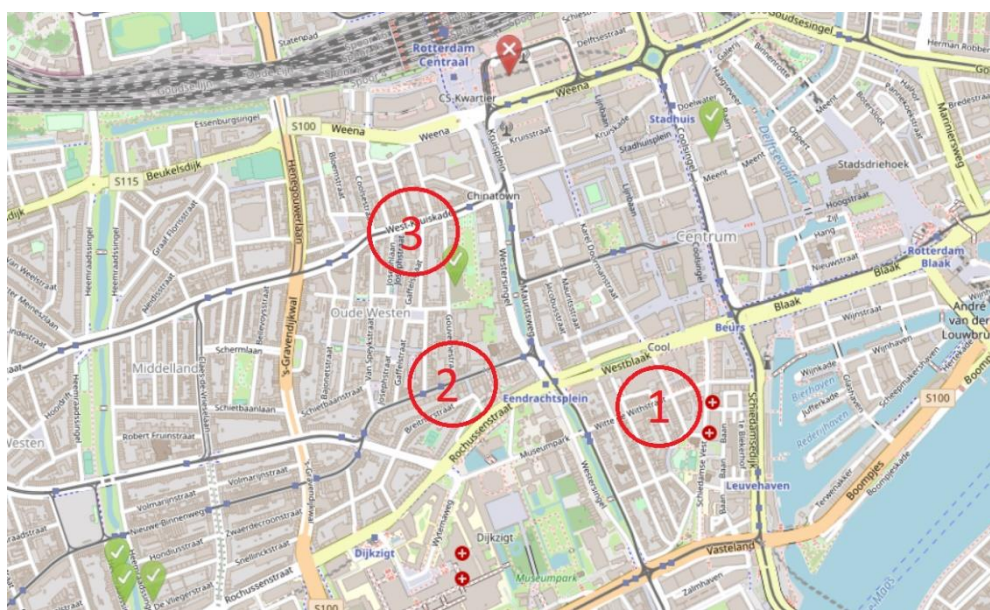


Figuur 3 Event Browser voor selectie, groepering en weergave van luide events. Hier getoond met tijdstip versus L_{pAFmax} -niveau van de luide voertuigen boven de 83 dB(A), met links een spectrogram en niveauverloop (onder) van een sterk fluctuerend toerental van een motorfiets. De kleuren en symbolen in de Event Browser duiden de meetlocatie en meetpost aan.

3 Meetlocaties en meetopstelling

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

- 1 Witte de Withstraat, ter hoogte van kruising Hartmanstraat.
- 2 Nieuwe Binnenweg, ter hoogte van de Hobokenstraat.
- 3 West-Kruiskade, ter hoogte van de Sint Mariastraat.



Figuur 4 De drie meetlocaties in Rotterdam.

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 Witte de Withstraat ter hoogte van de Hartmanstraat	26-31 aug 2022	30 km/h	1 Een- richtings verkeer	d1=3,5 m d2=nvt d3=3,5 m d4=nvt	a=30,5 m b=7 m c=31,3 m	Droog en vaak zonnig, 9-24 graden Gemiddelde windsnelheid < 8 m/s
2 Nieuwe Binnenweg ter hoogte van de Hobokenstraat	14-27 sep 2022	50 km/h	2 x 1 +trams	d1=2,5 m d2=5 m	a=29 m b=10 m c=30,7 m	Veel regen in de eerste week, daarna wisselend, 6-20 graden Gemiddelde windsnelheid < 8 m/s
3 West-Kruiskade ter hoogte van de Sint Mariastraat	14-27 sep 2022	50 km/h	2 x 1 +trams	d3=2,5 m d4=5 m	a=60 m b=15 m c=62 m	Veel regen in de eerste week, daarna wisselend, 6-20 graden Gemiddelde windsnelheid < 8 m/s

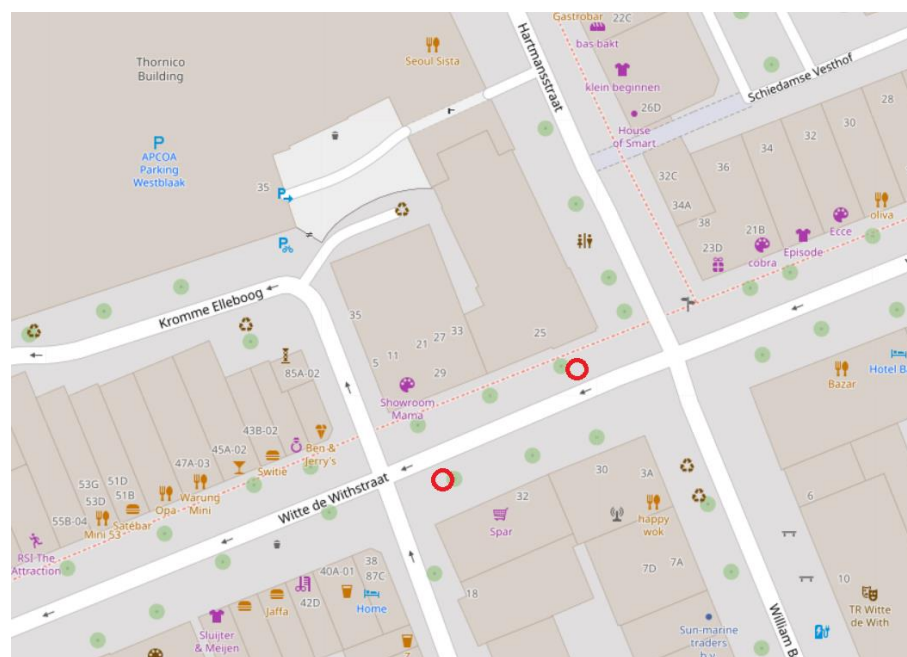
3.1 Locatie Witte de Withstraat

De Witte de Withstraat is een doorgaande eenrichtingsweg met veel horeca en terrassen niet ver van het centrum. Tussen de meetpunten liggen een hotel en een supermarkt. Door de ligging en de aanwezige horeca en winkels is het een drukke straat zowel in de avond als overdag. De bebouwing aan weerszijden zorgt voor reflecties. De snelheidslimiet was in februari 2022 aangepast van 50 km/h naar 30 km/h. Dit is onderdeel van de bredere invoering van de 30 km/h limiet binnen de bebouwde kom. De nieuwe limiet is hier echter nog beperkt aangegeven.

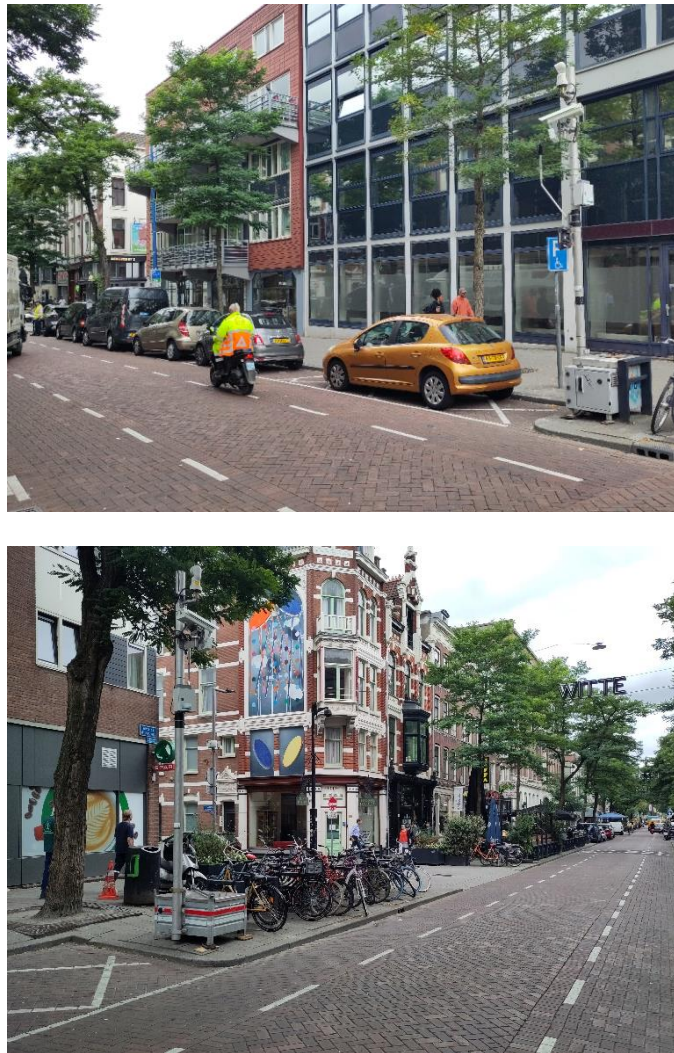
Fietsen en bromfietsen rijden in beide richtingen. De meetposten staan aan weerszijden van de weg, maar wel met de ANPR camera's in dezelfde richting wijzend. Hierdoor zijn geen kentekens geregistreerd van bromfietsen in de andere richting.

Metingen zijn hier uitgevoerd in de periode 26 augustus tot en met 31 augustus 2022, steeds in de tijdvenster van 14:00-02:00.

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



Figuur 5a Kaart met meetposities Witte de Withstraat (eenrichtingsverkeer) aangegeven in het rood. Bron: Openstreetmap.



Figuur 5b Meetlocatie Witte de Withstraat met meetposten, boven: meetpost 1 noordzijde (cam01), onder: meetpost 2 zuidzijde (cam02). Beide camera's zijn naar het Westen gericht wegens eenrichtingsverkeer.



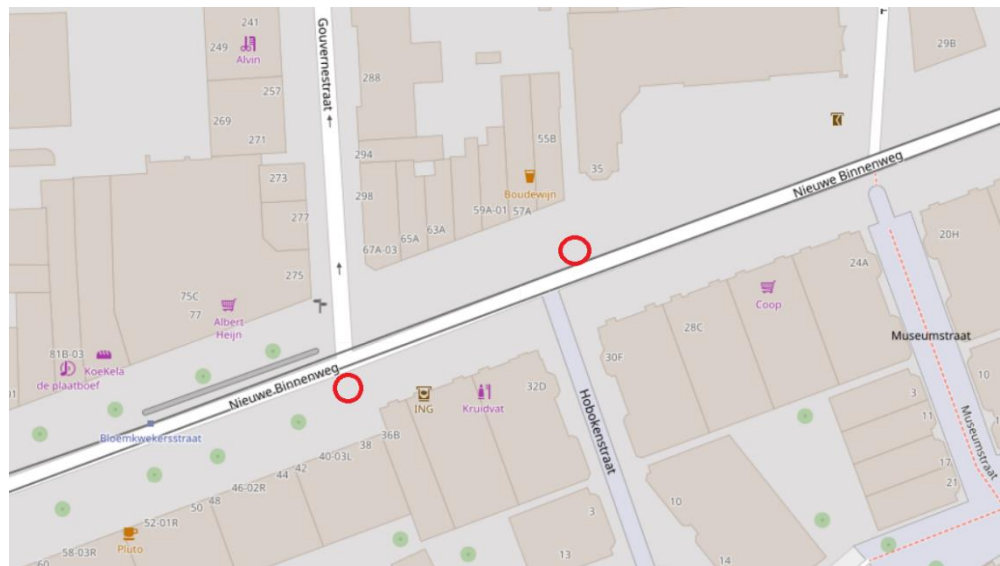
Figuur 5c Camerabeelden op locatie Witte de Withstraat beide met zicht in dezelfde richting.

3.2 Locatie Nieuwe Binnenweg

De Nieuwe Binnenweg is een doorgaande weg en heeft op de meetlocatie enkele rijstroken met twee tramsporen. Er zijn winkels met woningen erboven aan beide zijden waardoor reflecties kunnen optreden.

Metingen zijn hier uitgevoerd van 14 tot en met 27 september 2022. Deze langere meetperiode was wegens regenachtig weer in de eerste week.

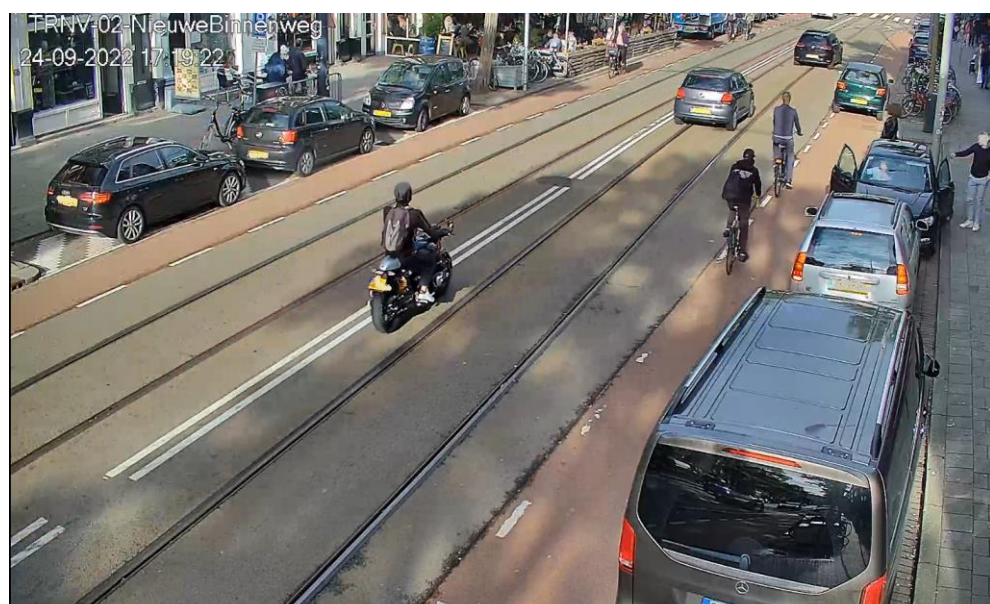
De locatie op de kaart met posities van de meetposten staat in Figuur 6a, foto's van beide meetposten in Figuur 6b. Videocamera beelden staan in Figuur 6c.



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



Figuur 6b Meetlocatie Nieuwe Binnenweg met meetposten.
Foto boven: Meetpost 1 noordzijde (cam01), onder meetpost 2 zuidzijde (cam02).

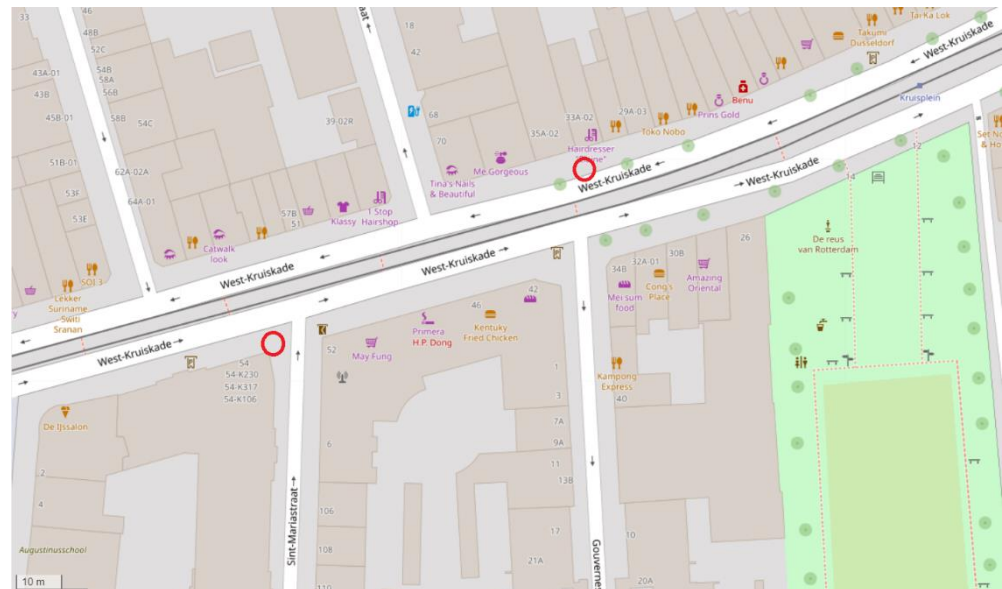


Figuur 6c Camerabeelden op locatie Nieuwe Binnenweg.

3.3 Locatie West-Kruiskade

De West-Kruiskade is een drukke doorgaande weg met twee rijstroken, en daarin twee tramsporen, met winkels en meerlaags woningen. Ook hier treden reflecties op.

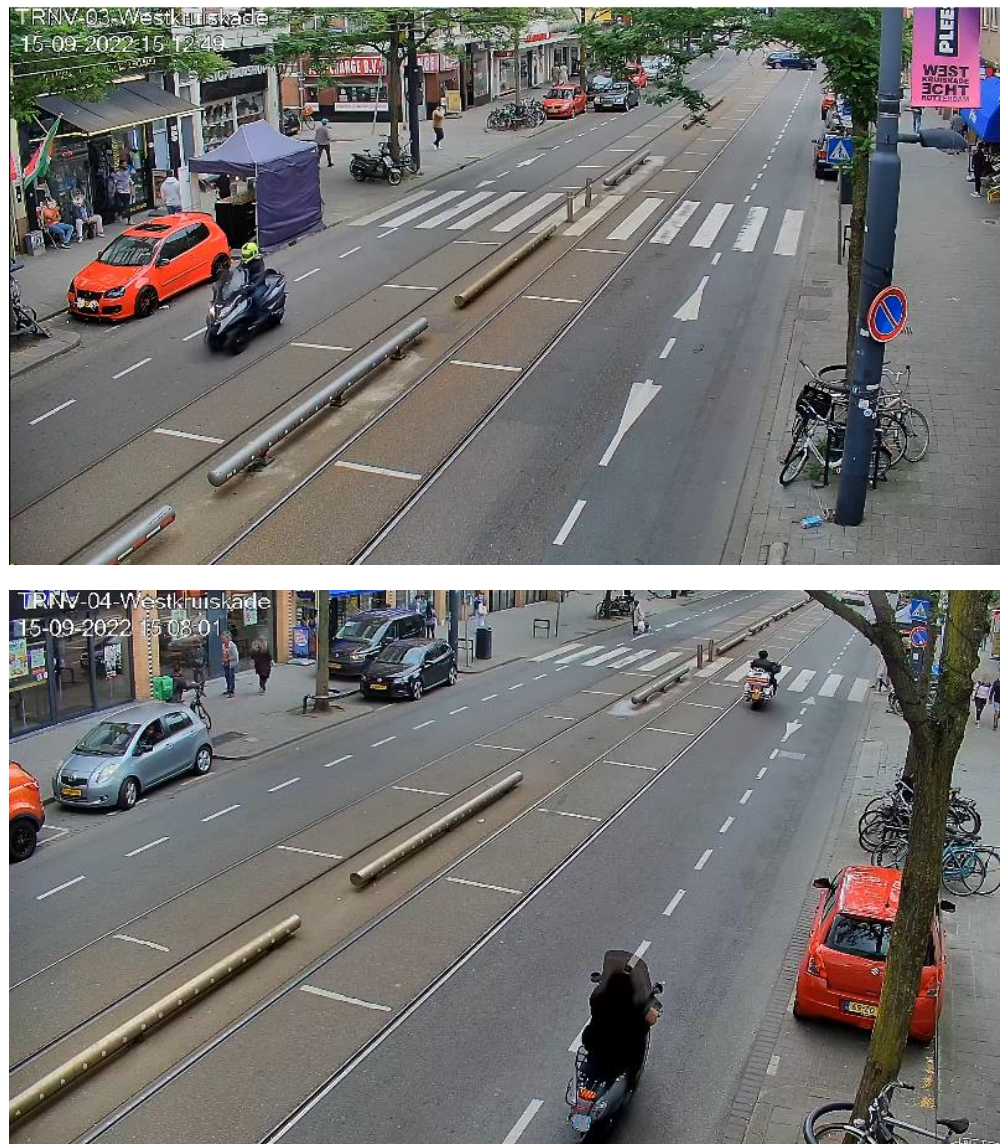
De metingen zijn hier uitgevoerd van 14 tot en met 27 september 2022, tegelijk met de Nieuwe Binnenweg. De positie van de meetposten op de kaart staan in Figuur 7a, foto's van de meetposten in Figuur 7b en camerabeelden staan in Figuur 7c.



Figuur 7a Kaart met meetposities op de West-Kruiskade. Bron: Openstreetmap.



Figuur 7b Meetlocatie West-Kruiskade met meetposten. Foto links: meetpost 1 (cam03), rechts: meetpost 2 (cam04).



Figuur 7c Camerabeelden op locatie West-Kruiskade.
Boven: meetpost 1 cam03, onder: meetpost 2, cam04.

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

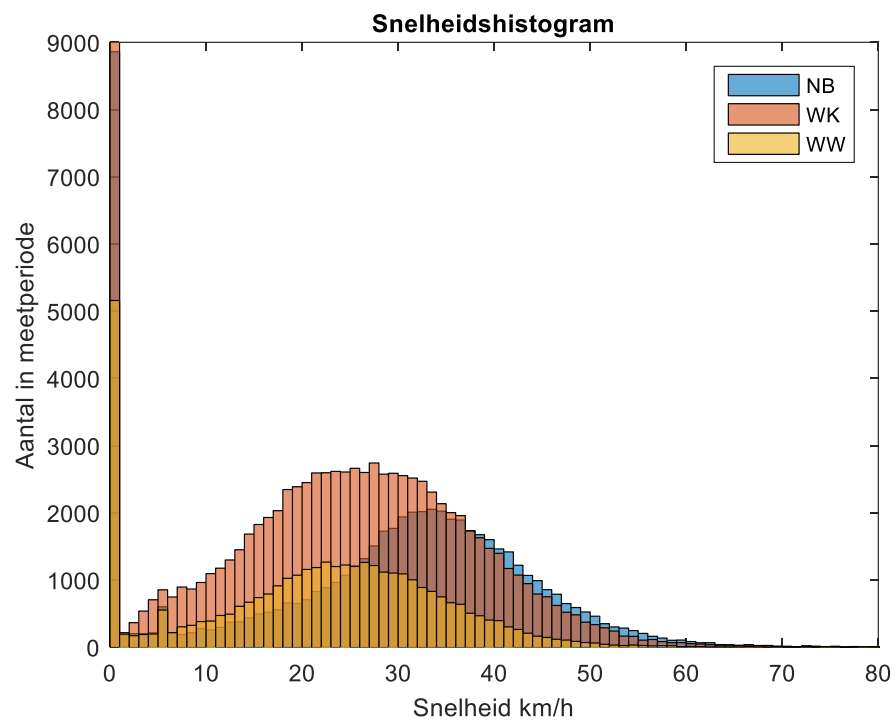
Het aantal voertuigen op basis van de kentekenregistratie staat voor de drie locaties in tabel 3 ingedeeld naar RDW voertuigtype. De kolom 'overig' omvat onbekende of buitenlandse voertuigen.

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- wielers	Overig	Totaal
WW ri. West	27713	1588	213	8	669	4361	49	1565	36166
NB ri. Oost	20319	1326	109	0	184	4260	18	1099	27315
NB ri. West	24611	1624	153	13	170	3969	15	1111	31666
Totaal	44930	2950	262	13	354	8229	33	2210	58981
WK ri. Oost	35711	1909	198	3	395	5288	42	1545	45091
WK ri. West	37302	1798	217	3	501	5298	29	1670	46818
Totaal	73013	3707	415	6	896	10586	71	3215	91909
Totaal alle	145656	8245	890	27	1919	23176	153	6990	187056

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 hoge aantal met snelheid 0 km/h is veroorzaakt door de radar die slechter in staat was tweewielers te meten, maar ook door geregeld fileverkeer, afslaand en stoppend verkeer voor overstekende voetgangers of voertuigen. Daarnaast is de snelheid een meting op één positie, terwijl op deze locaties vaak sprake is van optrekkend of afremmend verkeer.



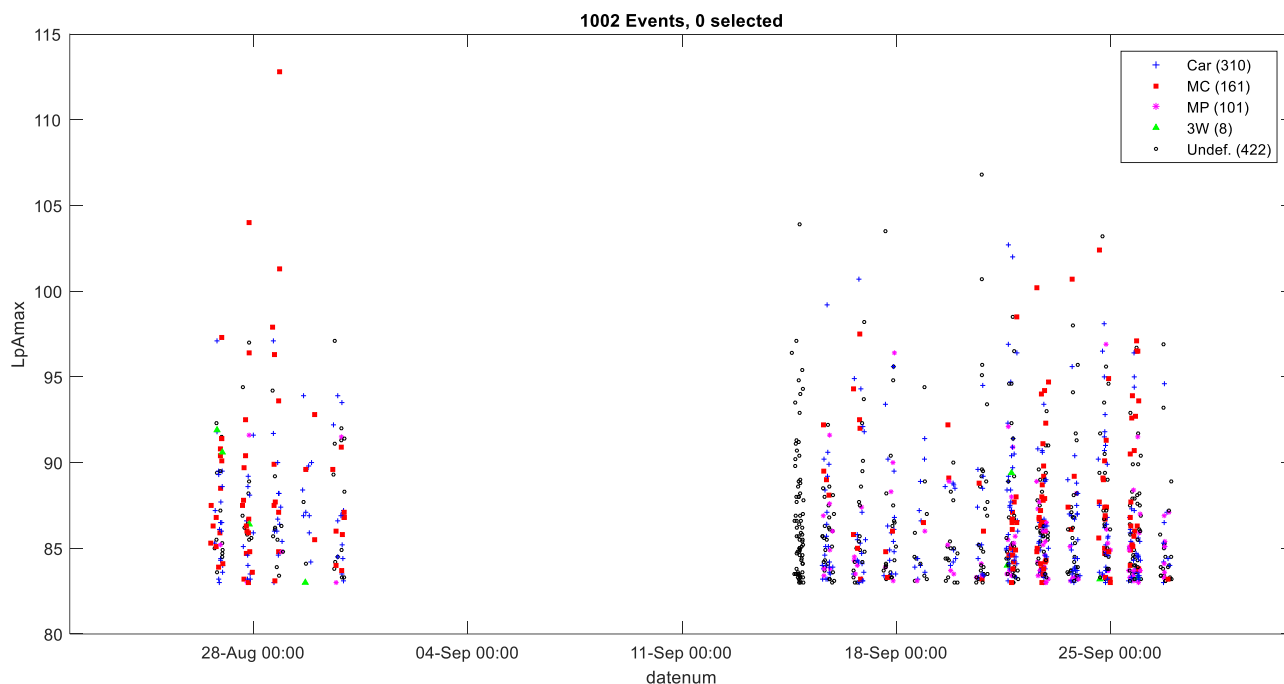
Figuur 8 Snelheidshistogrammen alle voertuigen op de drie locaties, herleid uit radar. De hoge aantallen met 0 km/h zijn zowel langzame voertuigen, maar ook motor- en bromfietsen waarbij de radar geen snelheid kon detecteren.

4.3 Luide passages

Vanuit de geluidmonitoring data op alle drie locaties waren in totaal 6424 luide events op beide meetposten samen geregistreerd met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A). Boven dit niveau zijn de luidere voertuigen duidelijk van het overige verkeer te onderscheiden. Middels filtering op akoestische eigenschappen zijn deze events teruggebracht tot 1002 events met $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A), waarbij alle overige bronnen, bussen, trams en vrachtwagens zijn weggelaten. Een deel van deze luide voertuigen was op beide meetposities aan weerszijden van de weg detecteerbaar, doorgaans bij hogere geluidniveaus en bij afwezigheid van andere bronnen.

De weggelaten geluiden waren onder andere claxons, sirenes, laad- en losgeluiden, trams en trambellen, stemmen en fluiten, honden en vogels, muziek, piepende remmen en banden, machines en bouwlawaai. Dit soort geluiden zijn vaak quasi-stationair en/of dicht bij de microfoon. Verder zijn ook luide voertuigen weggelaten, waarvan het geluid teveel vermengd of overstemd 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 punten in het zwart zonder symbool zijn luide voertuigen zonder kentekenregistratie of onbekend, bijvoorbeeld de eerste groep op de eerste meetdag van de Nieuwe Binnenweg en West-Kruiskade, toen de kentekenregistratie nog niet geactiveerd was maar de geluidmeting wel aanstond.



Figuur 9 Luide events van voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A) aangeduid met symbolen voor auto's (Car), motorfietsen (MC), bromfietsen (MP) en driewielers (3W) (inclusief quads). Grijze punten zonder symbool hebben geen bijbehorend kenteken.

Een andere oorzaak van ontbrekende kenteken is dat sommige luide events buiten het zicht van de ANPR camera's optraden, erachter, eronder of ernaast reden, zoals bromfietsen op het fietspad, of tegen het eenrichtingsverkeer in op de Witte de Withstraat. In totaal kon van de 1002 luide voertuigen van 620 het kenteken worden bepaald, waarvan 583 auto's, motorfietsen, bromfietsen of driewielers waren.

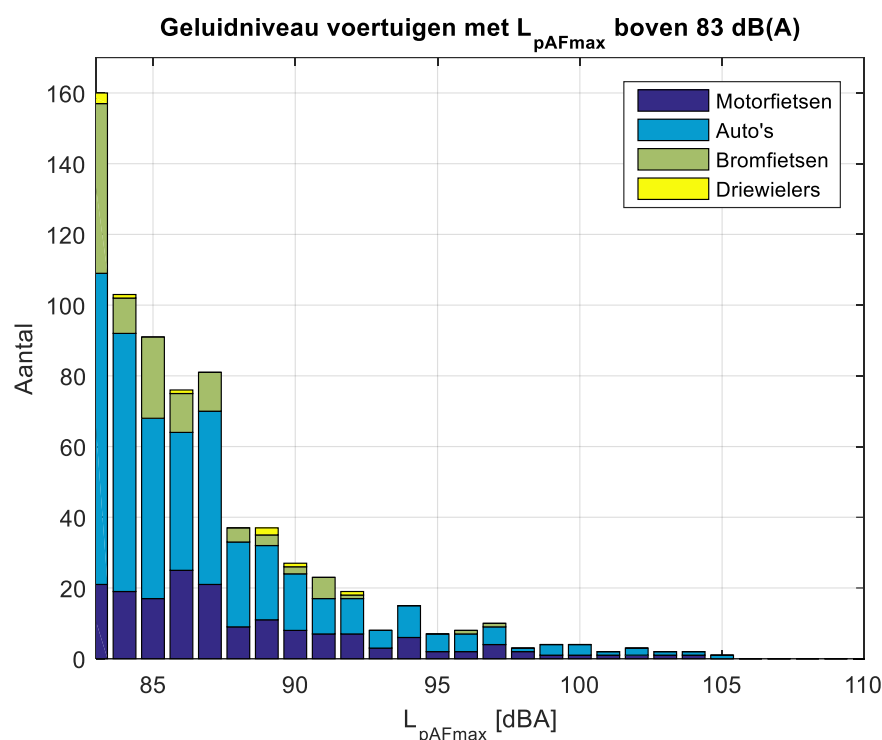
De aantallen van met kenteken geïdentificeerde luide voertuigen zijn opgesomd in tabel 4. Deze cijfers zijn specifiek voor de gemeten locaties, tijdsbestek en verzamelde voertuiggegevens, en kunnen niet zonder meer worden geëxtrapoleerd voor andere locaties of over een langere periode. De verwachting 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. Op de Witte de Withstraat zijn de aantallen luide motorfietsen en auto's vergelijkbaar, toen het weer droog was. Op de andere locaties zijn de motoraantallen naar verhouding veel lager, vermoedelijk door het aanhoudende natte weer.

Tabel 4 Aantallen luide voertuigen per locatie (beide meetposten) met niveau $L_{pAFmax} > 83$ dB(A), waarvan het kenteken bepaald is, en vergelijking met totale voertuigaantallen.

Locatie	Auto's	Motorfietsen	Bromfietsen	3-wielers	Bedrijfs-auto	Onbekend/overig	Totaal
WW	67	54	6	4	2	6	139
NB	71	25	24	2	4	1	127
WK	172	85	71	2	12	12	354
Totaal	310	164	101	8	18	19	620
Percentage	50,0%	26,5%	16,3%	1,3%	2,9%	3,1%	100,0%
Verg.alle verkeer	145656	1919	23176	153	9135	7017	187056
Percentage	77,8%	1,0%	12,4%	0,1%	4,9%	3,8%	100%

De luide bromfietsen lijken in de minderheid, maar zijn waarschijnlijk talrijker omdat deze niet altijd worden geregistreerd, bijvoorbeeld op de Witte de Withstraat waar zij ook in de andere richting mogen rijden.

De verdeling van luide events onder voertuigtypes staat in Figuur 10. Dit laat duidelijk zien dat voor deze locaties de luide auto's in de meerderheid zijn, gevolgd door motorfietsen en bromfietsen. 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 talrijkere luide auto's, vooral voor de hoogste geluidsniveaus. De luide bromfietsen halen doorgaans minder hoge niveaus dan de luidste auto's en motorfietsen, zij zijn echter wel vaak lang hoorbaar en met meer hoogfrequent geluid, hetgeen in het smalbandige spectrogram goed te zien is.



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 vooral ook veel kleinere en middenklasser auto's vertegenwoordigd (zie Figuur 16).

Bij de zeer hoge niveaus vanaf 90 dB(A) zijn vooral auto's en motorfietsen betrokken op deze locaties. De gedetecteerde luide bromfietsen kwamen zelden boven 93 dB(A).

4.4 Geluidniveau volgens typekeuring

In de RDW database staan ook geluidniveaus volgens de typekeuring,

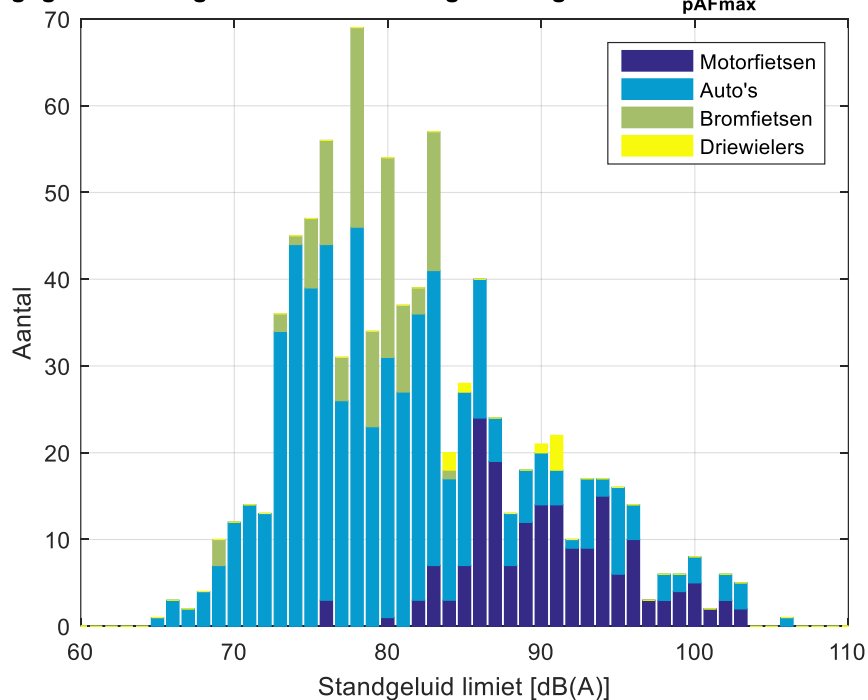
- voor passagegeluid op 7,5 m afstand (L_{urban} niveau = middeling over optrekken en constante snelheid (L_{WOT} en L_{CS}), of alleen L_{WOT} , (niveau bij optrekken/'wide open throttle'),
- en voor het geluidniveau bij stilstand, oftewel standgeluid, bij een vast opgegeven toerental, bedoeld voor 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 (passageniveaus en standgeluid) 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

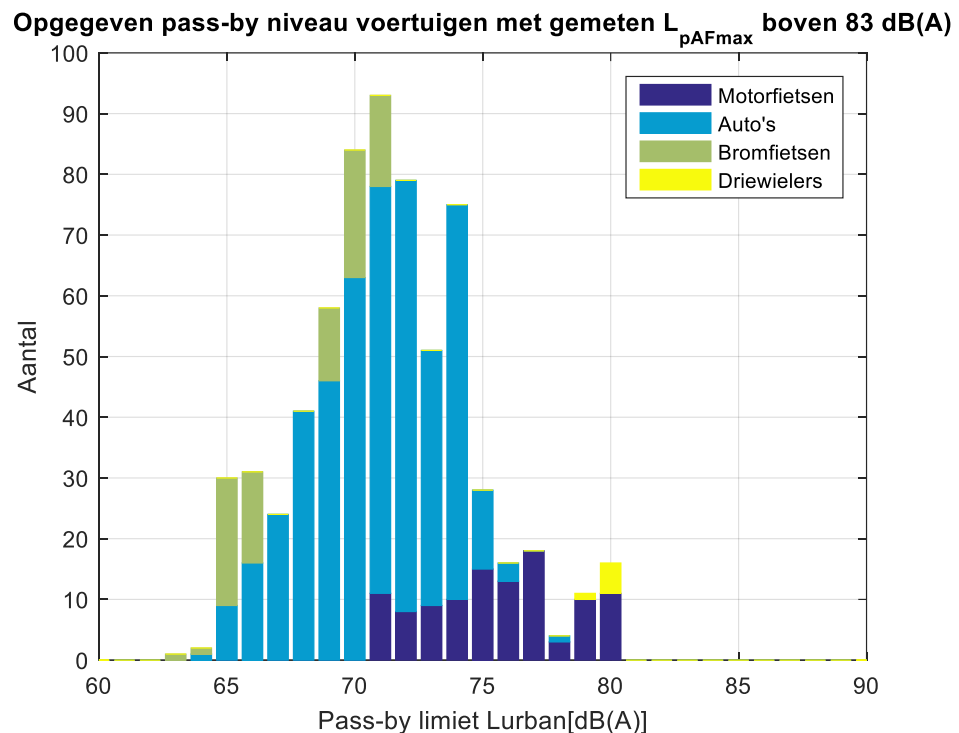
opgave van de RDW staan in Figuur 11 en Figuur 12 respectievelijk voor de luidste voertuigen. Zoals te verwachten zijn de opgegeven niveaus voor motorfietsen het hoogst.

In bijlage C figuren C4 en C5 zijn de opgegeven typekeuringsniveaus uitgezet tegen de werkelijk gemeten geluidniveaus, die een stuk hoger kunnen liggen. Hoewel de gemeten niveaus met het typekeuringsniveau lijken toe te nemen, is dit geen eenduidig verband.

Opgegeven standgeluidniveau voertuigen met gemeten L_{pAFmax} boven 83 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.

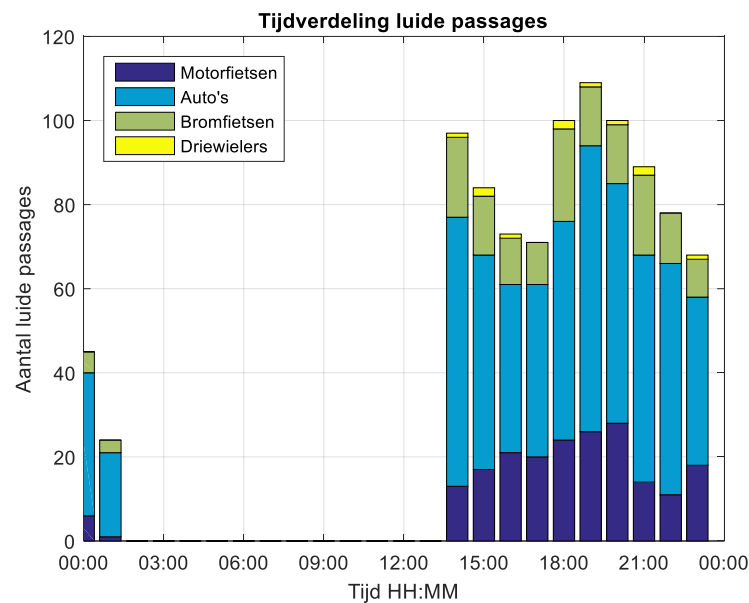


Figuur 12 Histogram van het opgegeven passagegeluidniveau (L_{pAFmax} op 7,5 m afstand) van de luidste voertuigen volgens de typekeuring. Het niveau L_{urban} is een gewogen gemiddelde van passages bij gematigd optrekken en constante snelheid.

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 meetvenster van 14:00 tot 02:00 de meeste luide events in de middag en vroege avond voorkomen, tussen 14:00 en 15:00, in de vroege avond tussen 18:00 en 20:00. Tussen middernacht en 08:00 zijn de minste luide events, echter toch nog wel een behoorlijk aantal voor de nachtperiode. Hoge niveaus in de nacht zijn extra hinderlijk in verband met slaapverstoring en nachtrust.

De tijdverdeling per locatie staat in bijlage A. Daarin valt op dat de luide passages op de Witte de Withstraat ook nog tussen middernacht en 02:00 zijn gemeten en op de overige locaties niet.

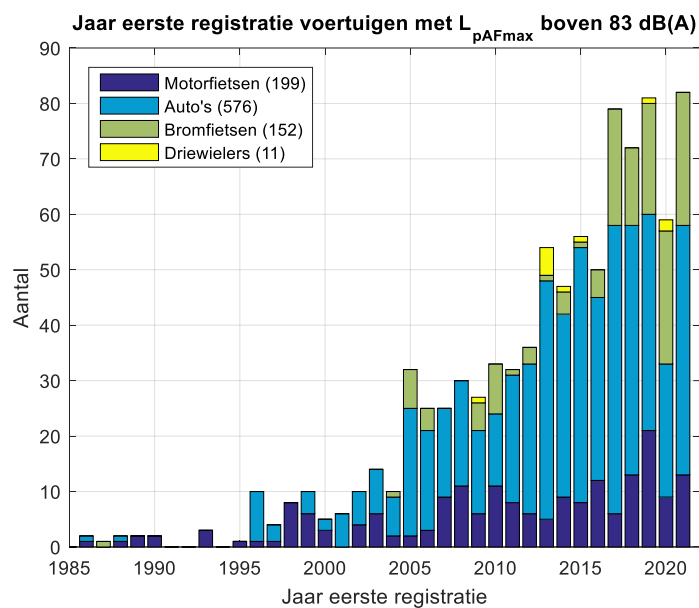


Figuur 13 Histogram van tijden van luide passages van alle voertuigen en locaties binnen de tijdvenster van de metingen, 14:00-02:00.

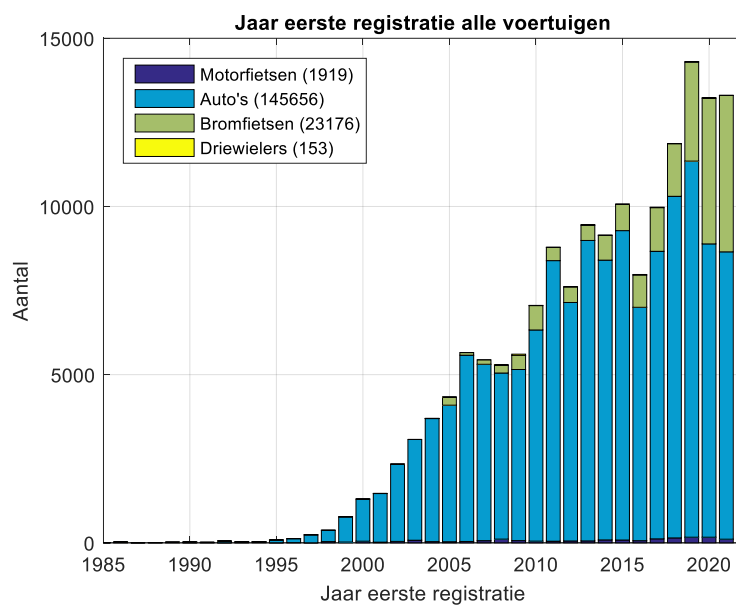
4.6 Voertuigleeftijd

De leeftijdsopbouw van alle luide voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A) is in een histogram weergegeven in Figuur 14. Hieruit blijkt dat de meeste luide voertuigen een eerste registratiejaar boven 2005 hebben. Voertuigen met eerste registratiejaar vanaf 2013 zijn sterk vertegenwoordigd en bromfietsen vooral vanaf 2017. 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/onderzoek-en-publicaties/2018/11/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.



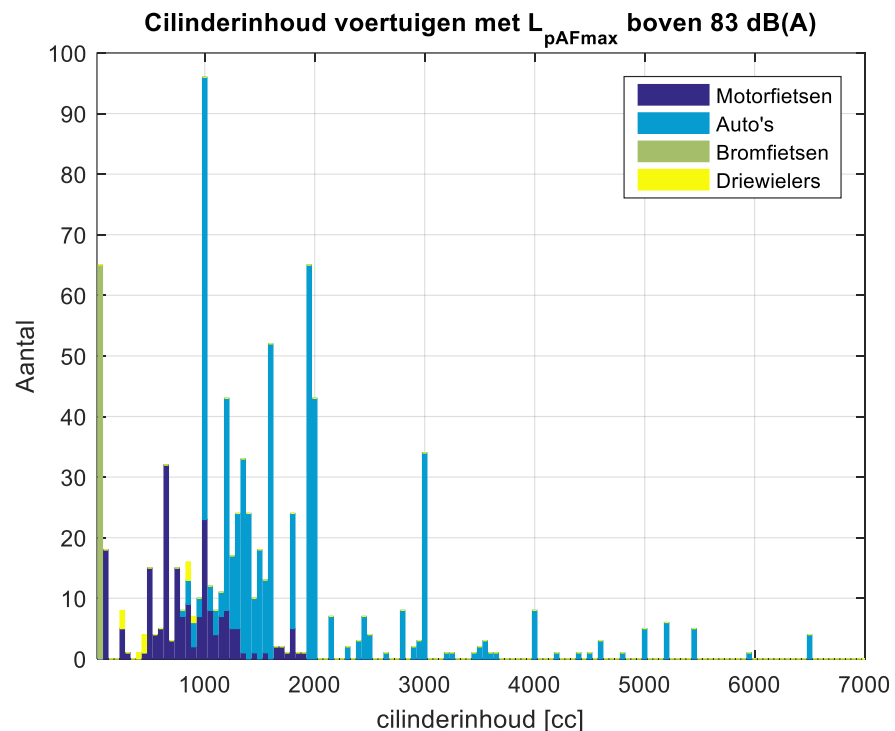
Figuur 14 Histogram van jaar eerste registratie van de luidste voertuigen.



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 voor de drie meetlocaties. 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 500-1000 cc.



Figuur 16 Histogram van cilinderinhoud van de luidste voertuigen.

4.8 Merken luidе voertuigen

Op basis van kentekeninformatie konden de aantallen per merk 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, Mercedes, Audi, BMW en Toyota;
- voor motorfietsen: Yamaha, Kawasaki, Honda en Harley Davidson;
- 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 meetperiode.

Tabel 5 Aantallen van luide voertuigen boven 83 dB(A) per merk op de drie locaties.

Auto's		Motorfietsen		Bromfietsen		Driewielers	
AUDI	36	BMW	14	AGM	3	BRP	1
BENTLEY	1	DUCATI	10	BTC	1	GILERA	1
BMW	34	GILERA	3	DTS	1	PIAGGIO	4
CHEVROLET	4	HARLEY DAVIDSON	20	GILERA	2	POLARIS	3
CITROEN	12	HONDA	22	HANWAY	1		
DODGE	1	KAWASAKI	23	HONDA	2		
DS	1	KTM	7	KYMC	6		
FIAT	13	KYMC	4	LA SOURIS	10		
FORD	11	MV AGUSTA	1	NIU	14		
HYUNDAI	4	PIAGGIO	9	ORION	1		
KIA	11	SUZUKI	9	PEUGEOT	4		
LAMBORGHINI	9	TRIUMPH	2	PIAGGIO	22		
LANCIA	1	YAMAHA	47	PUCH	2		
LAND ROVER	9			RIYA	1		
LEXUS	3			SENZO	2		
MAZDA	2			STROMER	1		
MERCEDES-AMG	3			SUPER SOCO	2		
MERCEDES-BENZ	50			SYM	35		
MG	1			TGB	3		
MINI	1			TURBHO	1		
MITSUBISHI	2			TYM	2		
NISSAN	7			WLIE	2		
OPEL	11			YAMAHA	3		
PEUGEOT	18						
PORSCHE	6						
RENAULT	14						
SEAT	16						
SKODA	4						
SMART	1						
SUZUKI	8						
TOYOTA	21						
VOLKSWAGEN	98						
VOLVO	8						
VW	1						

4.9 Herhaalde passages

Op basis van kentekens is ook per locatie geanalyseerd welke luide voertuigen herhaald langsgereden zijn, omdat dit in eerdere metingen van Munisense was geobserveerd. Aangezien sommige voertuigen normaliter dagelijks meerdere keren kunnen passeren, bijvoorbeeld voor woon-werkverkeer of levervoertuigen, is deze analyse pas relevant als er op één dag meer dan 2 passages van één luid voertuig op dezelfde locatie geconstateerd wordt.

De percentages unieke luide voertuigen in tabel 5 zijn 87% voor auto's, 71% voor motorfietsen, 64% voor bromfietsen en 67% voor driewielers en quads. Dat betekent dat de resterende percentages herhaalde passages zijn. Een overzicht van de luide passages van voertuigen die 3 keer of vaker zijn gedetecteerd op alle locaties in de meetperiode, staat in bijlage A. Een lijst van unieke luide voertuigen die 5 keer of meer zijn gedetecteerd staat hieronder.

Witte de Withstraat

Auto:

LAMBORGHINI HURACAN 06/2017 (5204cc 10cyl 4w) 5x

Alle 3 locaties

Auto:

VOLKSWAGEN GOLF VR6 128 KW AUT E2 02/1996 (2792cc 6cyl 4w) 7x

West Kruiskade

Motorfiets:

KAWASAKI VERSYS 650 06/2019 (649cc 2cyl 2w) 6x

Bromfietsen:

LA SOURIS SOURINI 12/2020 (50cc 1cyl 2w) 7x

SYM X'PRO 08/2021 (49cc 1cyl 2w) 11x

Nieuwe Binnenweg (inclusief 1x WKK)

Bromfiets:

SYM XPRO 01/2018 (50cc 1cyl 2w) 10x

Voor de luide voertuigen is in deze korte meetperiode geen 'rondjes rijden' (vele op één dag) geconstateerd, noch op basis van controle algoritmes, noch door observatie.

Worden alle voertuigpassages beschouwd, dan zijn wel meer herhaalde passages te zien, echter niet specifiek van de luide voertuigen.

De 620 luide passages met bekend kenteken geven niet het complete beeld omdat er nog 422 luide passages zijn zonder bekend kenteken, en meer die wegens overlap of vermenging van geluiden uit de analyse zijn weggelaten.

Een ander aspect is dat hetzelfde luide voertuig bij herhaalde passages niet per se iedere keer luid hoeft zijn, omdat dit van rijgedrag, rijcondities en positie afhangt. Zo kan bijvoorbeeld de eerste passage hard optrekken bevatten, de tweede langzaam rijden enzovoort. Hier speelt ook de reikwijdte oftewel 'akoestische zichthoek' van de meetconfiguratie een rol.

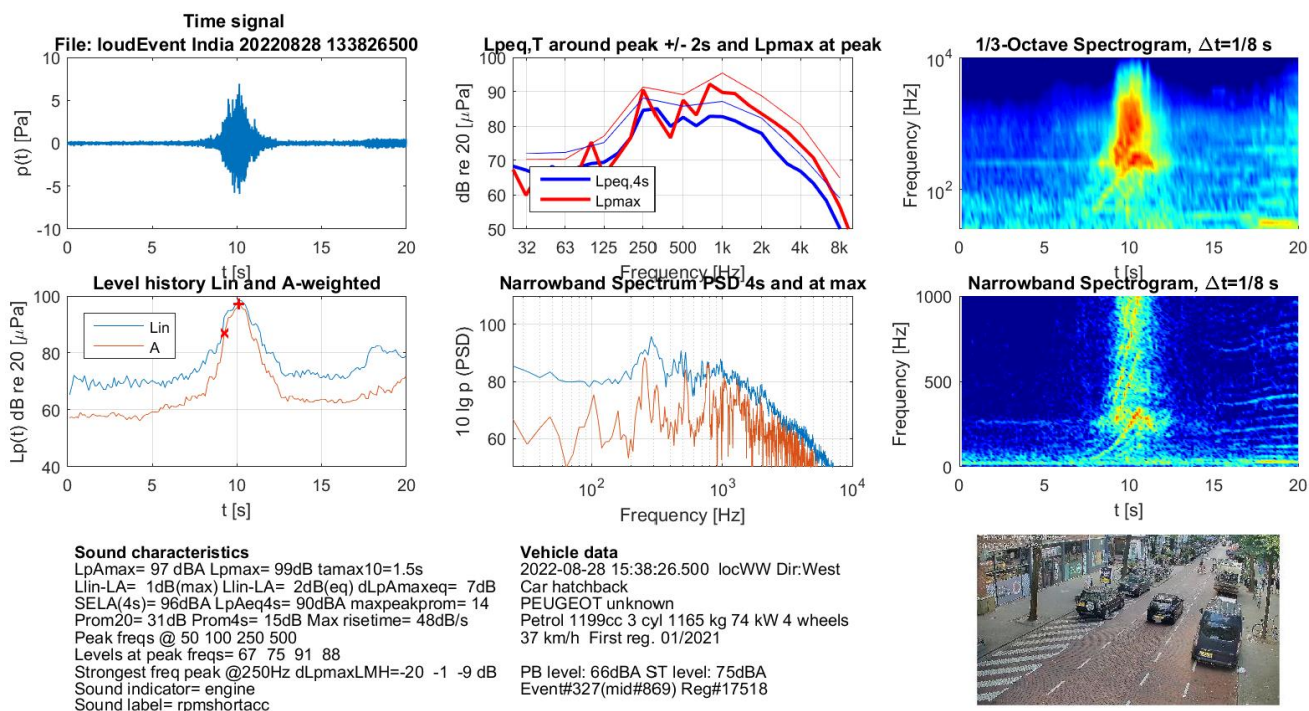
Als alle 187056 passages worden onderzocht dan zijn er voor alle locaties samen en over de meetperiode bekeken, wel herhaalde passages, ook in grotere aantallen (tientallen), hetgeen ook voor normaal verkeer op deze locaties voorstelbaar is.

4.10 Buitenlandse voertuigen

In de kentekengegevens is te zien of het voertuig een buitenlandse kenteken heeft maar verder geen voertuigdata. Onder de 620 luide voertuigen waarvan het kenteken gelezen is waren 2,2% uit het buitenland en daarom zonder voertuiggegevens. Ter vergelijking, voor alle 187056 geregistreerde kentekens was dat 3,4%.

4.11 Akoestische kenmerken

Naast het maximum geluidniveau is een reeks andere akoestische kenmerken meegenomen in de analyse. Een voorbeeld van een optrekkende motorfiets is te zien in figuur 15. Rechtsmidden is het smalbandige spectrogram te zien, met de zichtbare tonen van het motorgeluid. Dit voorbeeld is van een kleine auto die hard optrekt met sterk uitlaatgeluid.



Figuur 17 Weergave van de akoestische kenmerken van een voertuigpassage van een kleine auto, van 20 seconden. Links boven: Tijdsignaal geluidsdruk; links midden: niveau verloop A-gewogen en ongewogen niveau; midden boven: eenderde octaafspectrum (ongewogen) 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

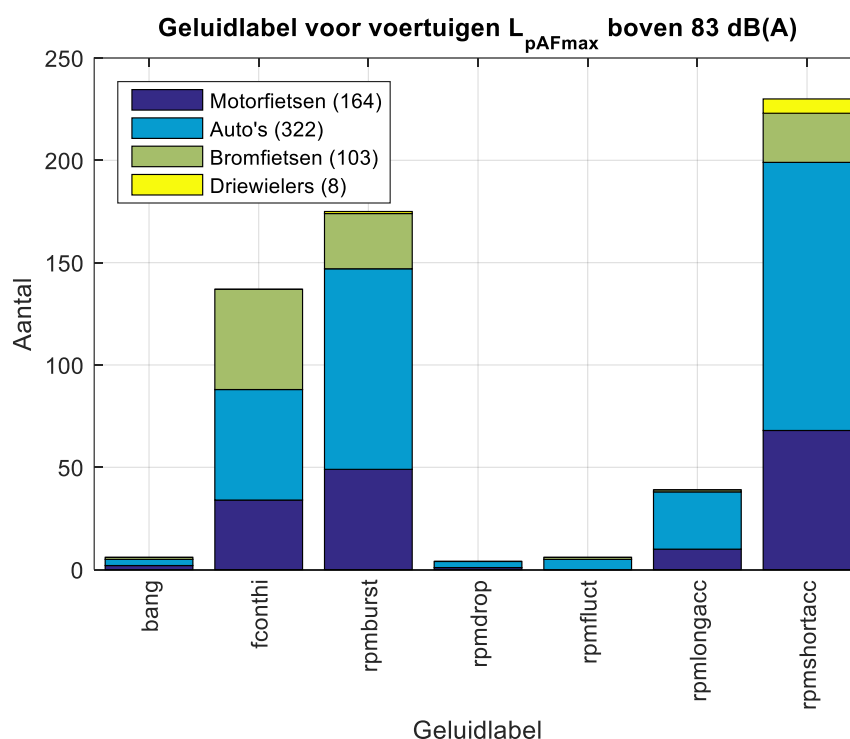
Een deel van de luide voertuigen rijdt harder dan de snelheidslimiet of trekt hoogtoerig op. Het motorische geluid vertoont dan duidelijke spectrale patronen met grondtoon en harmonische frequenties die ver in de omgeving hoorbaar zijn. Meer voorbeelden zijn te zien in bijlage B, met name in het smalbandige spectrogram tot 1 kHz. Snel optrekkende en schakelende voertuigen zijn via dit spectrogram 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 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 10. De verdeling voor alle luide voertuigen, ook die waarvan géén kenteken bepaald is ziet er vergelijkbaar uit. De gevonden verdeling is te beschouwen als situatie-specifiek.



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 (rpmsshortacc). Hier zijn ook de bromfietsen het sterkst vertegenwoordigd. De relatief lage score van knallen (bangs) is mogelijk te verklaren met de eenduidige toekenning van de geluidlabel (slechts één label per event) en met de ruimtelijke verspreiding van dit type geluid, dat meestal niet direct bij de microfoon ontstaat. De labels rpmburst, rpmlongacc en rpmsshortacc zijn sterk met gedrag te relateren, bang en fconthi mogelijk meer met voertuigaanpassingen zoals toerental ontgrenzing.

Hierbij is op te merken dat de onderliggende labels en bijbehorende algoritmes nieuw zijn (in deze studie ontwikkeld) en dus nadere evaluatie behoeven, zij het dat zij wel op het gehoor goed overeen lijken te komen met de beschrijving.

4.14 Uitlaatknallen

Knallende uitlaten zijn wel vastgesteld, vooral bij auto's, maar nauwelijks direct bij de microfoons op deze meetlocaties. Knallen zijn vaak in combinatie met luide motor en bij schakelen, maar soms ook reeksen knallen achtereen. Hoewel de knallen niet altijd direct vóór de microfoon voorkomen zijn ze 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 inspuiting. 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.

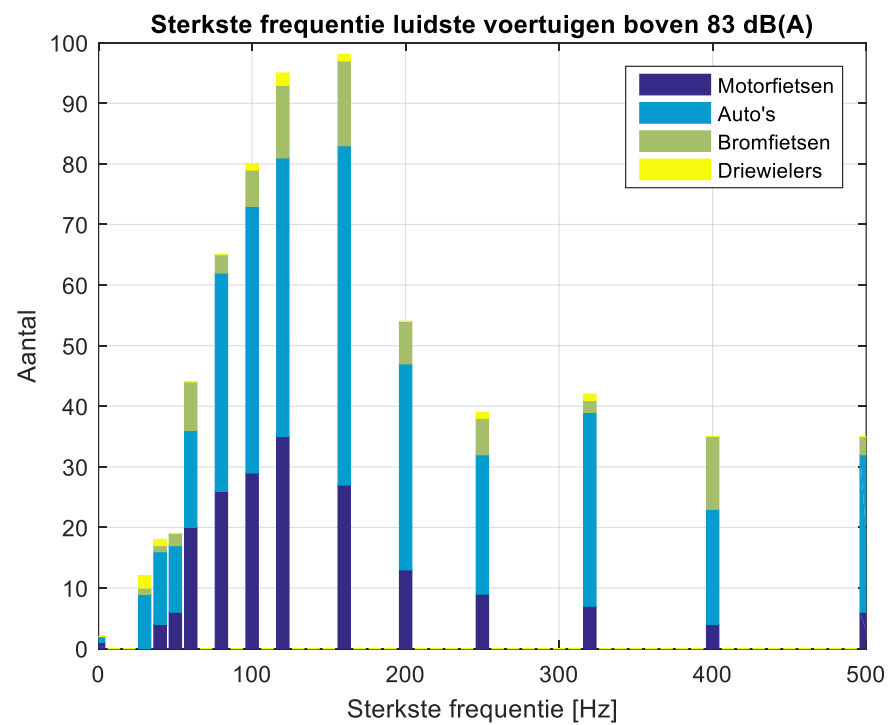
4.15 Relatie geluidsspectrum met type voertuig

Zoals te verwachten hebben luidere voertuigen met grotere cilinderinhoud lagere tonen. Met name bussen en vrachtwagens hebben vaak 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 meestal onder de 83 dB(A) lagen. Zwaardere motorfietsen hebben ook vaak lagere tonen, echter kan dit ook worden overstemd door breedbandig geluid.

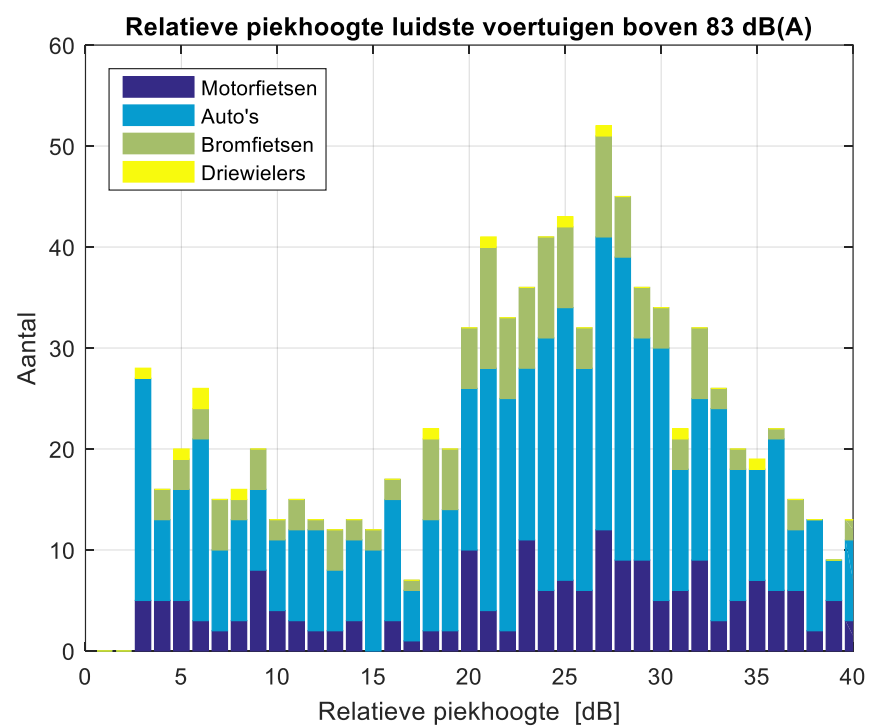
De luidere auto's en motorfietsen vertonen vaak grondfrequenties die rond de 80 tot 500 Hz liggen. Bij opgevoerde bromfietsen en racemotoren kunnen deze frequenties hoger uitvallen.

Een histogram van de voorkomende sterkste tonen van de gemeten luidste voertuigen staat in Figuur 19. Hier is te zien dat de grondfrequenties bij auto's meestal hoger liggen dan bij motorfietsen. De meeste liggen tussen 50 en 200 Hz. De frequenties boven 500 Hz zijn meestal hoogtoerige passages, bijvoorbeeld racemotoren, maar ook 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.

Opvallend is dat de meerderheid van de luide voertuigen een relatieve piekhoogte van de sterkste frequentiepieken van 20-30 dB vertonen. Dit wijst op lage demping van het uitlaatgeluid, aangezien een goede uitlaatdemper dit tonaal geluid dient te reduceren. Hier ligt een mogelijkheid voor handhaving, waarbij deze relatieve piekhoogte als indicator te gebruiken is voor slecht werkende en mogelijk aangepaste uitlaten.



Figuur 19 Histogram van de frequenties in eenderde octaafbanden met het hoogste tonale niveau bij de luidste voertuigen, tot 500 Hz.



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

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 en laat terugschakelen bij hoge toerentallen een belangrijke rol speelt. Daarnaast komen vaak sterke tonen voor, met soms 20-40 dB hoge pieken, die 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. Indien het tonale geluid sterk is, dan kan één van de boven genoemde punten oorzaak zijn.

Knallende uitlaten zijn het directe gevolg van tuning van het voertuig en bewust aangebracht en geactiveerd. Dit lijkt meer bij auto's voor te komen, is echter ook bij motorfietsen geconstateerd. 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

Gedurende 5-12 dagen zijn op drie wegen in Rotterdam centrum geluidsmetingen langs de weg uitgevoerd. Hierbij zijn met camera's ook de kentekens van de passerende voertuigen in beeld gebracht. De metingen op de Witte de Withstraat zijn uitgevoerd 26-31 augustus bij droog weer, de metingen op de Nieuwe Binnenweg en de West-Kruiskade zijn op 14-27 september met verlenging parallel uitgevoerd in een regenachtige periode. Ondanks de regen en de kortere tijdvenster van 14:00-02:00 waren er nog veel luide events.

In de meetperiode zijn in totaal meer dan 187056 kentekens geregistreerd, met 36166 op de Witte de Withstraat, 58981 op de Nieuwe Binnenweg en 91909 op de West-Kruiskade.

In totaal zijn voor alle drie de locaties tesamen 6424 luide events boven de 80 dB(A) geregistreerd. Op basis van een nadere analyse zijn hieruit in totaal 1002 events geselecteerd afkomstig van voertuigen met een geluidniveau naast de weg van 83 dB(A) of hoger. Van deze 1002 events zijn 620 gevonden waarbij een voertuigkenteken is vastgesteld, waarvan 583 in de groep auto's/motorfietsen/bromfietsen/driewielers met Nederlands kenteken.

De luide voertuigen met L_{pAFmax} niveau langs de weg van boven 83 dB(A) zijn nader onderzocht aan de hand van voertuiggegevens en akoestische kenmerken.

Dit heeft geluid tot de volgende bevindingen:

- De meeste luide events zijn gemeten in de middag en vroege avond tussen 14:00-18:00, gevolgd door de periodes 08:00-14:00 en 18:00 tot middernacht. Tussen middernacht en 02:00 waren de minste luide events, echter toch nog wel een behoorlijk aantal (40) voor de nachtperiode.
- Er wordt op alle drie de locaties soms harder gereden dan de snelheidslimiet, met name als er vrije baan is. Maar voor deze locaties is belangrijker het vele op- en aftoeren, en hard optrekken, met al dan niet getunde voertuigen. Hoge geluidniveaus komen ook voor bij lage snelheden, bijvoorbeeld bij uitlaatknallen of hoge toerentallen.
- Op de onderzochte locaties komen onder de luide voertuigen auto's het meest voor met veel kleinere auto's en middenklassers, gevolgd door motorfietsen, vooral met cilinderinhoud 500-1000 cc, en bromfietsen, driefielers en quads. Motorfietsen zijn het luidst.
- De hoge geluidniveaus, variërend van 83-112 dB(A) langs de kant van de weg, kunnen het gevolg zijn van rijgedrag zoals hoogtoerig optrekken, 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 leeftijd van de luide voertuigen vooral ligt vooral tussen 2013-2021, en is dus relatief jong. Dat betekent dat deze voertuigen hetzij van oorsprong al luid (kunnen) zijn of/ten aangepast zijn, in combinatie met rijgedrag.
- Op de beschouwde locaties en tijden waren onder de luide voertuigen bepaalde merken sterk vertegenwoordigd. Voor auto's waren dit met name Volkswagen, Mercedes, Audi, BMW en Toyota. Bij motorfietsen komen Yamaha, Kawasaki, Honda en Harley Davidson het vaakst voor. De merken Sym en Piaggio komen bij bromfietsen het meeste voor onder de luide passages.
- Herhaalde passages van specifieke luide voertuigen zijn tot een maximum van 11 geconstateerd voor bromfietsen, tot 7 voor auto's en tot 6 voor motorfietsen, echter meestal op verschillende dagen of dagperiodes. Er waren meer luide voertuigen die 2 tot 4 keer zijn gedetecteerd. Er zijn echter geen herhaalde passages binnen een dagperiode geconstateerd.
- Bij de meeste luide voertuigen is sprake van hoogtoerig optrekken, schakelen en aftoeren, 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 voor, maar waren meestal buiten het bereik van de kentekencamera's in de drie meetlocaties.

5 Potentiële maatregelen

Potentiële maatregelen voor de aanpak van luide voertuigen zijn al eerder door TNO onderzocht [6,8] 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.

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

5.1 Recente ontwikkelingen en studies

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 [9] met een bijlage over onderzoek van de RDW naar mogelijke maatregelen [10]. 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 nadere 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 [11] 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 [12] is geconstateerd dat veel van de gecertificeerde vervanguitlaten niet voldoen aan de eisen.

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 [13]. 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 in de stad is 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.

5.2.3 *Geluidzones*

In analogie met de milieuzone zijn ook geluidzones denkbaar waarbij bijvoorbeeld alleen elektrische of hybride tweewielers worden toegelaten.

5.2.4 *Snelheidsbeperking*

Snelheidslimieten worden al in veel steden naar 30 km/h teruggebracht, hetgeen de geluidsexcessen zou kunnen helpen verminderen. Hoewel hoge geluidsniveaus niet alleen van de snelheid afhangen, betekent dit wel dat hoogtoerig optrekken en hard rijden enigszins worden beperkt. Dit is denkbaar voor de drie locaties. Echter uitlaatknallen en hard optoeren zullen echter niet per se reduceren met lagere snelheden.

5.2.5 *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.

5.2.6 *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.

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*

Bemande 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 direct aanleiding vormen voor sancties. De politie kan immers direct beboeten op grond van onnodig lawaai als dat wordt geconstateerd.

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

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 standmeting¹, is nog lastig in de praktijk en laat een deel van de luide voertuigen nog door. De ASEP², (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. De handhaving van passageniveaus van voertuigen op de weg zou meer aandacht verdienen.

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. Mogelijke verbeteringen, ook ten aanzien van geluidslimieten, zijn al voorgesteld in studies voor de EU en door TNO in 2019 [7,8] .

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

¹ De standmeting is een stationaire meting van het voertuig bij vast toerental, met de microfoon op 50 cm afstand schuin achter de uitlaat. Het gemeten geluidsdrukkniveau L_{pAFmax} wordt vergeleken met het controleniveau aangegeven op een plaatje en in de RDW database.

² Additional Sound Emission Provisions, in UN R51 (wegvoertuigen) en UNR41 (motorfietsen)

aan personele capaciteit en prioritering bij de politie om velerlei redenen: financiering, opleiding, apparatuur maar ook de benodigde aanwezigheid op straat om de overtredingen te constateren.

Gezien de omvang van snelheidsovertredingen op de drie meetlocaties is de inzet van reguliere 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 geluidsflitspalen is ook op termijn te verwachten, maar is nog steeds in ontwikkeling en onder beproeving in het buitenland (Hydra in Frankrijk). Naast technische uitdagingen zijn er ook juridische aspecten die aandacht verdienen, inclusief de invoering in wettelijk kader. Ook speelt de vraag of geluidflitspalen onder beheer van de verkeerspolitie 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 naar de weggebruikers middels matrixborden, (dynamische) displays of waarschuwingsborden. 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"³ 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.

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.

³ <https://www.motorrijdersactiegroep.nl/artikelen/te-luid-geluid-is-uit#:~:text=Met%20de%20campagne%20TE%20LUID,maar%20ook%20naar%20de%20politiek>

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 gehinderden 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 actualiseren om te bezien of de situatie verbetert. GGD onderzoek uit Amsterdam leverde zelfs percentages 19% ernstige hinder door motorfietsen in 2021 [14] .

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 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.

5.5.3 *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.
- betere aanduiding van de snelheidslimiet.
- communicatie naar de weggebruikers langs de weg (rijd rustig, woonwijk, sancties bij onnodig geluid), daarbij met de boodschap dat onnodig hoge toerentallen, knaluitlaten, niet gecertificeerde onderdelen en ontgrenzing en motortuning niet zijn toegestaan.
- 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 delen 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 verplaatsing van geluidhinder niet wenselijk is.
- Bij uitblijvend effect van bovenstaande maatregelen, instelling van grenswaarden voor onnodig geluid van voertuigpassages langs de weg op gevoelige locaties, met grenswaarden voor de dag en 5 of 10 dB lagere grenswaarden 's nachts, voor auto's en gemotoriseerde twee- en driewielers, met semi-automatische handhaving op basis van 'onnodig geluid'.

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
Witte de Withstraat	Eenrichtingsweg, 30 km/h 1 rijstrook, drukke winkel- en uitgaansstraat met horeca en terrassen. Meerlaags woningen aan weerszijden. Ca. 14000 voertuigen/dag Veel horeca verkeer.	Betere aanduiding van de snelheidslimiet, bijvoorbeeld ook op het wegdek en/of meer borden. Handhaving met eerste focus op rijgedrag en onnodig luid rijgedrag, met name onnodig hoge toeren, quasi-stationair of bij optrekken, op te verwachten overlasttijden.
Nieuwe Binnenweg	Doorgaande weg, 50 km/h 2x1 rijstrook. Ca. 11000 voertuigen/dag. Hoofdroute door de stad met veel kruisingen. Drukke winkel- en uitgaansstraat met horeca en terrassen. Veel winkel- en woonverkeer Meerlaags woningen aan weerszijden.	Snelheidsbeperkende maatregelen bij de hinderlocaties: infra- of verkeersmaatregelen. Handhaving met eerste focus op rijgedrag en onnodig luid rijgedrag, met name hard en luid optrekken en uitlaatknallen, op te verwachten overlasttijden.
West-Kruiskade	Doorgaande weg, 50 km/h 2x1 rijstrook. Ca. 17000 voertuigen/dag. Hoofdroute door de stad met veel kruisingen. Drukke winkel- en uitgaansstraat met horeca en terrassen. Meerlaags woningen aan weerszijden.	Snelheidsbeperkende maatregelen bij de hinderlocaties: infra- of verkeersmaatregelen. Handhaving met eerste focus op rijgedrag en onnodig luid rijgedrag, met name hard en luid optrekken en uitlaatknallen, op te verwachten overlasttijden.

6 Conclusies

In dit onderzoek is voor Rotterdam gekeken naar oorzaken en mogelijke maatregelen tegen onnodig voertuiggeluid aan de hand van monitoring van drie binnenstedelijke locaties. Voortbouwend op eerder onderzoek is de detectietechniek verbeterd en de geluidskenmerken ontwikkeld en toegepast die kunnen helpen bij bemande of onbemande handhaving. Daarbij kan het gaan om rijgedrag of voertuigaan-passingen.

Geluid van luide voertuigen is op drie locaties in Rotterdam gedurende vijf dagen in september en elf dagen in oktober 2022 gemonitord, in het tijdsvenster 14:00 tot 02:00. Naast geluid zijn ook kentekens geregistreerd waarmee voertuigkenmerken zijn bepaald.

De meetlocaties zijn drukke straten in het centrum met woningen, winkels en horeca, deels met terrassen. Er is veel hinder van luide voertuigen.

De eerste locatie, Witte de Withstraat, is een éénrichtingsweg met een kruising en zijstraten in de buurt. Deze weg had sinds februari 2022 een nieuwe snelheidslimiet van 30 km/h, hetgeen beter zou kunnen worden aangegeven met bijvoorbeeld meer borden en/of op het wegdek. De tweede en derde locaties, de Nieuwe Binnenweg en de West-Kruiskade zijn doorgaande 50 km/h wegen met tramlijnen in het midden en zebrakruisingen. Alle drie wegen hebben parkeerhavens, veel overstekende voetgangers en kerende en in/uit parkerende voertuigen. Consequentie is dat er veel wordt afgeremd en opgetrokken, waarbij soms ook langzaam verkeer met files ontstaat. Verder valt op dat veel lawaai wordt gemaakt om aandacht te trekken in de buurt van horeca met name in de Witte de Withstraat, waar de meeste activiteit was tot laat in de nacht.

In de beschouwde periodes waren er rond de 6000 luide events met geluidniveaus naast de weg van L_{pAFmax} 80 dB(A) en hoger. Deze zijn middels algoritmes teruggebracht tot 1002 luide events boven 83 dB(A) 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 1002 luide voertuigen kon van zo'n 583 het kenteken worden bepaald. Daarvan was de helft auto's, een kwart motorfietsen, ongeveer een zesde bromfietsen en de rest overige of onbekende voertuigen. Het aantal motorfietsen zou naar verwachting normaliter hoger zijn dan nu geconstateerd wegens het aanhoudend natte weer in september.

In de beschouwde tijdvensters kwamen de meeste luide events in de middag tussen 14:00 en 15:00 voor, en in de vroege avond tussen 18:00 en 20:00. Tussen middernacht en 02:00 waren er luide voertuigen alleen op de Witte de Withstraat.

Er is een beperkt aantal herhaalde passages van specifieke luide voertuigen geconstateerd, vooral bromfietsen en kleinere auto's, maar verspreid over meerdere dagen.

Veel van de luide voertuigen hadden een eerste registratiejaar tussen 2013 en 2021 en waren daarmee relatief jong.

Een deel van luide voertuigen reden boven de snelheidslimiet, maar ook bij lage snelheden of bij acceleratie vanaf stilstand traden luide pieken op. Hogere snelheden zijn meestal alleen mogelijk als de weg vooruit vrij is. Snel optrekken, hoge toeren maken en knaluitlaten waren veelvoorkomende bronnen.

Bij motorfietsen werd ook vaak kortstondig gas gegeven, bijvoorbeeld om auto's te signaleren dat men wil passeren of om op te vallen. De luide motorfietsen waren vooral in de zwaardere classes, vanaf 500 cc, waarbij cross- en racemotoren minder aanwezig waren.

Bij de luide auto's gaat het om sport- en luxeauto's maar ook om kleinere getunede voertuigen.

De luide voertuigen vertonen vaak geluid met sterke tonen hetgeen wijst op een minder goed werkende uitlaat en/of andere mechanische of elektronische aanpassingen zoals extra kleppen of chiptuning. Oorzaak kan ook zijn verwijderde dB killer (bij motorfietsen), niet gecertificeerde uitlaat of veroudering.

Ook bromfietsen vertoonden regelmatig hoge niveaus, maar lager dan auto's en motorfietsen. Kentekenherkenning was op de meetlocaties vaak lastig wegens overlap met andere voertuigen.

Hoewel er op de drie meetlocaties hard rijden vaak niet mogelijk is wegens drukte, wordt toch wel veel hard opgetrokken met hoge toerentallen en met getunde voertuigen waarbij tonaal geluid sterk is of uitlaatknallen optreden.

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. Voor Rotterdam is er een sterke focus op de mogelijkheden om handhaving te verbeteren.

Heden wordt gedacht aan vereenvoudigde handhaving, 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 50 m afstand of meer goed hoorbaar is boven het overige verkeer uit, bijvoorbeeld met een niveau van 75 dBA of meer, maakt waarschijnlijk 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 bij het overschakelen.

- Geluid: herhaalde passages van één luid voertuig binnen een dag of enkele dagen is ook gehoormatig en visueel te constateren, en heeft potentieel effect als dit wordt verminderd.
- Geluid: Bij optrekken of stilstaan onnodig veel toeren maken met hoog geluidniveau. Dit is primair een kwestie van gedrag, maar kan voor hoge niveaus 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 (ontgrend of anders).
- Geluid: sterke tonen in het uitlaatgeluid zijn goed zichtbaar in het spectrum en zijn een aanwijzing voor een te luide uitlaat.
- 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. Deze topic komt ook in het EU project LENS [15] aan de orde.

Voor onbemande handhaving (beboeting of indicatie voor oproep) zou idealiter een geluidflitspaal nodig zijn, die er echter nog niet is in Nederland, of zoals het Hydra systeem dat in Frankrijk nog getest wordt [5]. Dit onderzoek in Rotterdam toont aan hoe lastig het kan zijn op kleinere drukke wegen zo'n systeem in te zetten, met veel overstekende, afslaande en kerende weggebruikers en veel verschillende stoorgeluiden. In ieder geval zal op dit soort locaties een selectie en/of detectie systematiek nodig zijn 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. Dit zal echter nog niet helpen de kleinere luide auto's te weren. Inrichting van de weg is ook een optie om snelheid te beperken en rijgedrag te beïnvloeden. Snelheidsverlaging naar 30 km/h op deze locaties zal ook helpen een deel van de hoge niveaus te verlagen.

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

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 bij kruisingen en zijstraten;
- betere en meer aanduiding van de 30 km/h snelheidslimiet waar deze geldt (op de Witte de Withstraat);
- waarschuwborden of eventueel dynamische matrixborden voor te hoge geluidsniveaus 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 lawaai-flitspaal (-en).
- Verkenning van gebruik van geluidskenmerken ter beoordeling van mogelijke voertuigaanpassingen en onnodig geluid door rijgedrag.

In dit onderzoek is de detectietechniek voor luide voertuigen verbeterd, inclusief de mogelijkheden voor diagnose van aspecten zoals rijgedrag en voertuigaanpassingen. Dit verdient nadere evaluatie en ontwikkeling, al dan niet in combinatie met automatische handhavingssystemen, zoals de geluidflitspaal.

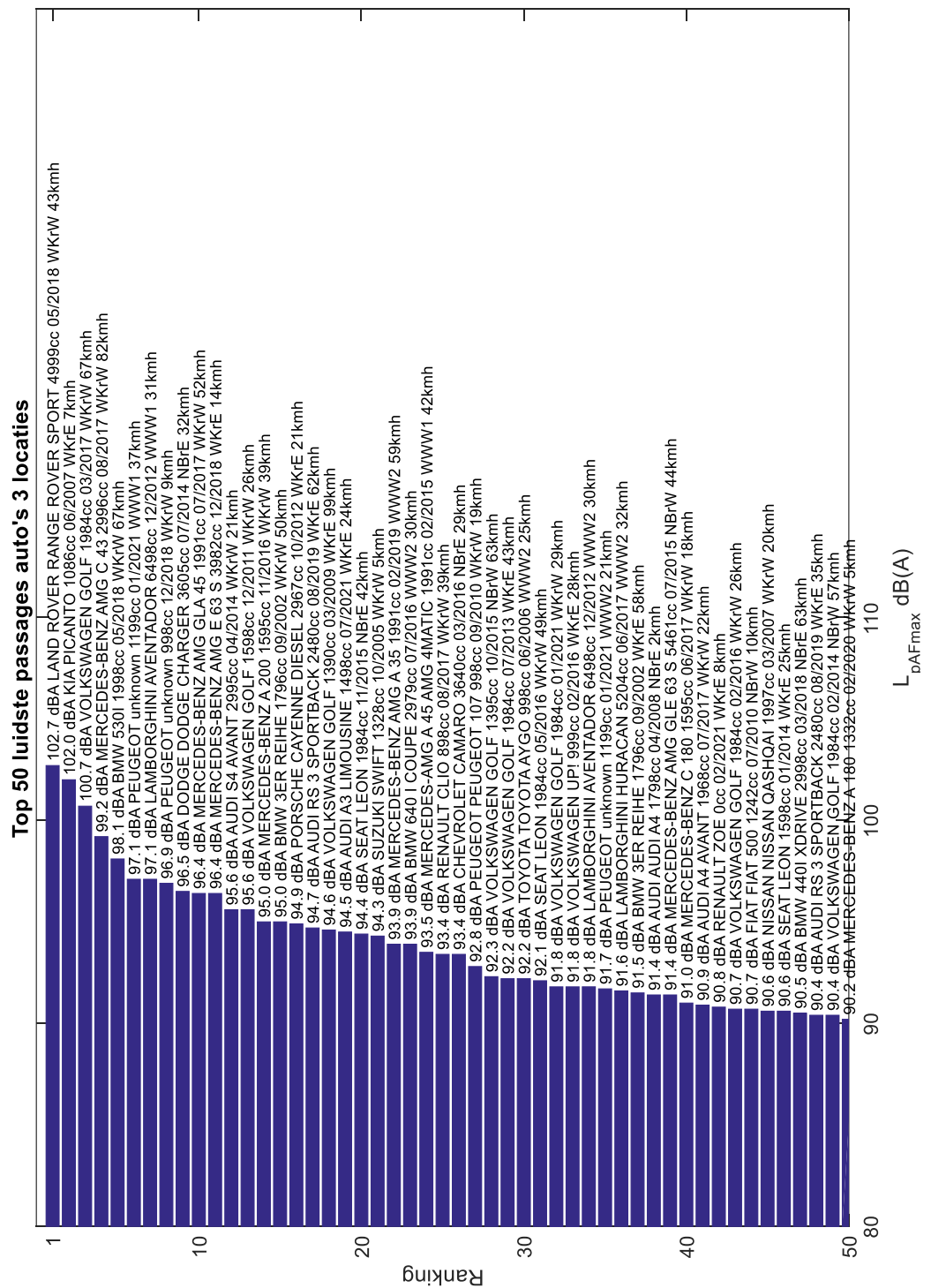
7 Referenties

- [1] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Amsterdam, TNO-rapport TNO 2022 R10053, Den Haag, januari 2022.
- [2] G. Boersma, P. Wessels, Geluidsonderzoek piekgeluiden voertuigen Rotterdam, rapportnr. MSR-201109-1, Munisense, 23 november 2020.
- [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] 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>
- [7] 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>
- [8] 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>
- [9] 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.
- [10] Nota aanpak geluidsoverlast, RDW, brief aan Ministerie van IenW, 22 november 2022.
- [11] C. Huth, G. Eberlei, Ma. Liepert, Überprüfung der Geräuschemissionen von Motorrädern im realen Verkehr, Abschlussbericht, Möhler + Partner Ingenieure AG, 86153 Augsburg, November 2019

- [12] Campaign on noise emissions 2021, Presentatie KBA op de vergadering van de GRBP/UNECE in Geneve, september 2022.
- [13] F. Neijts, I. Mijnders, S. Altena, Maatregelen tegen overlastgevers in het verkeer, Ervaringen in het buitenland, SWECO, januari 2022
- [14] C. Schoonebeek en M. Dittrich, Monitoring loud vehicles in Amsterdam, Eurocities Working Group Noise, Grenoble, April 5th 2022
- [15] EU project LENS - L-vehicles Emissions and Noise mitigation Solutions, 2022-2025, <https://cordis.europa.eu/project/id/101056777>

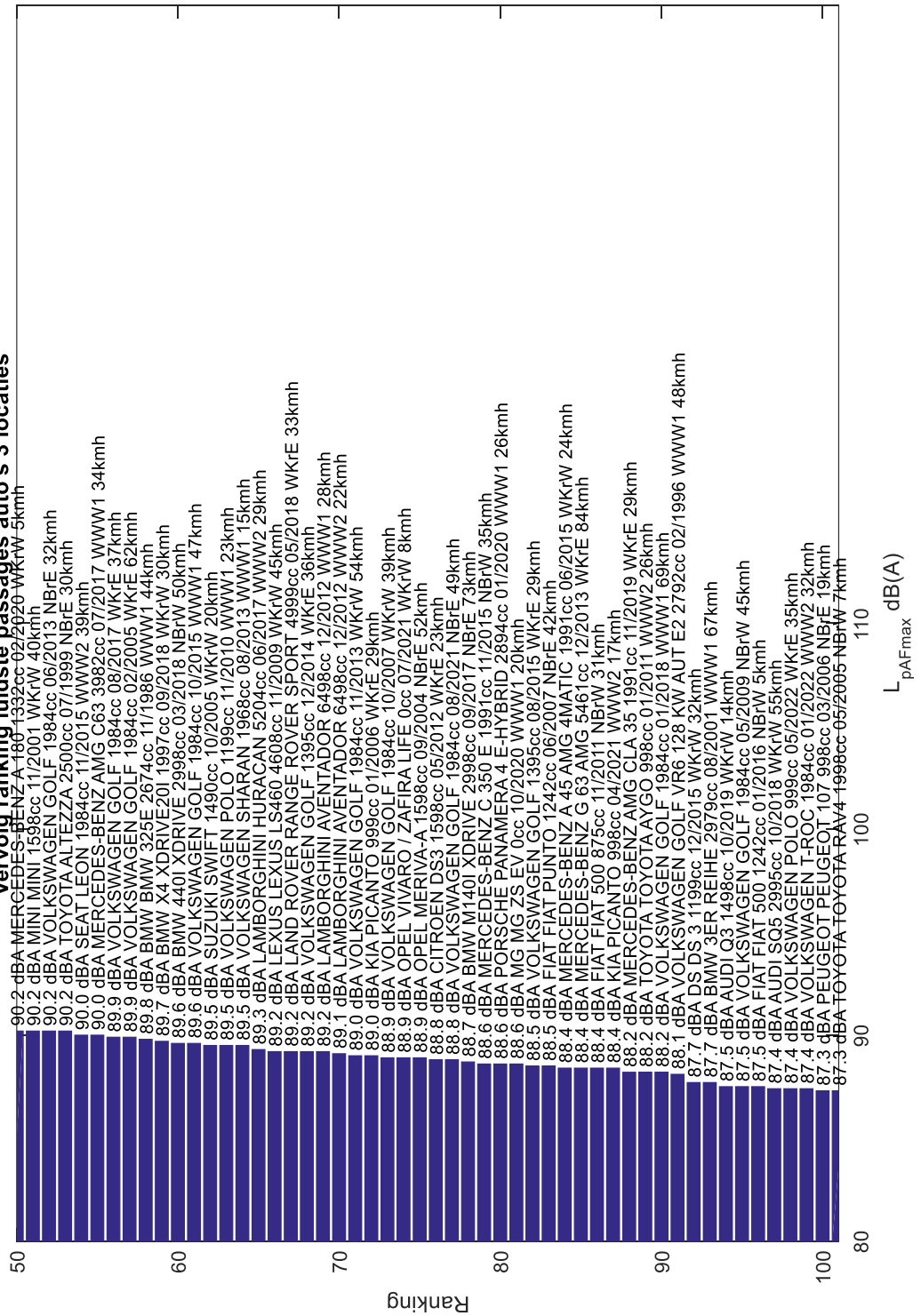
A Figuren en tabellen met luide events en kenmerken

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 WKrW/ WKrE voor de West-Kruiskade richting West of Oost enzovoort, de snelheid is vermeld indien bekend.

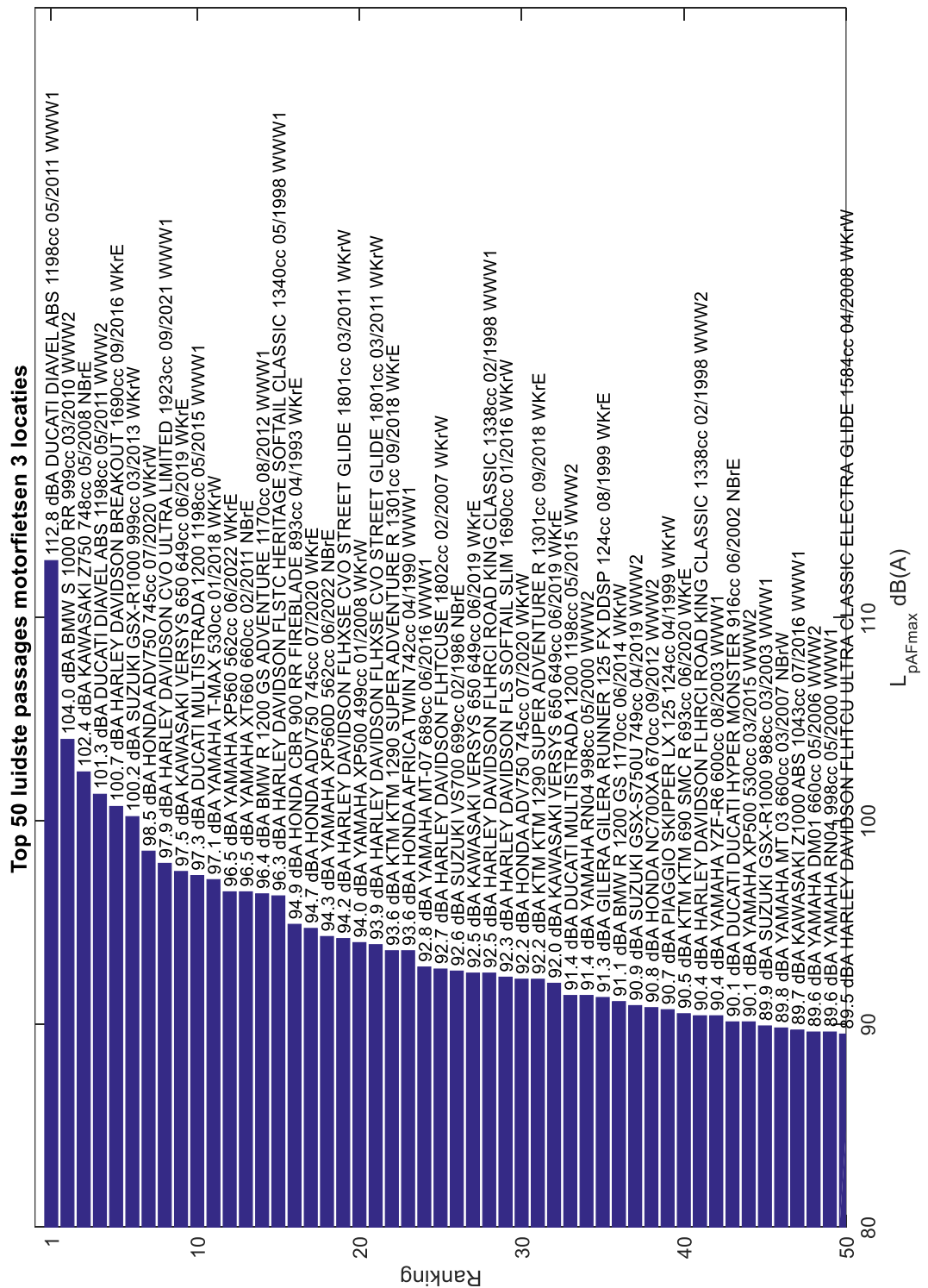


Figuur A.1 Ranking van top 50 luideste auto's op basis van L_{pAFmax} alle locaties.

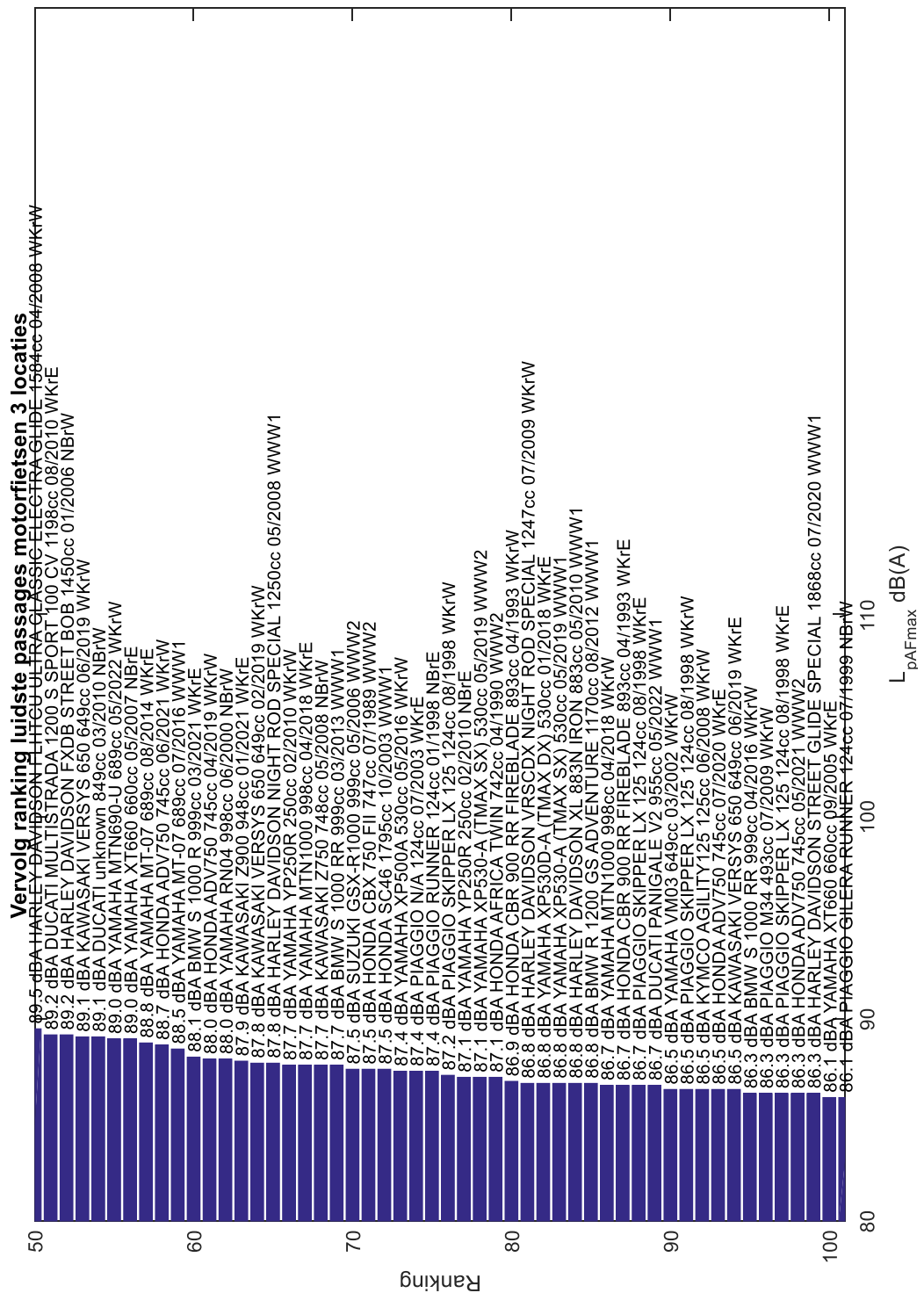
Vervolg ranking luidste passages auto's 3 locaties



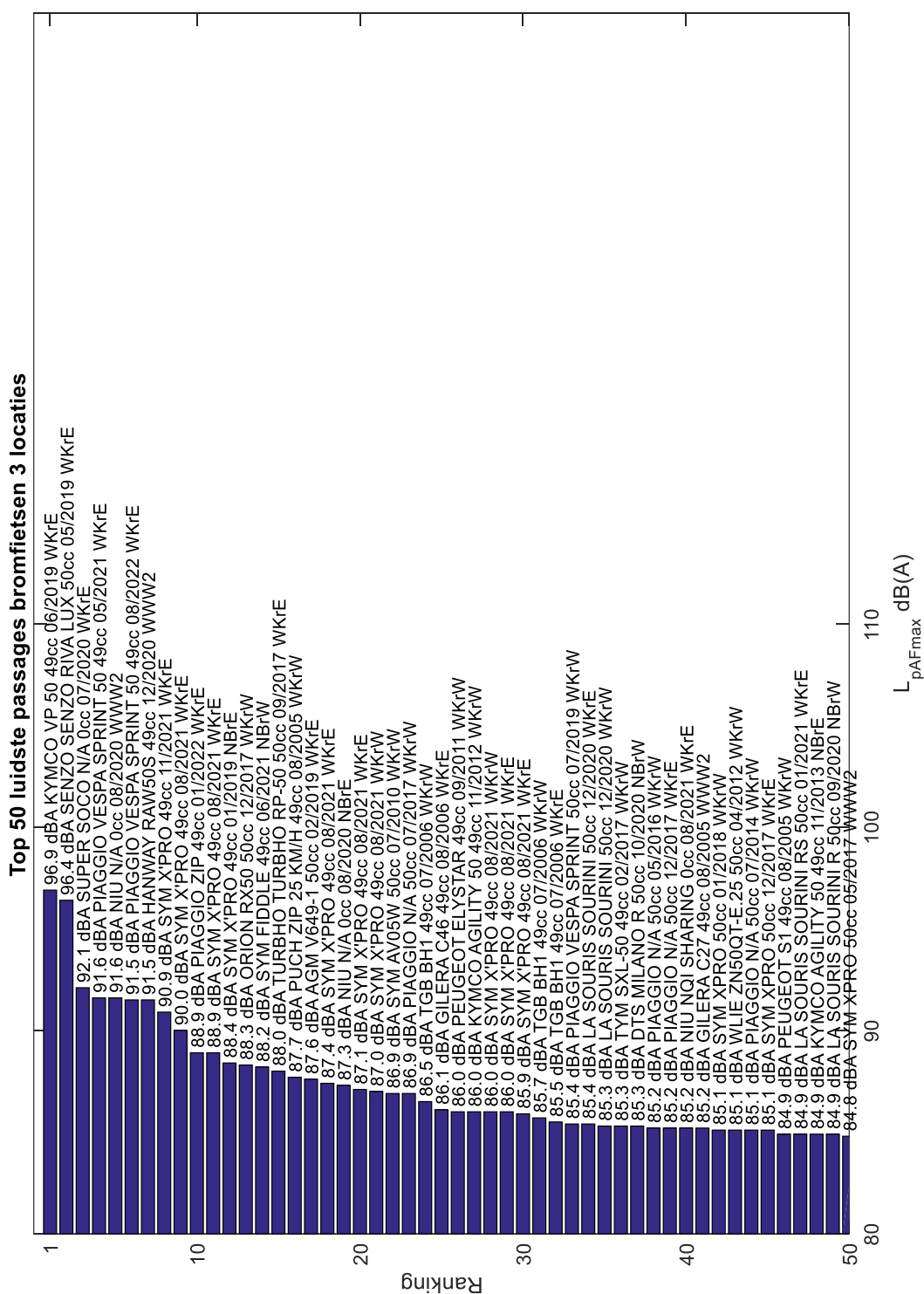
Figuur A.2 Vervolg ranking van 50-100 luidste auto's op basis van L_{pAFmax} , alle locaties.



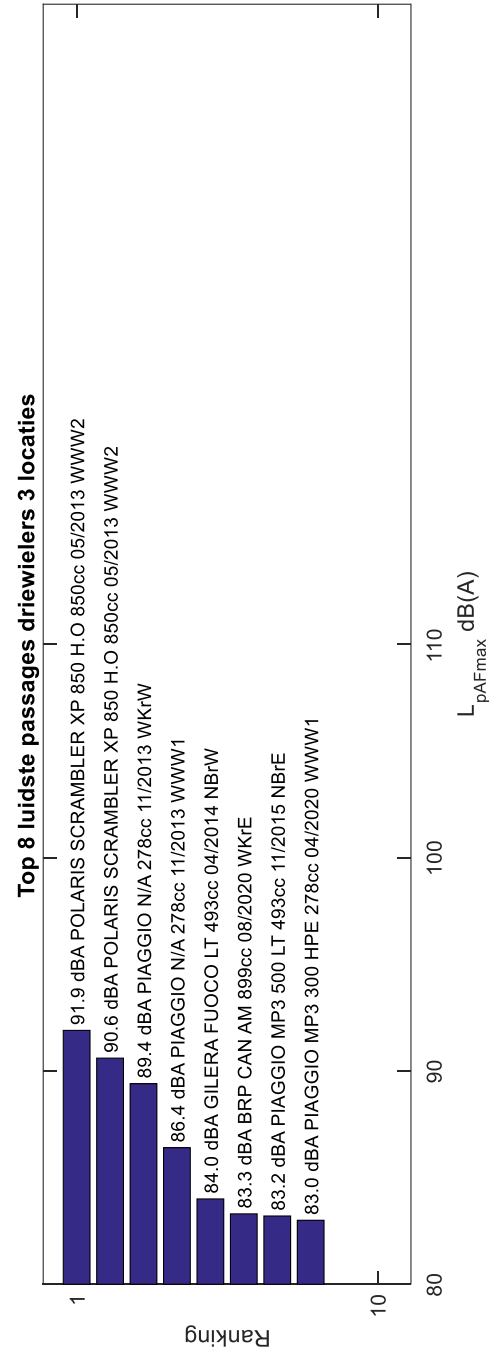
Figuur A.3 Ranking van top 50 luidste motorfietsen op basis van L_{pAFmax} , alle locaties.



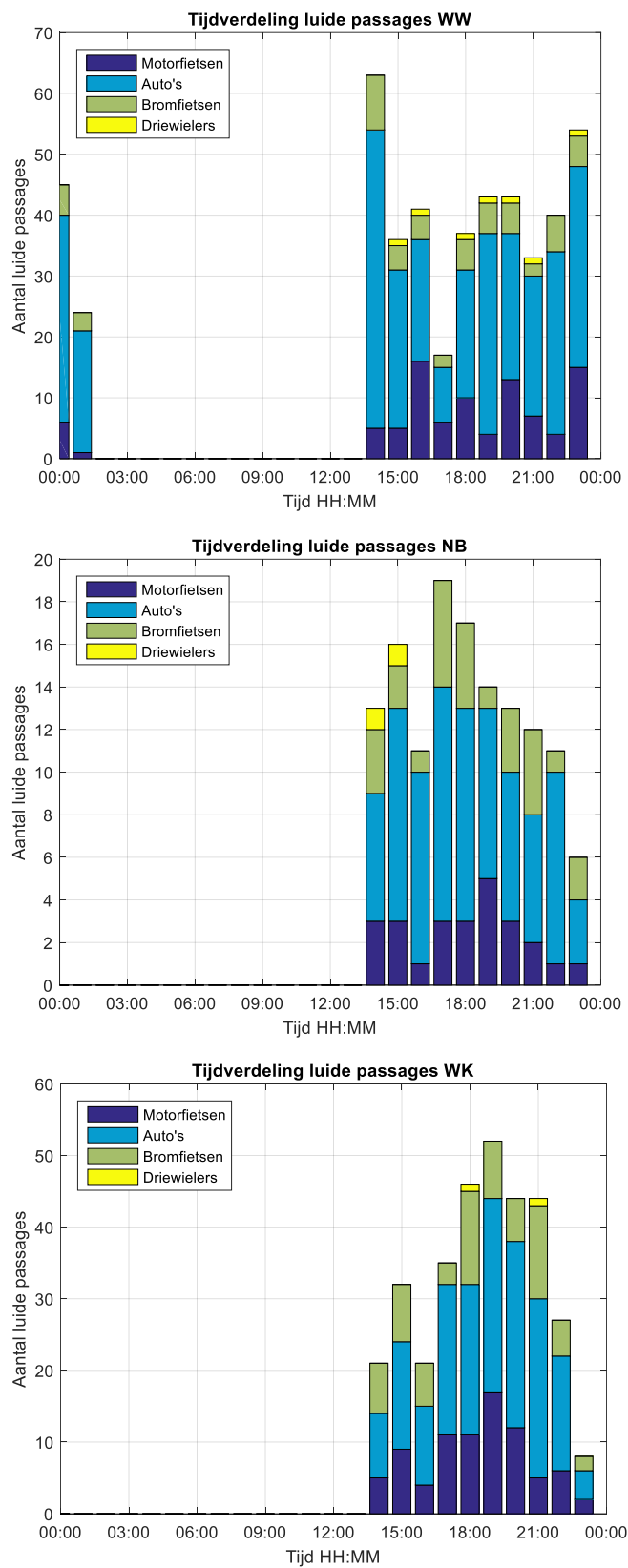
Figuur A.4 Vervolg ranking van 50-100 luidste motorfietsen op basis van L_{pAFmax}, alle locaties.



Figuur A.5 Ranking van top 50 luidste bromfietsen op basis van L_{pAFmax} , alle locaties.



Figuur A.6 Ranking van 8 luidre drierieters op basis van L_{pAFmax}, alle locaties.



Figuur A.7 Tijdverdeling luide passages per locatie: boven: Witte de Withstraat, midden: Nieuwe Binnenweg, onder: West Kruiskade.

In tabellen A.1 - A.3 staan voor iedere locatie de 150 luide events van voertuigen, met de voertuiggegevens op basis van kenteken waar bekend, en de akoestische kenmerken herleid uit het tijdsignaal.

Legenda bij de tabellen

Naam	Beschrijving
Event index	Volgnummer van de luide event
LocDir	Locatienaam 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 geluiddrukkniveau L_{pAFmax} in dB(A)
Lpmax	Maximaal ongewogen geluiddrukkniveau L_{pFmax} in dB
SELA	A-gewogen sound exposure level in dB(A)
LpAeq4s	Equivalent A-gewogen geluiddrukkniveau over 4 seconden in dB(A)
dLmxLF	Verschil geluidniveau onder 250 Hz met L_{pFmax} in dB
dLmxMF	Verschil geluidniveau tussen 250-1000 Hz met L_{pFmax} in dB
dLmxHF	Verschil 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@mxpfr	Geluiddrukkniveau in de tertsband waar de hoogste frequentiepiek optreedt, in dB
maxpkprom	Prominence in tertsspectrum van de sterkste frequentiepiek in dB
dLAMxeq	Verschil tussen L_{pAFmax} en $L_{pAeq,4s}$ in dB
vslabel	Geluidlabel voor specifieke voertuiggeluiden
snames	Geluidlabel voor omgevingsgeluiden

Tabel A.1 150 Luidste events van locatie Witte de Withstraat, $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A), auto's, motorfietsen, bromfietsen en driewielers.

Event LocDir	Date	Time	Type	ElType	Make	Model	Nuvs	Fuel	cc	Nvy	Mass	Ntrpr	Frstgr	Speed	PBl	max	STI	max	LpAmax	SEL	LpAeq4s	dtmxF	dtmxF	Prom4s	rtme	inaxvff	l@mxvff	maxpkrocl	dtAnvex	lvelabel	snames	
359	WWW1	28-8-2022	20:31:20	MC	DUCATI	DIABEL AB	2	Petrol	1198	2	233	113	mei-11		0	101	112.8	113.5	105.8	99.6	-11.7	-2.3	-4.8	106.4	125	96.6	3.3	13.2	rpm	burst	bangs	
785	WWW1	27-8-2022	20:34:32	MC	BMW	S 1000 RR	2	Petrol	999	4	202	142	mt-10		80	101	104.0	109.1	100.9	94.7	-7.5	-1.1	-14.0	128.0	250	101.8	27.1	9.3	rpm	burst	engine bangs	
825	WWW1	28-8-2022	20:31:24	MC	DUCATI	DIABEL AB	2	Petrol	1198	2	233	113	mei-11		0	101	101.3	104.7	93.1	90.9	-5.2	-2.2	-10.2	17.3	70.4	63	95.8	19.7	10.4	rpm	burst	engine bangs
395	WWW1	28-8-2022	15:00:48	MC	HARLEY DAVIDSON	DIABEL AB	2	Petrol	1923	2	428	78	sep-21		76	92	97.9	107.8	97.6	87.4	-1.0	-7.4	-15.4	17.4	82.4	125	103.2	32.0	10.5	rpm	burst	engine bangs
147	WWW1	26-8-2022	23:08:54	MC	DUCATI	MULTISTR	2	Petrol	1198	2	245	112	mei-15		80	100	97.3	105.6	93.8	87.6	-2.6	-3.6	-18.2	16.6	61.6	80	97.4	4.5	9.7	rpm	burst	engine bangs
108	WWW1	26-8-2022	19:26:08	Car	Coupe	LAMBORGHIA AVENTADOR	4	Petrol	6498	12	1765	515	dec-12	31	75	95	97.1	105.9	90.0	88.8	-15.6	-0.1	-25.9	38.4	200	107.2	47.1	8.3	rpm	long	engine bangs	
324	WWW1	28-8-2022	15:38:26	Car	Hback	PEUGEOT	4	Petrol	1199	3	1165	74	jan-21	37	66	75	97.1	98.5	96.4	90.2	-19.9	-0.9	-9.1	15.1	48.0	250	90.6	14.0	6.9	rpm	short	engine bangs
265	WWW1	27-8-2022	15:44:38																													
265	WWW1	27-8-2022	20:34:32																													
333	WWW1	27-8-2022	20:38:56	MC	BMW	R 1200 GS	2	Petrol	1170	2	259	81	aug-12		80	92	96.4	102.0	93.6	87.4	-5.1	-1.8	-16.5	17.3	106.4	160	93.2	4.6	9.6	rpm	short	engine bangs
269	WWW1	28-8-2022	16:28:44	MC	HARLEY DAVIDSON	DIABEL AB	2	Petrol	1340	2	320	41	mei-98		0	96.3	107.9	96.1	89.9	-2.7	-9.1	-16.6	14.5	26.4	50	97.0	7.4	6.4	rpm	burst	engine bangs	
221	WWW1	27-8-2022	15:43:49	Com	Van	MERCEDES-SPRINTER	4	Diesel	2143	4	2537	120	aug-17	21	74	83	94.4	99.5	85.3	83.3	-9.9	-0.5	-23.8	17.7	93.6	315	95.8	36.9	11.1	rpm	short	engine bangs
866	WWW2	28-8-2022	15:00:51																													
866	WWW2	28-8-2022	15:17:25	Car	Coupe	BMW 640i COUPE	4	Petrol	2979	6	1889	235	jul-16	30	71	79	93.9	98.8	90.4	84.2	-19.9	-0.3	-13.6	17.3	55.2	250	96.3	36.9	9.7	rpm	short	engine bangs
1053	WWW2	30-8-2022	18:05:10	Car	Stncar	MERCEDES-AMG A 35	4	Petrol	1991	4	1555	225	feb-19	59	70	81	93.9	100.6	88.9	82.7	-3.4	-2.8	-17.2	18.5	49.6	250	92.6	11.0	11.2	rpm	short	engine bangs
356	WWW1	28-8-2022	19:46:12	MC	HONDA	AFRICA TW	2	Petrol	742	2	217	43	apr-90		0	86	93.6	101.2	92.9	86.7	-4.0	-4.7	-16.2	14.4	31.2	315	90.3	7.6	6.9	rpm	short	engine bangs
578	WWW1	30-8-2022	21:20:59	Car	Stncar	MERCEDES-AMG A 45 AMG	4	Petrol	1991	4	1555	265	feb-15	42	74	102	93.5	102.2	89.1	82.9	-1.1	-6.8	-16.8	17.4	69.6	160	100.8	45.9	10.6	rpm	short	engine bangs
507	WWW1	29-8-2022	23:59:28	MC	YAMAHA	MT-07	2	Petrol	689	2	182	55	jun-16		79	91	92.8	102.1	80.8	84.6	-3.9	-3.0	-23.0	15.2	40.8	160	96.0	20.2	8.2	rpm	short	engine bangs
235	WWW1	27-8-2022	17:50:01	MC	HARLEY DAVIDSON	DIABEL AB	2	Petrol	1338	2	342	43	feb-98		79	85	92.5	103.3	90.5	88.4	-1.2	-7.0	-16.5	12.6	31.2	63	94.8	3.6	4.1	rpm	burst	engine bangs
1031	WWW2	30-8-2022	14:44:45	Car	Hback	TOYOTA	4	Petrol	998	3	900	50	jun-06	25	72	83	92.2	94.4	85.5	79.3	-13.5	-2.6	-11.1	19.8	236.0	1250	89.0	27.5	12.9	rpm	long	engine bangs
575	WWW1	30-8-2022	20:57:39																													
663	WWW2	26-8-2022	19:28:08	3W	POLARIS	SCRAMBLE	4	Petrol	850	2	415	15	mei-13		80	91	91.9	95.8	88.5	82.3	-7.2	-1.7	-8.6	17.2	54.4	2000	84.0	6.3	9.6	rpm	burst	engine bangs
661	WWW2	26-8-2022	19:26:05	3W	Coupe	LAMBORGHIA AVENTADOR	4	Petrol	6498	12	1765	515	dec-12	30	75	95	91.8	100.6	91.2	85.0	-12.0	-0.4	-35.1	13.9	63.2	250	99.7	35.7	6.8	rpm	burst	engine bangs
869	WWW2	28-8-2022	15:38:26	Car	Hback	PEUGEOT	4	Petrol	1199	3	1165	74	jan-21	21	66	75	91.7	93.4	90.5	84.3	-18.9	-0.9	-11.9	14.8	54.4	315	83.5	10.5	7.4	rpm	short	engine bangs
786	WWW2	27-8-2022	20:34:45	WP	NIU	N/A	2	Electric	0	0	78	0	aug-20		0	91.6	95.2	85.7	79.5	-6.5	-1.4	-13.0	19.0	135.2	80	84.7	7.3	12.1	rpm	burst	engine bangs	
141	WWW2	27-8-2022	23:55:22	Car	Cabrio	LAMBORGHIA AVENTADOR	4	Petrol	5204	10	1727	449	jun-17	32	72	93	91.6	102.4	88.3	82.1	-3.7	-6.4	-31.4	16.6	69.6	125	91.6	7.2	6.8	rpm	burst	engine bangs
147	WWW1	26-8-2022	23:02:41																													
1069	WWW2	30-8-2022	20:57:39	MP	HANWAY	RAW505	2	Petrol	49	1	110	2.25	dec-20		70	80	91.5	95.5	92.8	86.6	-12.2	-0.4	-20.9	12.6	27.2	250	97.9	39.6	4.9	rpm	burst	engine bangs
701	WWW2	26-8-2022	23:02:41	MC	YAMAHA	RN04	2	Petrol	998	4	201	110	mei-00		0	91.4	99.2	85.9	78.7	-2.7	-4.9	-21.4	19.0	108.0	160	92.4	22.1	11.7	rpm	burst	engine bangs	
704	WWW2	26-8-2022	23:08:57	MC	DUCATI	MULTISTR	2	Petrol	1198	2	245	112	mei-15		80	100	91.4	99.9	85.1	78.9	-2.2	-4.2	-18.0	19.3	141.6	0	0	0	12.5	rpm	burst	engine bangs
1085	WWW2	30-8-2022	23:19:07																													
573	WWW1	30-8-2022	20:51:58																													
1042	WWW2	30-8-2022	15:44:38																													
1066	WWW2	30-8-2022	20:51:57	MC	SUZUKI	GSX-S750L	2	Petrol	749	4	213	35	apr-19		71	83	90.9	98.4	90.7	84.5	-19.3	-0.2	-18.0	14.4	68.8	1600	78.7	3.5	6.4	rpm	burst	engine bangs
713	WWW2	26-8-2022	22:06:57	3W	HONDA	NC7000A	2	Petrol	870	2	218	35	sep-12		75	84	90.8	100.0	90.5	84.3	-5.3	-6.6	-16.4	14.2	32.8	80	89.8	9.7	6.5	rpm	burst	engine bangs
690	WWW2	26-8-2022	23:36:05	3W	POLARIS	SCRAMBLE	4	Petrol	850	2	415	15	mei-13		80	91	90.6	95.9	89.7	83.5	-6.5	-2.4	-10.2	15.4	50.4	315	89.9	27.2	7.1	rpm	burst	engine bangs
132	WWW1	26-8-2022	22:06:06	MC	YAMAHA	YZF-R6	2	Petrol	600	4	200	86	aug-00		0	92	90.4	99.4	90.1	83.9	-6.8	-14.8	-13.8	14.8	46.4	80	89.6	9.3	6.5	rpm	burst	engine bangs
169	WWW2	27-8-2022	17:50:03	MC	HARLEY DAVIDSON	DIABEL AB	2	Petrol	1338	2	342	43	feb-98		79	85	90.4	104.3	93.2	87.0	-8.3	-10.1	-27.1	11.9	22.4	315	89.2	3.9	3.4	rpm	short	engine bangs
705	WWW2	26-8-2022	23:10:48	MC	YAMAHA	XP500	2	Petrol	530	2	217	34.2	mt-15		0	86	90.1	105.5	86.5	80.3	-0.2	-14.6	-33.1	17.4	40.8	125	105.1	40.1	9.8	rpm	burst	engine bangs
349	WWW1	28-8-2022	19:00:51	Car	Sedan	MERCEDES-AMG C63	4	Petrol	3982	8	1780	350	jul-17	34	74	100	90.0	91.9	85.1	79.0	-4.6	-1.2	-15.3	17.9	77.6	800	89.3	22.2	11.0	rpm	burst	engine bangs
990	WWW2	29-8-2022	21:32:44	Car	Stncar	SEAT	4	Petrol	1984	4	1421	206	nov-15	39	73	76	90.0	94.8	86.8	80.5	-11.4	-0.5	-15.1	17.1	66.4	800	81.5	15.0	9.5	rpm	burst	engine bangs
338	WWW1	28-8-2022	16:09:48	3W	SUZUKI	GSX-R1000	2	Petrol	988	4	195	121	oct-03		0	83	89.9	98.5	91.2	85.0	-6.6	-2.3	-26.8	12.4	25.6	200	92.2	36.2	4.9	rpm	burst	engine bangs
489	WWW1	29-8-2022	19:14:16	Car	Coupe	BMW 325i	2	Petrol	2674	6	1120	90	nov-86	44	0	78	89.8	94.9	86.0	79.8	-11.8	-0.6	-11.5	17.2	26.4	200	92.4	29.4	10.0	rpm	burst	engine bangs
231	WWW1	27-8-2022	16:38:36	MC	KAWASAKI	Z1000 ABS	2	Petrol	1043	4	221	104.5	jul-16		79	94	89.7	100.5	90.3	84.1	-3.3	-12.1	-22.6	13.0	36.0	160	99.9	46.5	5.3	rpm	long	engine bangs
478	WWW1	29-8-2022	17:19:07	Car	Stncar	VOLKSWAGEN GOLF	4	Petrol	1984	4	1505	221	oct-15	47	72	88	89.6	100.4	89.5	83.1	-2.9	-11.2	-31.7	13.9	15.2	80	101.6	33.6	6.5	rpm	long	engine bangs
512	WWW1	30-8-2022	14:12:55	MC	YAMAHA	RN04	2	Petrol	998	4	201	110	mei-00		0	89.6	96.6	96.6	83.8	77.6	-3.4	-2.6	-21.1	18.7	50.4	400	88.8	11.5	12.0	rpm	short	engine bangs
970	WWW2	26-8-2022	17:02:05	MC	YAMAHA	DM01	2	Petrol	560	1	189	35	mei-06		0	84	89.6	99.6	88.5	82.3	-2.6	-4.4	-20.1	15.2	61.6	100						

[illegible]

688	WWV2	26-8-2022	22:04:04	Sincar	VOLKSWAGEN GOLF	4 Petrol	1984	4	1461	221	jul-21	22	70	87.72	90.9	88.8	74.7	-5.9	-2.0	-9.7	19.3	73.6	400.83.9	16.8	12.5	rpmhurst	engine	front	to	bangs
1075	WWV2	30-8-2022	17:38:19	Car	Mercedes-AMG A45	4 Petrol	1991	4	1660	310	nov-20	103	70	83.871	98.1	82.1	76.0	-7.5	-1.1	-13.6	18.2	51.2	630.82.9	16.9	11.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
487	WWV1	29-8-2022	17:02:06	Car	Audi RS 3	4 Petrol	1991	4	1660	310	nov-20	103	70	83.871	98.1	82.1	76.0	-7.5	-1.1	-13.6	18.2	51.2	630.82.9	16.9	11.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
581	WWV2	30-8-2022	19:21:46	Car	Audi RS 3	4 Petrol	1991	4	1660	310	nov-20	103	70	83.871	98.1	82.1	76.0	-7.5	-1.1	-13.6	18.2	51.2	630.82.9	16.9	11.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
587	WWV2	28-8-2022	19:46:12	MC	Honda	2 Petrol	742	2	217	43	apr-90	47	71	98.871	94.0	86.3	83.1	-11.2	-4.0	-20.9	13.8	38.4	250.93.3	41.7	7.0	rpmhurst	engine	front	to	bangs
591	WWV2	28-8-2022	23:08:12	MC	Honda	2 Petrol	742	2	217	43	apr-90	47	71	98.871	94.0	86.3	83.1	-11.2	-4.0	-20.9	13.8	38.4	250.93.3	41.7	7.0	rpmhurst	engine	front	to	bangs
584	WWV2	30-8-2022	22:06:32	MC	Yamaha XPS30-A	2 Petrol	530	2	217	43	apr-90	47	71	86.871	95.0	85.1	78.9	-3.2	-3.0	-19.7	15.8	28.8	100.89.1	10.8	8.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
1085	WWV1	30-8-2022	22:06:32	MC	Yamaha XPS30-A	2 Petrol	530	2	217	43	apr-90	47	71	86.871	95.0	85.1	78.9	-3.2	-3.0	-19.7	15.8	28.8	100.89.1	10.8	8.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
584	WWV1	30-8-2022	22:06:32	MC	Yamaha XPS30-A	2 Petrol	530	2	217	43	apr-90	47	71	86.871	95.0	85.1	78.9	-3.2	-3.0	-19.7	15.8	28.8	100.89.1	10.8	8.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
219	WWV1	29-8-2022	15:22:57	Car	BMW 120i	4 Petrol	1998	4	1455	135	nov-19	32	69	82.870	92.3	82.1	76.0	-8.6	-0.7	-24.5	17.6	67.2	310.95.0	10.6	8.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
965	WWV2	29-8-2022	15:16:34	Car	Volkswagen Golf	4 Petrol	1984	4	1437	180	mtt-18	42	72	86.86.9	94.2	82.9	76.8	-3.5	-4.8	-15.2	14.6	35.2	125.86.8	19.9	7.7	rpmhurst	engine	front	to	bangs
985	WWV2	29-8-2022	19:40:50	Car	Volkswagen Golf	4 Petrol	1990	4	1316	90	mei-11	35	0	70.86.9	91.8	84.9	78.7	-8.3	-0.8	-22.7	15.5	38.4	400.87.2	30.6	8.2	rpmhurst	engine	front	to	bangs
1064	WWV2	30-8-2022	20:36:43	Car	BMW 120i	4 Petrol	1998	4	1455	135	nov-17	50	69	82.86.9	92.3	88.4	82.2	-10.8	-4.0	-24.8	12.4	24.0	315.89.4	31.4	4.7	rpmhurst	engine	front	to	bangs
1003	WWV1	26-8-2022	18:48:06	MC	BMW R 1200 GS	2 Petrol	1170	2	259	81	aug-12	50	82	92.86.8	97.1	83.2	77.2	-3.2	-7.2	-20.7	17.3	148.0	100.89.1	25.7	9.6	rpmhurst	engine	front	to	bangs
592	WWV1	30-8-2022	23:08:28	MC	Harley Davidson IR	2 Petrol	883	2	260	39	mei-10	80	75	86.86.8	100.3	89.0	82.8	-0.6	-9.3	-25.4	12.4	16.0	125.97.3	27.0	4.0	fconthi	engine	front	to	bangs
593	WWV1	30-8-2022	23:08:28	MC	Yamaha XPS																									

Tabel A.2 150 Luidste events van locatie Nieuwe Binnenweg, $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A), auto's, motorfietsen, bromfietsen en driewielers.

Event	LocDir	Date	Type	EType	Make	Model	Nwls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Netpr	Firstreg	Speed	PBtmax	STtmax	Lpmxax	SSEA	Lpcdxax	dLmxFE	dLmWMF	dLmxHIF	Promdts	rtime	lmaxprfr	@lmaxprfr	lmaxprfrf	labeled	snamees			
1270 NB&W	17-9-2022	15:29:49															103.5	104.4	99.2	93.0	-28.9	-1.4	-5.5	17.6	48.8	250	96.7	23.9	10.5	rmlongat engine bangs		
1771 NB&W	24-9-2022	17:40:12															103.2	105.4	100.0	93.8	-6.4	-1.8	-9.6	16.7	49.6	125	98.7	27.9	9.4	rmlongat engine bangs		
2592 NB&E	24-9-2022	15:15:50	MC		KAWASAKI	Z750	2 Petrol	748	4	226	78	mei-08				0	96	102.4	103.5	99.9	93.7	-12.9	-0.9	-8.7	16.1	73.6	630	95.8	6.8	8.7	rmpshorta engine bangs	
1451 NB&W	20-9-2022	19:04:28															100.7	110.0	95.8	89.6	-2.9	-3.3	-24.2	18.4	76.0	630	101.9	5.8	11.1	rmburst engine		
1863 NB&W	25-9-2022	20:22:08			OPEL	VIVARO	4 Electric	0	0	1977	0	mei-22	29	68			96.7	106.1	95.2	89.0	-1.7	-5.0	-19.4	15.9	24.9	68	103.9	36.0	7.7	rmpshorta engine		
1542 NB&W	21-9-2022	20:25:39	Com	Van													0	96.5	96.6	90.6	84.5	-10.2	-2.5	-4.6	18.2	63.2	1250	91.3	24.2	12.0	bang engine	
2603 NB&E	24-9-2022	17:40:12	Car	Sedan	DODGE	DODGE CH XT660	4 Petrol	3605	6	1922	218	jul-14	32	73			84	96.5	100.9	96.1	89.9	-4.2	-2.9	-9.4	14.7	48.8	125	96.3	26.5	6.6	rmpidop engine bangs	
1791 NB&E	25-9-2022	20:22:06	MC		YAMAHA	XT660	2 Petrol	660	1	189	35	feb-11		79			88	96.5	104.5	95.5	89.4	-3.1	-3.3	-22.4	14.2	68.0	315	96.5	11.6	7.1	rmburst engine bangs	
2096 NB&W	14-9-2022	14:06:54															96.4	106.7	95.6	89.4	-0.7	-7.9	-29.4	15.3	50.4	125	105.6	52.1	7.0	rmlongat engine		
1983 NB&E	14-9-2022	16:44:40															93.5	96.2	91.6	85.4	-8.9	-0.7	-16.6	16.0	34.4	630	90.3	26.3	8.1	rmpshorta engine		
1457 NB&W	20-9-2022	19:08:42															95.1	97.9	94.5	88.3	-4.8	-3.6	-6.4	14.5	64.0	40	90.6	25.1	6.8	rmlongat engine fcontli		
2197 NB&E	17-9-2022	21:32:59															94.8	97.4	91.9	85.7	-8.6	-1.9	-6.6	16.0	49.6	250	90.6	15.0	9.1	rmpshorta engine bangs		
1355 NB&W	18-9-2022	22:05:57			SEAT		4 Petrol	1984	4	1421	206	nov-15	42	73			76	94.4	95.1	93.6	87.4	-6.8	-3.7	-10.7	14.0	64.8	630	91.0	22.0	7.0	rmpshorta engine	
2070 NB&E	16-9-2022	14:29:35	MC		YAMAHA	XP660D	2 Petrol	562	2	220	35	jun-22		74			88	94.4	100.6	92.0	85.8	-3.5	-2.8	-18.6	15.6	54.4	100	97.0	22.0	8.5	rmpshorta engine	
1983 NB&E	14-9-2022	20:43:21															94.0	98.1	93.2	87.0	-17.0	-0.7	-9.1	13.7	31.2	250	96.2	28.0	7.0	rmpshorta engine		
1963 NB&E	14-9-2022	16:44:40															93.5	96.2	91.6	85.4	-8.9	-0.7	-16.6	16.0	34.4	630	90.3	26.3	8.1	rmpshorta engine		
1477 NB&W	20-9-2022	20:07:00															93.4	103.4	93.9	87.3	-2.0	-6.5	-24.5	12.1	38.4	125	101.2	42.5	5.7	rmlongat engine		
2143 NB&E	17-9-2022	21:29:49	Car	Coupe	CHEVROLET	CAMARO	4 Petrol	3640	6	1620	6	1620	250	mrt-16	29	74		82	93.4	96.6	90.5	84.3	-24.0	-1.7	-6.8	16.3	39.2	500	84.8	3.4	9.1	rmlongat engine
1641 NB&W	22-9-2022	21:49:55															93.0	95.4	91.8	85.6	-13.9	-0.3	-14.9	15.0	96.8	630	90.7	27.3	7.4	rmburst engine		
2666 NB&E	25-9-2022	15:32:07															92.9	99.5	89.2	83.0	-3.3	-2.8	-22.8	17.7	45.6	100	95.8	32.7	9.9	rmpshorta engine bangs		
2681 NB&E	25-9-2022	16:25:16	MC		SUZUKI	V5700	2 Petrol	699	2	193	40	feb-86		0			95	92.6	99.1	90.5	84.3	-2.5	-4.2	-12.7	16.3	25.6	80	96.0	30.5	8.3	rmpshorta engine bangs	
1501 NB&W	21-9-2022	15:31:28	Car	Sncar	VOLKSWAGEN	GOLF	4 Petrol	1395	4	1599	110	okt-15	63	71			74	92.3	96.8	90.7	84.5	-4.2	-2.4	-14.2	14.7	31.2	160	90.3	32.0	7.8	rmpshorta engine bangs	
2444 NB&E	21-9-2022	18:20:12															92.3	96.6	92.8	86.6	-9.6	-1.3	-17.6	14.0	28.0	500	93.0	35.0	5.7	rmpshorta engine		
2721 NB&E	21-9-2022	21:36:42															91.7	96.8	89.5	83.3	-16.3	-0.2	-15.3	16.1	20.8	630	95.4	34.0	8.4	rmburst engine		
1335 NB&W	25-9-2022	19:35:17	Car	Sncar	MERCEDES	AMG GLE	4 Petrol	5461	8	2350	430	jul-15	44	74			93	91.4	96.3	87.2	81.1	-3.5	-2.6	-19.2	17.8	33.6	250	89.8	12.2	10.3	rmpshorta engine bangs	
2264 NB&E	18-9-2022	22:15:46	Car	Sedan	AUDI	AUDI A4	4 Petrol	1798	4	1485	118	apr-08	2	73			77	91.4	96.1	87.1	80.9	-1.9	-6.2	-9.6	17.7	57.6	100	90.4	9.8	10.5	rmburst engine bangs	
1116 NB&W	14-9-2022	17:47:10															91.3	98.2	88.9	82.8	-2.2	-4.1	-18.8	15.5	50.4	100	95.8	37.7	8.5	rmburst engine		
1651 NB&W	22-9-2022	23:09:26			HBACK	FIAT 500	4 Petrol	1242	4	1015	51	jul-10	10	73			90	99.7	104.4	87.4	81.2	-0.9	-7.5	-26.7	16.8	10.7	100	99.2	30.1	9.5	rmburst engine	
1780 NB&W	24-9-2022	19:13:28	Car	Hback	FIAT												90.5	104.8	92.6	86.4	-1.2	-7.4	-30.2	11.7	30.4	100	101.7	40.6	4.1	rmpshorta engine fcontli		
2456 NB&E	21-9-2022	20:25:38	Car	Sedan	BMW	440i XDRiv	4 Petrol	2998	6	1760	240	mrt-18	63	71			90	90.5	93.9	87.3	81.1	-20.8	-0.2	-15.4	17.3	43.2	630	86.9	12.2	9.4	rmburst engine	
1126 NB&W	14-9-2022	19:57:13															90.4	94	88.7	82.5	-11.5	-0.4	-18.8	15.4	55.2	200	98.7	40.5	7.9	rmburst engine		
1325 NB&W	21-9-2022	18:20:12	Car	Sncar	VOLKSWAGEN	GOLF	4 Petrol	1984	4	1424	169	feb-14	57	74			78	90.4	98.4	91.3	85.1	-3.7	-2.5	-18.9	11.7	36.8	100	92.5	33.9	5.3	rmpfact engine fcontli	
2180 NB&E	17-9-2022	19:39:20	Com	Van	OPEL	MOVANO	4 Diesel	2299	4	2066	92	sep-14	42	73			82	90.4	92.9	85.3	79.1	-6.3	-4.9	-6.8	18.6	27.2	160	84.5	26.5	11.3	rmlongat engine	
1114 NB&W	14-9-2022	16:50:38															90.2	93.9	87.6	81.5	-4.4	-2.6	-11.0	15.0	27.2	500	83.9	15.7	8.7	rmburst engine		
2161 NB&E	17-9-2022	17:28:35	Car	Sedan	TOYOTA	ALTEZZA	4 Petrol	2500	6	1503	157	jul-99	30	78			81	90.2	101.8	89.7	83.5	-0.8	-7.7	-35.4	13.2	77.6	160	96.3	44.1	6.7	rmburst engine	
2263 NB&E	18-9-2022	22:05:57	Car	Sncar	VOLKSWAGEN	GOLF	4 Petrol	1984	4	1392	162	jun-13	32	74			78	90.2	93.7	88.4	82.2	-9.1	-0.7	-15.5	14.2	80.8	630	88.0	24.1	8.8	rmpshorta engine bangs	
2618 NB&E	24-9-2022	19:20:30	MC		DUCATI	DUCATI PH	2 Petrol	916	2	200	74	jun-02		0			0	90.1	103.2	88.7	82.5	-0.9	-8.4	-23.4	15.7	69.6	40	79.8	5.4	7.6	rmburst engine fcontli	
1400 NB&W	19-9-2022	20:42:33															90.0	96.7	86.0	79.8	-1.9	-5.7	-10.3	16.3	24.6	80	90.6	23.6	10.2	rmpshorta engine bangs		
1873 NB&W	25-9-2022	21:36:41					0		0	0	0	0	67	0			0	89.9	98.2	90.0	83.9	-3.2	-6.3	-17.8	13.6	35.2	100	91.0	15.1	6.0	rmburst engine bangs	
2686 NB&E	25-9-2022	17:27:00															89.9	97.2	87.8	81.7	-2.8	-5.7	-12.0	15.1	36.8	630	82.2	4.8	7.8	rmpshorta engine fcontli bangs		
1113 NB&W	14-9-2022	16:44:40															89.8	92.9	88.5	82.3	-7.1	-1.1	-15.6	15.7	30.4	630	85.0	27.8	7.5	rmpshorta engine fcontli bangs		
1767 NB&W	22-9-2022	19:30:50	MC		YAMAHA	MT 03	2 Petrol	660	1	192	33	mrt-07				0	80	89.8	95.5	88.2	82.0	-2.9	-4.3	-9.8	15.2	104.0	80	91.4	28.5	7.8	rmpshorta engine bangs	
1428 NB&W	20-9-2022	15:59:49	Car	Sedan	BMW	440i XDRiv	4 Petrol	2998	6	1760	240	mrt-18	50	71			83	89.6	93.4	87.4	81.2	-16.0	-1.4	-10.5	15.9	41.6	630	85.4	11.2	8.4	rmpshorta engine	
1453 NB&W	20-9-2022	19:09:01															89.6	94.2	86.9	80.8	-6.1	-1.3	-19.3	16.4	54.4	315	87.9	31.3	8.8	rmpshorta engine bangs		
1636 NB&W	22-9-2022	21:14:37															89.4	96.5	85.6	79.8	-1.2	-8.3	-10.0	17.4	38.4	100	91.7	29.4	10.0	rmpshorta engine		
1759 NB&W	24-9-2022	15:15:50															89.4	94.0	88.9	82.7	-5.4	-1.7	-13.7	15.0	77.6	160	88.5	15.2	6.7	rmpshorta engine		
1541 NB&W	21-9-2022	20:21:30															89.2	91.0	87.7	81.6	-8.2	-2.3	-6.1	15.0	42.4	160	82.6	19.6	7.6	rmpshorta engine bangs		
1702 NB&W	23-9-2022	19:29:32	MC		HARLEY DAVIDSON	STRE	2 Petrol	1450	2	287	49	jan-06		0			0	89.2	102.3	91.8	85.6	-1.4	-7.7	-23.9	12.1	11.2	100	99.7	38.6	3.6	rmlongat engine	
1384 NB&W	19-9-2022	17:09:32	MC		DUCATI		2 Petrol	849	2	193	92	mrt-10				0	86	89.1	97.5	89.3	83.2	-4.3	-2.1	-25.6	13.6	54.4	315	92.6	28.6	5.9	rmlongat engine fcontli	
2611 NB&E	24-9-2022	18:22:42	MC		YAMAHA	XT660	2 Petrol	660	1	189	35	mei-07				0	85	88.9	94.0	89.3	83											

(Vervolg tabel A.2 Nieuwe Binnenweg)

2519	NbDe	23-9-2022	17:05:53		PIAGGIO RUNNER	2 Petrol	124	1	116	10.3	jan-98				87.4	94.6	81.9	75.7	-2.2	-4.7	-13.1	18.8	152.8	63.884	20.5	11.7	rimburst	engine	fronto	bangs		
2629	NbDe	24-9-2022	20:49:35	MP	NiU	2 Electric			0	78	0	aug-20	77		76	87.4	91.7	88.9	79.0	-2.4	-5.1	-8.9	15.5	56.0	63.884	25.0	8.4	rimburst	engine	fronto	bangs	
2639	NbDe	22-9-2022	14:58:20	MC	NiU	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto	
2679	NbDe	25-9-2022	16:27:58	Car	HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack	PEUGEOT	4 Petrol	998	3	865	50	mt-06	19	70		83	87.3	88.6	88.2	82.0	-22.0	-0.2	-14.0	11.9	50.4	800.854	32.5	6.2	rimburst	engine	fronto	fronto
2679	NbDe	25-9-2022	18:22:43		HBack																											

Tabel A.3 150 Luidste events van locatie West-Kruiskade, $L_{pAFmax} \geq 83$ dB(A), auto's, motorfietsen, bromfietsen en driewielers.

Date	Time	Type	EType	Make	Model	Nvls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Nctrj	Frstgrd	Speed	Pblmax	STlmax	Lplmax	Lpmxax	SSEA	Lpaqets	dltmxLF	dltmxHF	Promds	rtime	maxprfI	@lmpxrffrI	maxoprdI	Answq	vslbel	smanes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
20-9-2022	18:59:49																106.8	115.0	104.7	98.5	-3.4	-2.6	16.2	87.2	315	108.7	10.2	8.3	rpmburst engine																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
21-9-2022	20:12:39																103.9	106.4	97.3	91.1	-4.0	-3.8	-7.3	19.2	76.8	1000	98.6	13.6	12.8	rpmburst engine bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
21-9-2022	15:53:15		Car	Stncar	LAND ROVER RANGE RQ	4 Petrol	4999	8	2377	423	mst-lm-	43	74	96	102.7	104.0	97.0	90.8	-11.4	-1.9	-5.5	18.1	151.2	2000	95.7	6.7	11.9	bang																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21-9-2022	19:12:55	Car	HBack	KIA	PICANTO	4 Petrol	1086	4	929	48	jun-07	7	73	83	102.0	105.3	100.0	93.8	-4.1	-3.7	-7.0	14.8	600	98.6	16.6	8.2	rpmhoistacc																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23-9-2022	17:52:33	MC	Car	Stncar	HARLEY DA BREAKOUT	2 Petrol	1690	2	320	55	sep-16	75	93	90.7	106.4	99.5	93.3	-2.7	-9.3	-8.3	14.8	86.4	100	98.8	14.4	7.4	rpmlongaleng																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23-9-2022	18:41:20	Car	Stncar	VOLKSWAGEN GOLF	4 Petrol	1984	4	1527	228	mrt-lm-	67	70	78	78	100.7	106.1	97.0	90.8	-7.6	-5.2	-12.3	17.6	36.8	160	97.9	23.6	9.9	rpmhoist engine bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
22-9-2022	14:13:03	MC	Car	Sedan	SUZUKI GSXR-R1000	2 Petrol	999	4	203	136	mrt-13	78	96	100.2	103.6	93.4	87.2	-4.7	-2.5	-9.6	19.4	92.8	100	93.7	9.4	13.0	bang																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15-9-2022	17:45:21	MC	Sedan	MERCEDEZ-AMG C 43	4 Petrol	7996	6	1690	270	aug-17	82	74	95	99.2	101.3	94.8	88.7	-9.9	-0.6	-15.0	16.9	37.8	200	88.7	3.5	10.5	rpmhoistacc bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
21-9-2022	19:18:54																98.5	102.6	96.4	90.2	-3.8	-3.0	-10.6	15.1	36.8	500	93.2	8.4	8.3	rpmhoistacc bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
21-9-2022	22:27:57	MC	Car	HONDA	ADV750	2 Petrol	745	2	238	40.3	juli-20	71	87	87.9	100.8	94.6	88.4	-6.7	-1.3	-13.0	16.8	47.7	100	91.2	12.5	11.0	rpmhoist engine bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16-9-2022	22:51:42	MC	Car	BMW	320S3 WkEdE	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	98.2	102.2	93.4	87.2	-3.8	-2.9	-11.0	13.1	84.8	630	91.8	6.7	11.1	rpmhoist engine bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
24-9-2022	18:58:42	Car	Sedan	BMW	530i	4 Petrol	1998	4	1615	185	mst-lm-	67	71	84	98.1	105.5	96.6	90.4	-3.0	-3.5	-14.5	14.6	45.6	160	100.8	25.9	7.7	rpmhoist engine																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23-9-2022	18:28:40																98.0	101.6	94.0	87.9	-5.0	-2.7	-8.6	17.2	29.6	400	92.8	8.2	10.1	rpmhoist engine bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
16-9-2022	19:22:34	MC	Car	KAWASAKI VERSYS 65	2 Petrol	649	2	217	35	juni-19	72	89	97.5	102.0	94.4	88.3	-5.0	-1.7	-15.5	16.7	55.2	500	98.3	31.9	9.2	rpmburst engine																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25-9-2022	17:39:05	MC															97.1	103.2	93.8	87.6	-5.9	-1.5	-14.8	16.2	131.2	100	93.6	11.7	9.5	rpmhoistacc bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
25-9-2022	20:25:13	MC	YAMAHA T-MAX	530	2 Petrol	530	2	213	33.8	jan-18	0	87	97.1	102.0	93.5	87.3	-4.4	-2.6	-11.1	16.5	36.8	100	97.0	36.6	9.8	rpmhoistacc bangs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26-9-2022	20:26:18	MP	KYMCO VP 50	2 Petrol	49	1		97	1.6	juni-19	67	66	77	96.9	98.9	98.4	92.2	-13.0	-1.0	-11.0	13.1	60.8	125	81.8	10.7	4.7	rpmhoistacc fconthi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26-9-2022	17:29:37	MC	HBack	PEUGEOT		4 Petrol	998	3	915	53	dec-18	9	69	76	96.9	108.8	96.4	90.4	-2.8	-3.6	-15.4	15.3	25.6	630	93.1	6.3	8.5	rpmhoistacc																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
25-9-2022	21:22:01	MC	YAMAHA XP560	4 Petrol	88	96.5	97.3	90.7	84.5	-11.0	-1.5	-6.5	18.2	97.6	1250	91.0	24.5	12.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

Overzicht van luide voertuigen die drie keer of vaker zijn gedetecteerd met hoog geluidniveau op één of meer meetlocaties.

Het merk, het model, eerste jaar registratie, motorvolume, aantal cilinders en wielen en aantal detecties staat aangegeven, gevolgd door de datum, tijd, eventnummer, locatie, L_{pAFmax} geluidniveau, snelheid indien bekend en geluidlabel van iedere herhaalde passage.

Auto's

AUDI RS 3 SPORTBACK 08/2019 (2480cc 5cyl 4w) 4x

2022-08-27 19:27:18 ev#780 locWW/J 84.6 dBA 47km/h rpmburst

2022-09-21 17:44:08 ev#3894 locWK/I 94.7 dBA 62km/h rpmburst

2022-09-23 19:54:59 ev#4251 locWK/I 90.4 dBA 35km/h rpmsshortacc

2022-09-21 18:19:08 ev#5612 locWK/J 87.2 dBA 106km/h fconthi

BMW 440i XDRIVE 03/2018 (2998cc 6cyl 4w) 3x

2022-09-20 15:59:49 ev#1428 locNB/F 89.6 dBA rpmsshortacc

2022-09-20 16:12:03 ev#2353 locNB/G 85.2 dBA 55km/h rpmlongacc

2022-09-21 20:25:38 ev#2456 locNB/G 90.5 dBA 63km/h rpmburst

CHEVROLET CHEVROLET CAMARO 12/2019 (3564cc 6cyl 4w) 3x

2022-08-28 23:09:09 ev#370 locWW/I 89.1 dBA 34km/h

2022-08-28 23:11:10 ev#372 locWW/I 88.0 dBA 36km/h

2022-08-29 01:02:33 ev#379 locWW/I 83.9 dBA 31km/h

LAMBORGHINI AVENTADOR 12/2012 (6498cc 12cyl 4w) 4x

2022-08-26 19:26:08 ev#107 locWW/I 97.1 dBA 31km/h rpmlongacc

2022-08-27 19:53:50 ev#254 locWW/I 89.2 dBA 28km/h rpmlongacc

2022-08-26 19:26:09 ev#661 locWW/J 91.8 dBA rpmburst

2022-08-27 19:53:54 ev#783 locWW/J 89.1 dBA 22km/h fconthi

LAMBORGHINI HURACAN 06/2017 (5204cc 10cyl 4w) 5x

2022-08-26 23:54:08 ev#169 locWW/I 84.0 dBA 16km/h rpmburst

2022-08-27 23:55:15 ev#296 locWW/I 85.9 dBA 26km/h rpmburst

2022-08-28 19:03:20 ev#350 locWW/I 86.7 dBA 18km/h rpmburst

2022-08-26 20:46:48 ev#679 locWW/J 89.3 dBA 29km/h rpmburst

2022-08-27 23:55:22 ev#821 locWW/J 91.6 dBA 32km/h rpmburst

LAND ROVER RANGE ROVER SPORT 11/2017 (4999cc 8cyl 4w) 3x

2022-09-26 18:01:57 ev#4810 locWK/I 86.5 dBA 75km/h fconthi

2022-09-21 20:29:27 ev#5663 locWK/J 84.3 dBA 36km/h rpmlongacc

2022-09-26 17:29:21 ev#6334 locWK/J 85.3 dBA 6km/h rpmsshortacc

VOLKSWAGEN GOLF VR6 128 KW AUT E2 02/1996 (2792cc 6cyl 4w) 7x

2022-08-26 22:53:37 ev#146 locWW/I 86.0 dBA 44km/h rpmsshortacc

2022-08-27 21:02:30 ev#273 locWW/I 88.1 dBA 48km/h rpmsshortacc

2022-08-30 00:24:02 ev#510 locWW/I 87.3 dBA 42km/h

2022-08-26 23:47:21 ev#714 locWW/J 83.6 dBA 25km/h rpmsshortacc

2022-09-23 17:17:20 ev#1690 locNB/F 86.9 dBA 41km/h rpmsshortacc

2022-09-23 21:53:06 ev#1717 locNB/F 87.0 dBA 46km/h rpmburst

2022-09-22 21:52:45 ev#4128 locWK/I 84.5 dBA 49km/h rpmsshortacc

VOLKSWAGEN GOLF 03/2018 (1984cc 4cyl 4w) 3x

2022-08-29 15:16:25 ev#469 locWW/I 85.3 dBA 22km/h

2022-08-26 22:46:34 ev#699 locWW/J 85.9 dBA 17km/h

2022-08-29 15:16:34 ev#965 locWW/J 86.9 dBA 42km/h rpmburst

VOLKSWAGEN GOLF 10/2015 (1984cc 4cyl 4w) 3x

2022-08-29 17:19:07 ev#478 locWW/I 89.6 dBA 47km/h rpmlongacc

2022-09-21 15:31:28 ev#1501 locNB/F 92.3 dBA 63km/h rpmsshortacc
 2022-09-26 17:36:44 ev#4803 locWK/I 84.2 dBA 44km/h rpmsshortacc
 VOLKSWAGEN GOLF 08/2017 (1984cc 4cyl 4w) 4x
 2022-09-24 21:24:32 ev#4549 locWK/I 89.9 dBA 37km/h rpmburst
 2022-09-23 17:54:43 ev#5936 locWK/J 83.5 dBA 31km/h fconthi
 2022-09-23 19:40:21 ev#5954 locWK/J 83.8 dBA 38km/h rpmburst
 2022-09-23 19:44:42 ev#5957 locWK/J 86.7 dBA 28km/h fconthi

Motorfietsen

HONDA ADV750 07/2020 (745cc 2cyl 2w) 4x
 2022-09-21 22:26:45 ev#3958 locWK/I 86.5 dBA rpmburst
 2022-09-22 23:22:43 ev#4144 locWK/I 94.7 dBA rpmsshortacc
 2022-09-15 14:54:22 ev#5065 locWK/J 92.2 dBA rpmsshortacc
 2022-09-21 22:27:57 ev#5687 locWK/J 98.5 dBA rpmsshortacc
 HONDA CBR 900 RR FIREBLADE 04/1993 (893cc 4cyl 2w) 3x
 2022-09-24 19:42:17 ev#4514 locWK/I 86.7 dBA rpmsshortacc
 2022-09-24 22:27:19 ev#4569 locWK/I 94.9 dBA rpmsshortacc
 2022-09-24 19:46:19 ev#6076 locWK/J 86.9 dBA fconthi
 HONDA VFR1200XD 03/2014 (1237cc 4cyl 2w) 3x
 2022-09-25 15:36:51 ev#4634 locWK/I 84.9 dBA rpmburst
 2022-09-16 17:38:27 ev#5305 locWK/J 85.0 dBA rpmsshortacc
 2022-09-17 17:06:17 ev#5435 locWK/J 83.3 dBA rpmsshortacc
 KAWASAKI Z900 02/2019 (948cc 4cyl 2w) 3x
 2022-08-27 20:06:23 ev#257 locWW/I 85.9 dBA rpmlongacc
 2022-08-27 20:06:25 ev#784 locWW/J 83.0 dBA fconthi
 2022-09-24 14:45:28 ev#2582 locNB/G 85.6 dBA rpmsshortacc
 KAWASAKI VERSYS 650 06/2019 (649cc 2cyl 2w) 6x
 2022-09-16 19:11:53 ev#3231 locWK/I 92.5 dBA rpmburst
 2022-09-16 19:22:34 ev#3234 locWK/I 97.5 dBA rpmburst
 2022-09-16 19:32:44 ev#3237 locWK/I 92.0 dBA rpmburst
 2022-09-17 20:58:50 ev#3373 locWK/I 86.0 dBA rpmsshortacc
 2022-09-18 21:18:55 ev#3520 locWK/I 86.5 dBA fconthi
 2022-09-24 18:02:27 ev#6054 locWK/J 89.1 dBA fconthi
 KYMCO AGILITY125 06/2008 (125cc 1cyl 2w) 4x
 2022-09-21 21:31:12 ev#2460 locNB/G 84.9 dBA rpmsshortacc
 2022-09-25 18:57:55 ev#2702 locNB/G 86.0 dBA rpmburst
 2022-09-21 18:46:34 ev#5621 locWK/J 86.5 dBA rpmburst
 2022-09-21 20:08:34 ev#5656 locWK/J 84.2 dBA rpmsshortacc
 PIAGGIO SKIPPER LX 125 08/1998 (124cc 1cyl 2w) 4x
 2022-09-22 15:59:15 ev#4009 locWK/I 86.7 dBA rpmburst
 2022-09-22 17:13:40 ev#4032 locWK/I 86.3 dBA rpmsshortacc
 2022-09-22 17:07:06 ev#5757 locWK/J 87.2 dBA rpmburst
 2022-09-22 17:53:05 ev#5767 locWK/J 86.5 dBA rpmburst
 YAMAHA XP530-A 07/2017 (530cc 2cyl 2w) 3x
 2022-09-21 16:19:48 ev#5570 locWK/J 84.6 dBA rpmsshortacc

2022-09-24 23:46:26 ev#6154 locWK/J	83.0 dBA	rpmsshortacc
2022-09-26 21:01:50 ev#6378 locWK/J	83.2 dBA	rpmsshortacc

Bromfietsen

LA SOURIS SOURINI 12/2020 (50cc 1cyl 2w) 7x		
2022-09-16 17:26:28 ev#3203 locWK/I	84.0 dBA	rpmburst
2022-09-20 19:20:57 ev#3762 locWK/I	83.4 dBA	rpmburst
2022-09-25 17:52:56 ev#4675 locWK/I	83.4 dBA	fconthi
2022-09-26 18:07:39 ev#4811 locWK/I	83.3 dBA	rpmburst
2022-09-26 18:32:32 ev#4819 locWK/I	85.4 dBA	fconthi
2022-09-24 21:48:04 ev#6125 locWK/J	85.3 dBA	fconthi
2022-09-26 18:18:10 ev#6346 locWK/J	83.6 dBA	fconthi
NIU NQI SHARING 08/2021 (0cc 0cyl 2w) 3x		
2022-08-26 19:49:06 ev#113 locWW/I	86.2 dBA	
2022-08-28 14:03:56 ev#852 locWW/J	85.9 dBA	
2022-09-19 16:25:11 ev#3585 locWK/I	85.2 dBA	rpmsshortacc
NIU N/A 08/2020 (0cc 0cyl 2w) 4x		
2022-08-27 18:35:48 ev#774 locWW/J	85.4 dBA	
2022-08-27 20:34:45 ev#786 locWW/J	91.6 dBA	fconthi
2022-09-22 19:41:43 ev#1620 locNB/F	83.4 dBA	fconthi
2022-09-22 14:58:20 ev#2493 locNB/G	87.3 dBA	fconthi
PIAGGIO N/A 12/2017 (50cc 1cyl 2w) 4x		
2022-09-19 21:03:35 ev#3633 locWK/I	83.5 dBA	rpmburst
2022-09-20 14:47:58 ev#3680 locWK/I	83.3 dBA	rpmsshortacc
2022-09-21 18:28:37 ev#3909 locWK/I	85.2 dBA	rpmburst
2022-09-15 15:27:40 ev#5076 locWK/J	83.8 dBA	fconthi
SYM XPRO 01/2018 (50cc 1cyl 2w) 10x		
2022-09-19 18:38:07 ev#1390 locNB/F	83.7 dBA	fconthi
2022-09-22 21:14:16 ev#1635 locNB/F	83.0 dBA	fconthi
2022-09-22 23:07:38 ev#1650 locNB/F	83.2 dBA	fconthi
2022-09-23 22:02:13 ev#1719 locNB/F	83.3 dBA	fconthi
2022-09-25 17:49:13 ev#1843 locNB/F	83.6 dBA	rpmsshortacc
2022-09-25 21:29:26 ev#1871 locNB/F	83.2 dBA	fconthi
2022-09-25 15:03:34 ev#2662 locNB/G	83.3 dBA	rpmsshortacc
2022-09-25 18:19:26 ev#2697 locNB/G	83.1 dBA	fconthi
2022-09-26 17:52:19 ev#2763 locNB/G	83.3 dBA	fconthi
2022-09-26 18:24:25 ev#6347 locWK/J	85.1 dBA	fconthi
SYM X'PRO 08/2021 (49cc 1cyl 2w) 11x		
2022-09-15 20:09:54 ev#3111 locWK/I	83.8 dBA	fconthi
2022-09-16 20:48:27 ev#3250 locWK/I	87.4 dBA	rpmburst
2022-09-17 21:21:58 ev#3378 locWK/I	90.0 dBA	rpmburst
2022-09-18 22:22:40 ev#3529 locWK/I	86.0 dBA	rpmburst
2022-09-19 17:21:19 ev#3599 locWK/I	88.9 dBA	rpmburst
2022-09-24 22:08:21 ev#4565 locWK/I	83.7 dBA	fconthi
2022-09-25 22:29:31 ev#4744 locWK/I	85.9 dBA	fconthi
2022-09-25 23:14:36 ev#4753 locWK/I	83.7 dBA	fconthi
2022-09-26 21:45:17 ev#4856 locWK/I	87.1 dBA	rpmburst
2022-09-15 21:58:56 ev#5171 locWK/J	86.0 dBA	rpmsshortacc
2022-09-25 23:09:56 ev#6282 locWK/J	87.0 dBA	fconthi
TGB BH1 07/2006 (49cc 1cyl 2w) 3x		
2022-09-21 15:31:56 ev#3841 locWK/I	85.5 dBA	fconthi

2022-09-21 21:12:58	ev#5671	locWK/J	85.7 dBA	fconthi
2022-09-22 21:45:12	ev#5843	locWK/J	86.5 dBA	fconthi

Driewielers en quads

POLARIS SCRAMBLER XP 850 H.O 05/2013 (850cc 2cyl 4w) 3x

2022-08-28 21:56:47	ev#367	locWW/I	89.5 dBA	
2022-08-26 19:28:08	ev#663	locWW/J	91.9 dBA	rpmburst
2022-08-26 23:36:57	ev#713	locWW/J	90.6 dBA	rpmsshortacc

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
datum	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	numlhpeaksin4s	maxTonalSpectralCentroid
wheelbase	numlhapks, numlhpkps	
power	numclaxlocs	
netpower	octspecflatness	
fuel	hasharm	
pblamax	fconthi	
stlamax	fcontlo	
rpmdb	repet	
	bangs	
	impacts	
	soundnames	
	matchlabels, matchedid	
	linkedotherevname	
	vsoundlabel	

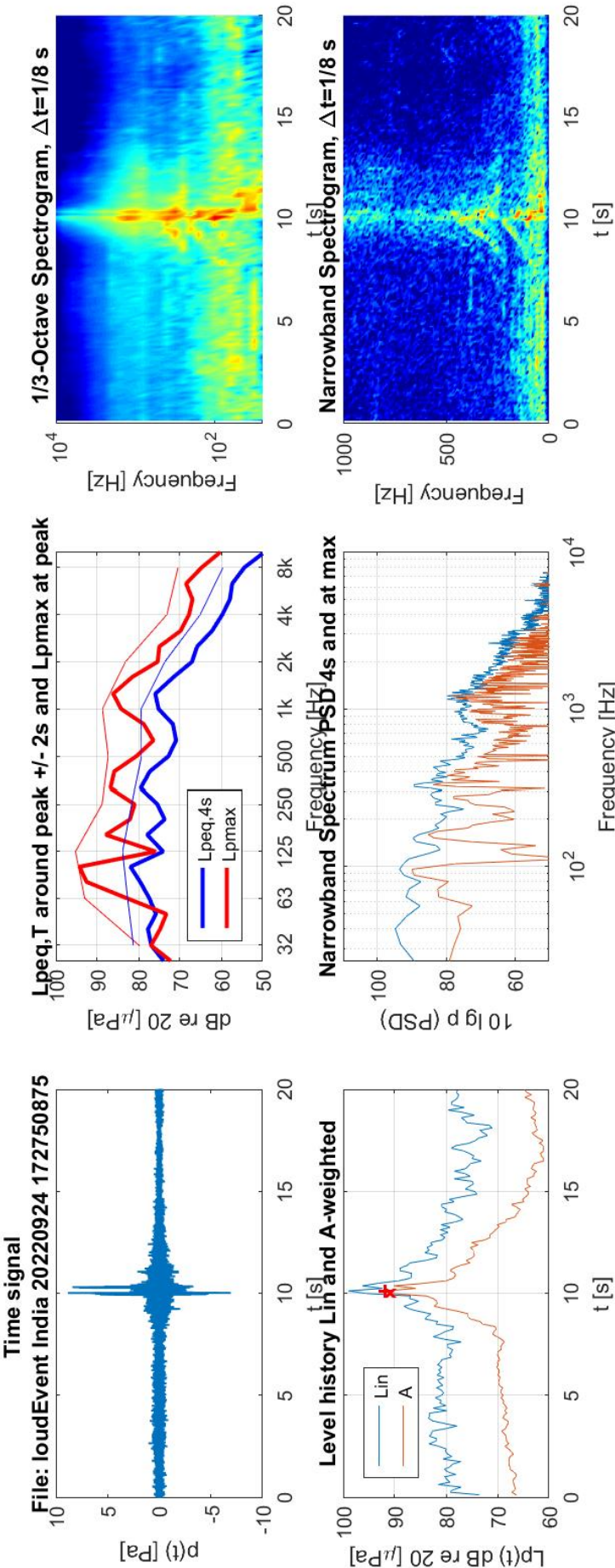
Hieronder staan enkele karakteristieke voorbeelden van akoestische kenmerken van luide voertuigen samen met hun voertuigkenmerken. Het betreft:

- Volkswagen Up! Kleine auto met snelle acceleratie en overschakelen.
- Ducati motorfiets met herhaald optoeren.
- Harley Davidson motorfiets met korte toerenstoten.
- Range Rover met uitlaatknallen.
- BMW Sedan met op- en aftoerende motor.
- Een optrekkend Polaris Quad (valt in driewieler categorie).
- Een Piaggio scooter, optrekkend vanaf de stoep.
- Een Piaggio scooter, met kenmerkende constante frequentiepieken.

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

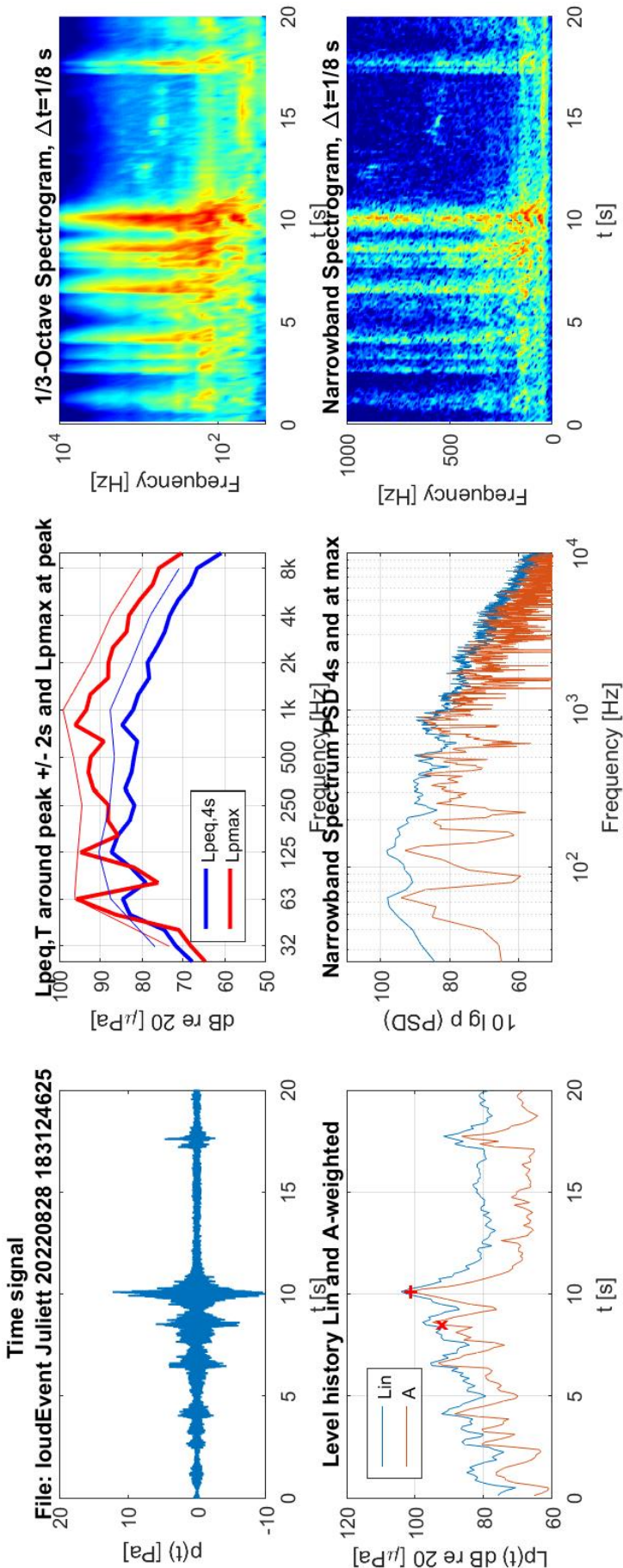
Legenda bij de figuren:

Links boven: Tijdsignaal geluidsdruk; 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.



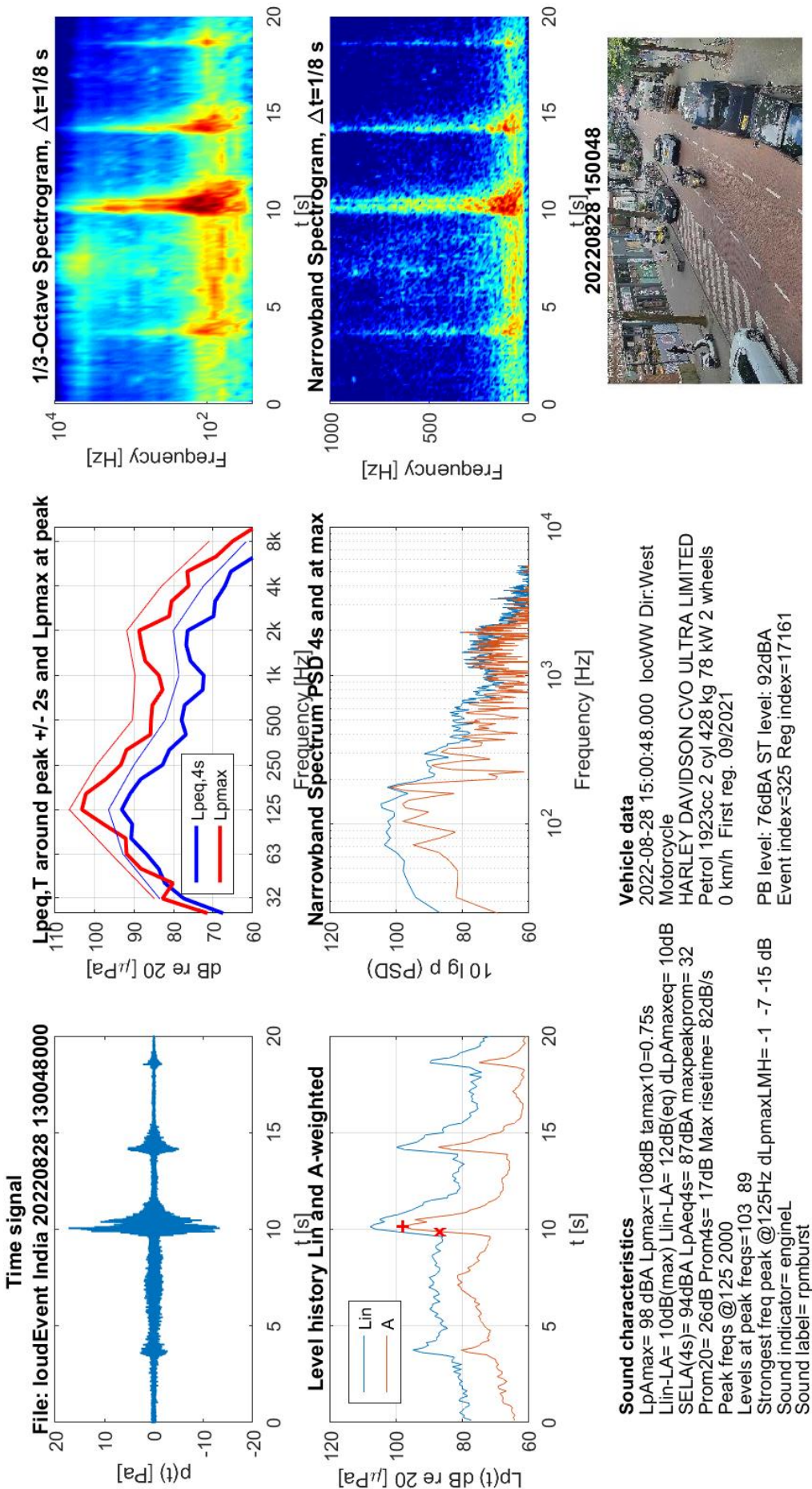
Vehicle data
2022-09-24 19:27:50.875 locWK Dir:East
Car hatchback
VOLKSWAGEN UP!
Petrol 999cc 3 cyl 940 kg 44 kW 4 wheels
28 km/h First reg. 02/2016
PB level: 71dBA ST level: 78dBA
Event#4508(mid#6071) Reg#168239

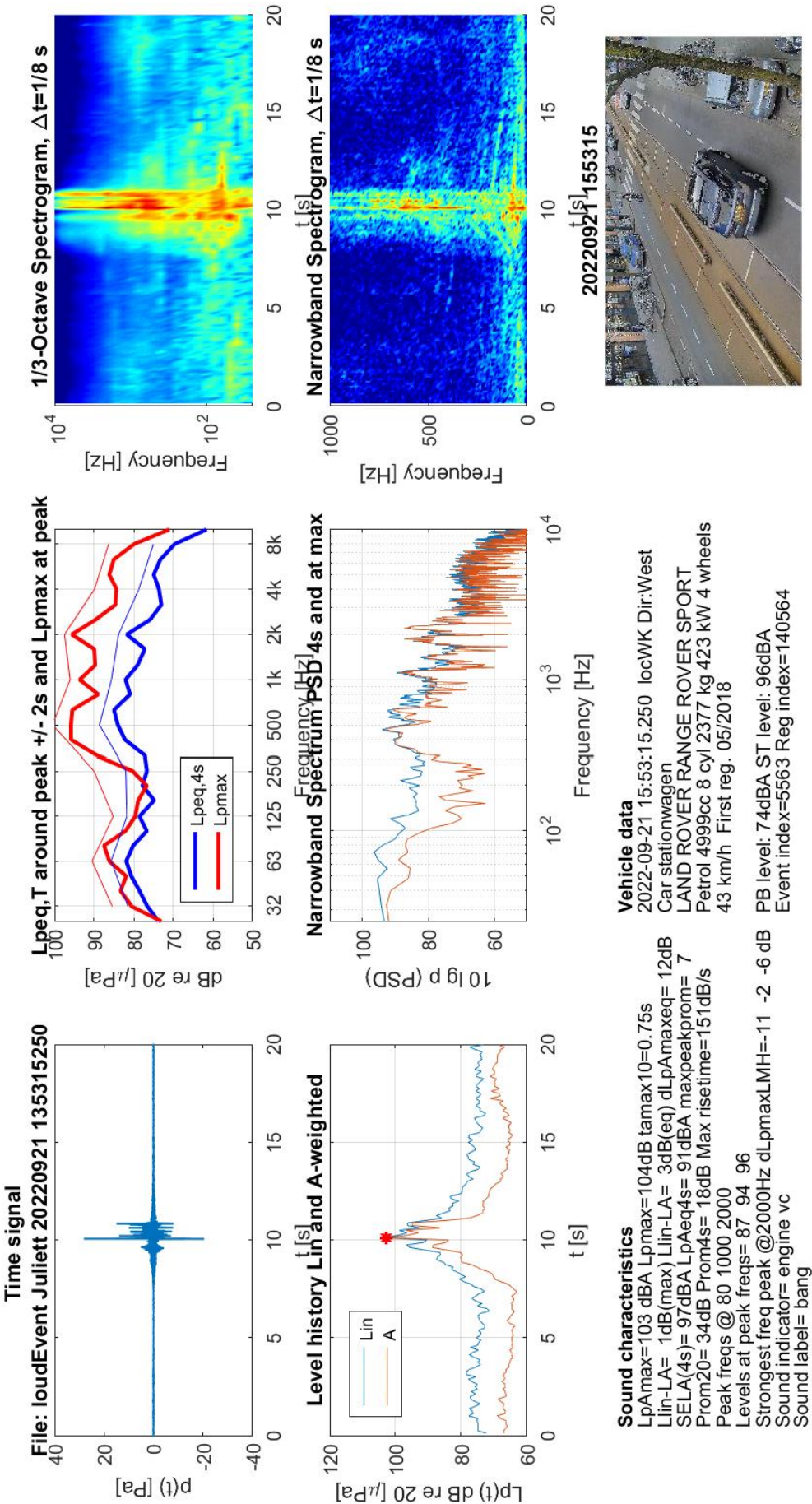
Sound characteristics
LpAmax= 92 dBA Lpmax= 99dB tamax10=1s
Lin-LA= 7dB(max) Lin-LA= 7dB(eq) dLpAmaxeq= 9dB
SELA(4s)= 89dBA LpAeq4s= 83dBA maxpeakprom= 22
Prom20= 24dB Prom4s= 17dB Max risetime= 56dB/s
Peak freqs @ 32 100 160 315 1250
Levels at peak freqs= 77 94 88 87 86
Strongest freq peak @100Hz dLpmaxLMH= -2 -6 -15 dB
Sound indicator= bangs
Sound label= rpmburst

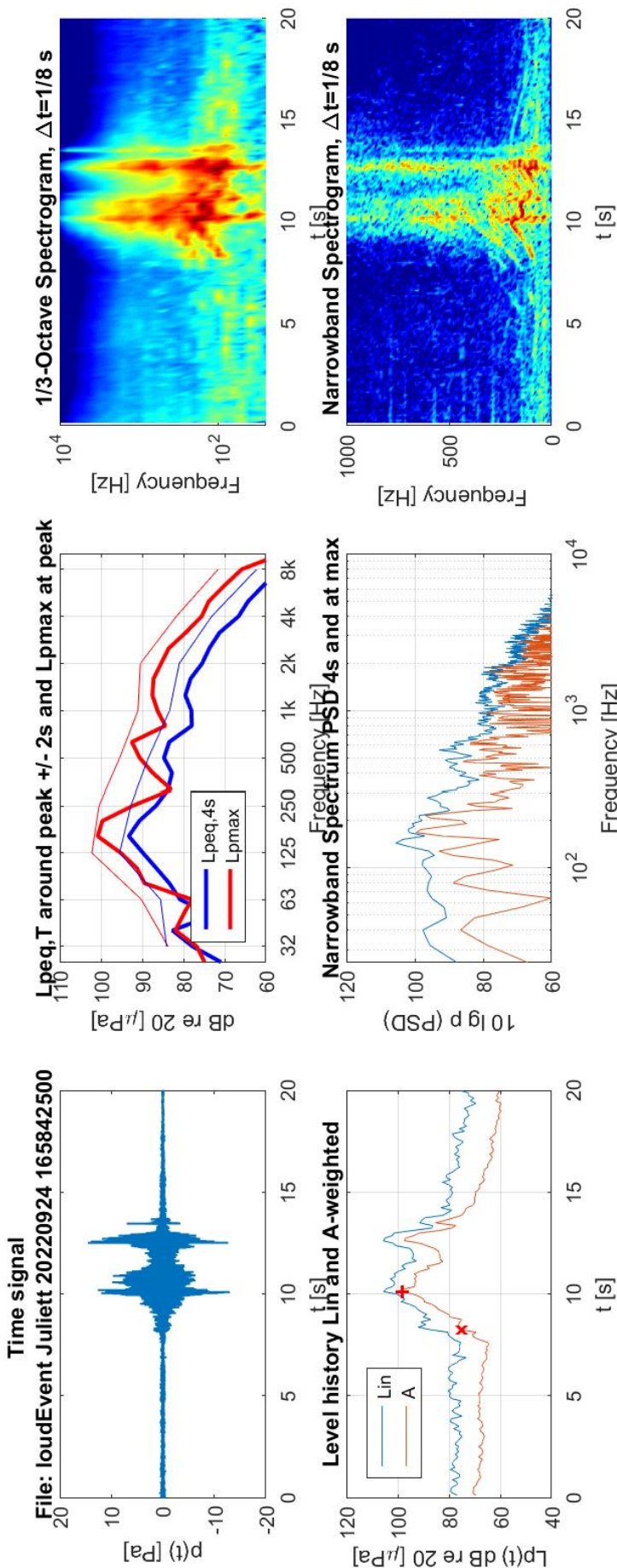


Vehicle data
2022-08-28 20:31:24.625 locWW Dir:West
Motorcycle
DUCATI DIAVEL ABS
Petrol 1198cc 2 cyl 233 kg 113 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 05/2011
PB level: 0dBA ST level: 101dBA
Event#895(mid#359) Reg#20904

Sound characteristics
LpAmax=101 dBA Lpmax=104dB tamax10=1s
Lin-LA= 3dB(max) Lin-LA= 5dB(eq) dLpAmaxeq= 10dB
SELA(4s)= 97dBA LpAeq4s= 91dBA maxpeakprom= 20
Prom20= 23dB Prom4s= 17dB Max risetime= 70dB/s
Peak freqs @ 63 125 400
Levels at peak freqs= 96 95 93
Strongest freq peak @ 63Hz dLpmaxLMH= -5 -2 -10 dB
Sound indicator= engine bangs
Sound label= rpmsshortacc

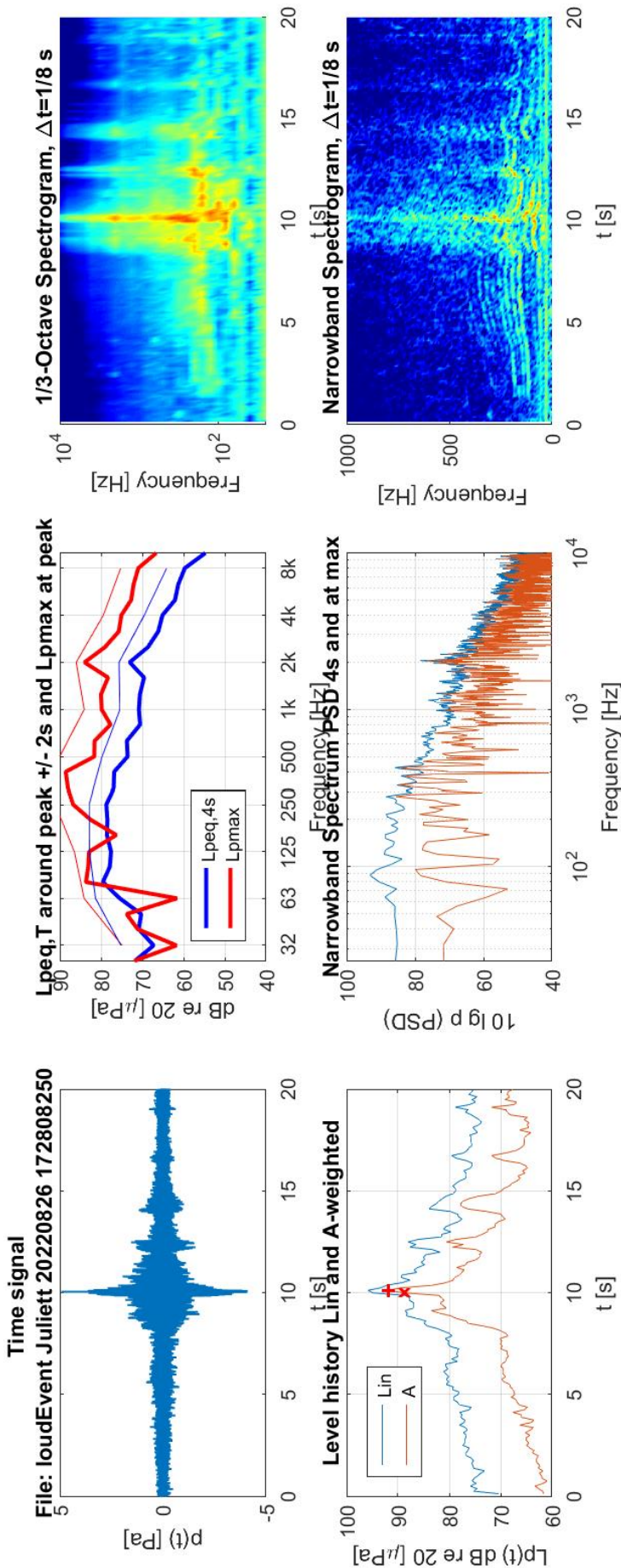






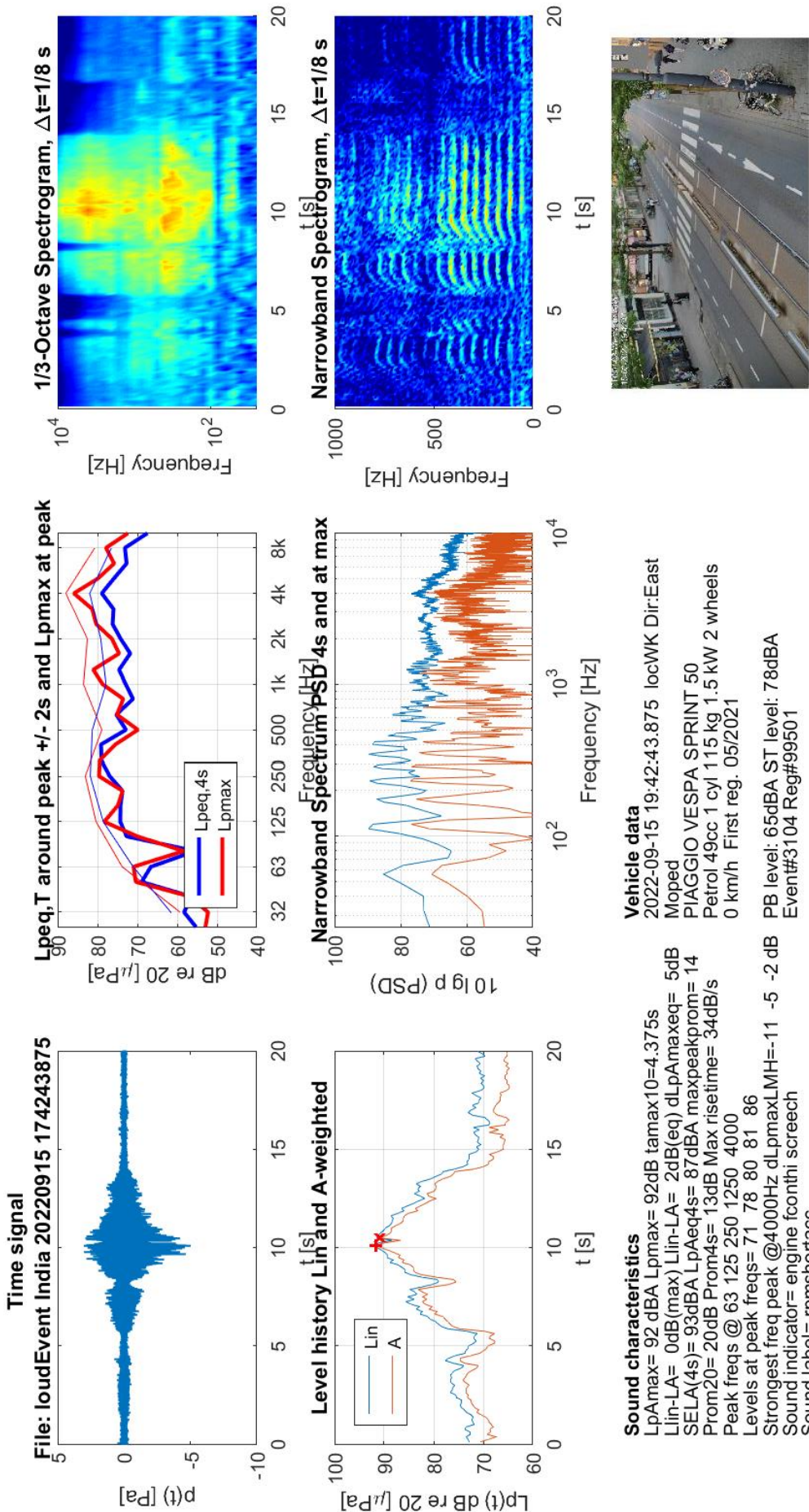
Vehicle data
2022-09-24 18:58:42.500 locWK Dir:West
Car sedan
BMW 530i
Petrol 1998cc 4 cyl 1615 kg 185 kW 4 wheels
67 km/h First reg. 05/2018
PB level: 71dBA ST level: 84dBA
Event#6064 Reg#167739

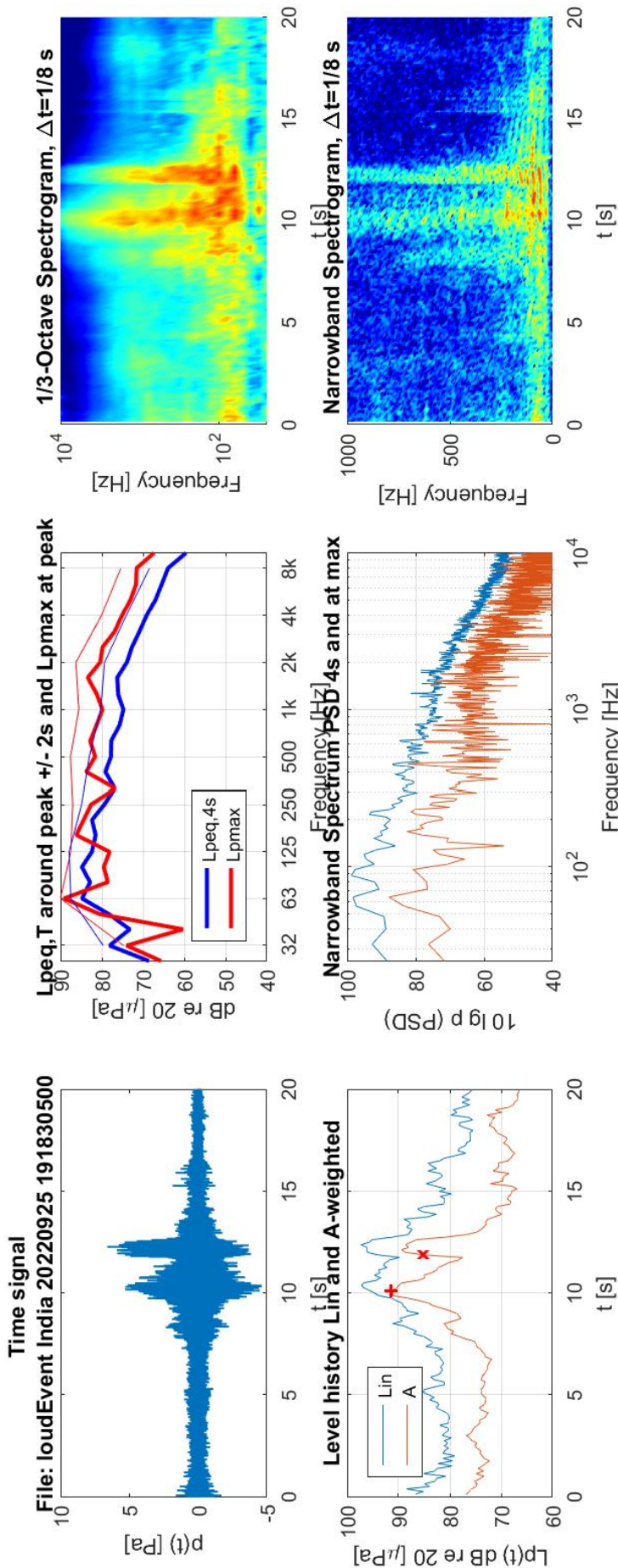
Sound characteristics
LpAmax= 98 dBA Lpmax=106dB tamax10=2.5s
Llin-LA= 7dB(max) Llin-LA= 8dB(eq) dLpAmaxeq= 8dB
SELA(4s)= 97dBA LpAeq4s= 90dBA maxpeakprom= 26
Prom20= 30dB Prom4s= 15dB Max risetime= 46dB/s
Peak freqs @ 40 160 630 1250
Levels at peak freqs= 82 101 93 88
Strongest freq peak @160Hz dLpmaxLMH= -3 -4 -15 dB
Sound indicator= engineL
Sound label= rpmburst



Vehicle data
2022-08-26 19:28:08.250 locWW Dir: West
3W
POLARIS SCRAMEBLER XP 850 H.O
Petrol 850cc 2 cyl 415 kg 15 kW 4 wheels
0 km/h First reg. 05/2013
PB level: 80dBA ST level: 91dBA
Even#663(mid#108) Reg#3067

Sound characteristics
LpAmax= 92 dBA Lpmax= 96dB tamax10=0.75s
Llin-LA= 4dB(max) Llin-LA= 6dB(eq) dLpAmaxeq= 10dB
SELA(4s)= 88dBA LpAeq4s= 82dBA maxpeakprom= 6
Prom20= 24dB Prom4s= 17dB Max risetime= 54dB/s
Peak freqs @ 50 80 2000
Levels at peak freqs= 74 84 84
Strongest freq peak @2000Hz dLpmaxLMH= -7 -2 -9 dB
Sound indicator= engine v bangs
Sound label= rpmburst





Vehicle data
2022-09-25 21:18:30.500 locWK Dir:East
Moped
PIAGGIO VESPA SPRINT 50
Petrol 49cc 1 cyl 115 kg 2.2 kW 2 wheels
0 km/h First reg. 08/2022
PB level: 71dBA ST level: 80dBA
Event#4727(mid#6263) Reg#179513

Sound characteristics
LpAmax= 92 dBA Lpmax= 97dB tamax10=2.875s
Lin-LA= 6dB(max) Lin-LA= 7dB(eq) dLpAmaxeq= 5dB
SELA(4s)= 92dBA LpAeq4s= 86dBA maxpeakprom= 22
Prom20= 17dB Prom4s= 13dB Max risetime= 61dB/s
Peak freqs @ 32 63 160 400 1600
Levels at peak freqs= 74 89 86 84 83
Strongest freq peak @ 63Hz dLpmaxLMH= -5 -6 -10 dB
Sound indicator= engineL fcontlo
Sound label= fcontthi

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} als functie van de tijd, met aanduiding van de vehicle sound event label.

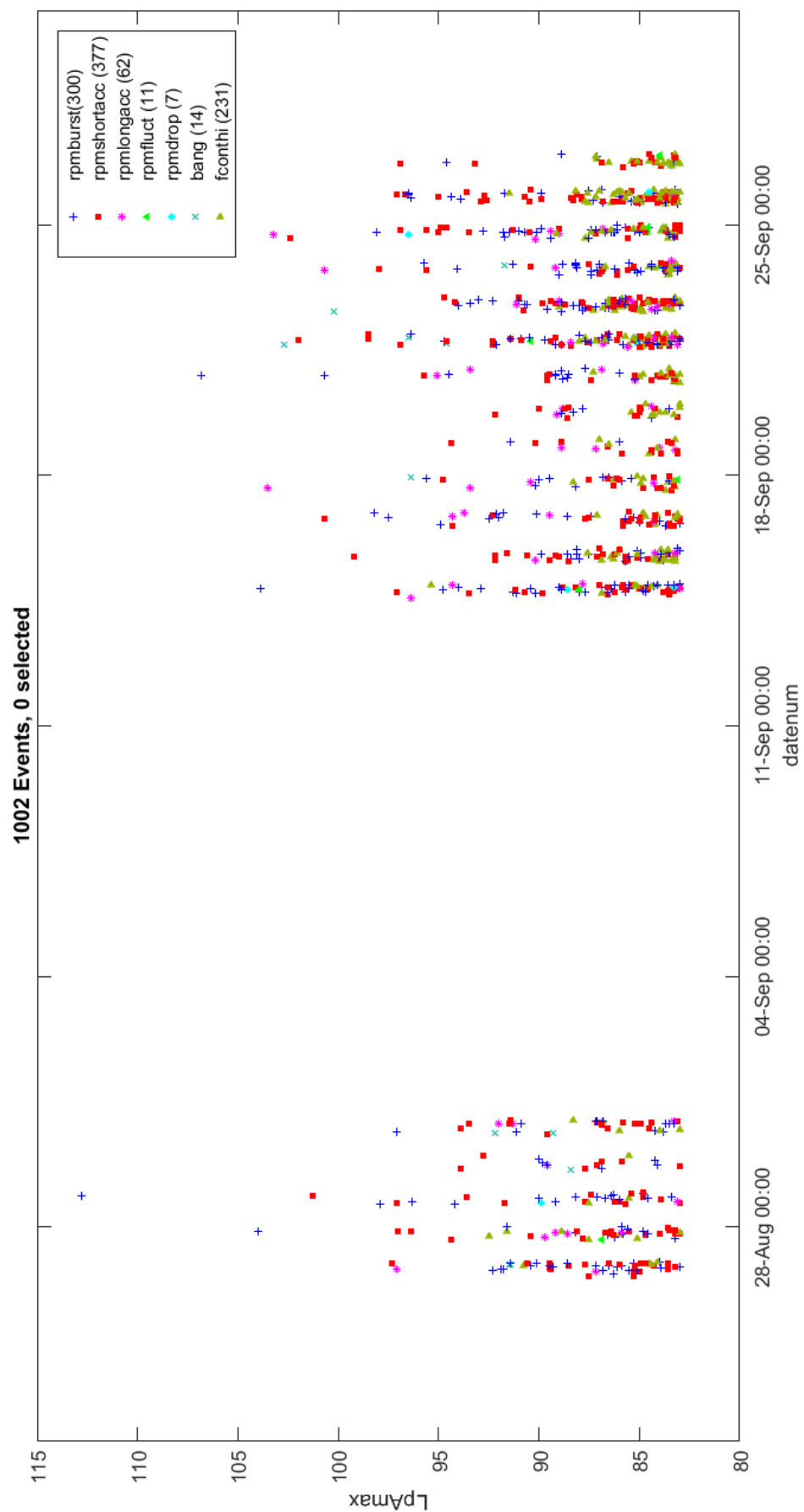
Figuur C.2: Events weergegeven met de geluidskenmerken dL_{pmaxHF} (verschil L_{pmax} en L_{pmax} hoogfrequent) uitgezet tegen maxpeakfreq (frequentie met hoogste spectrum niveau), met aanduiding van het voertuigtype waar bekend.

Figuur C.3: Event features met L_{pAFmax} uitgezet tegen dL_{pmaxLF} (verschil L_{pmax} en L_{pmax} laagfrequent), met aanduiding van het voertuigtype waar bekend.

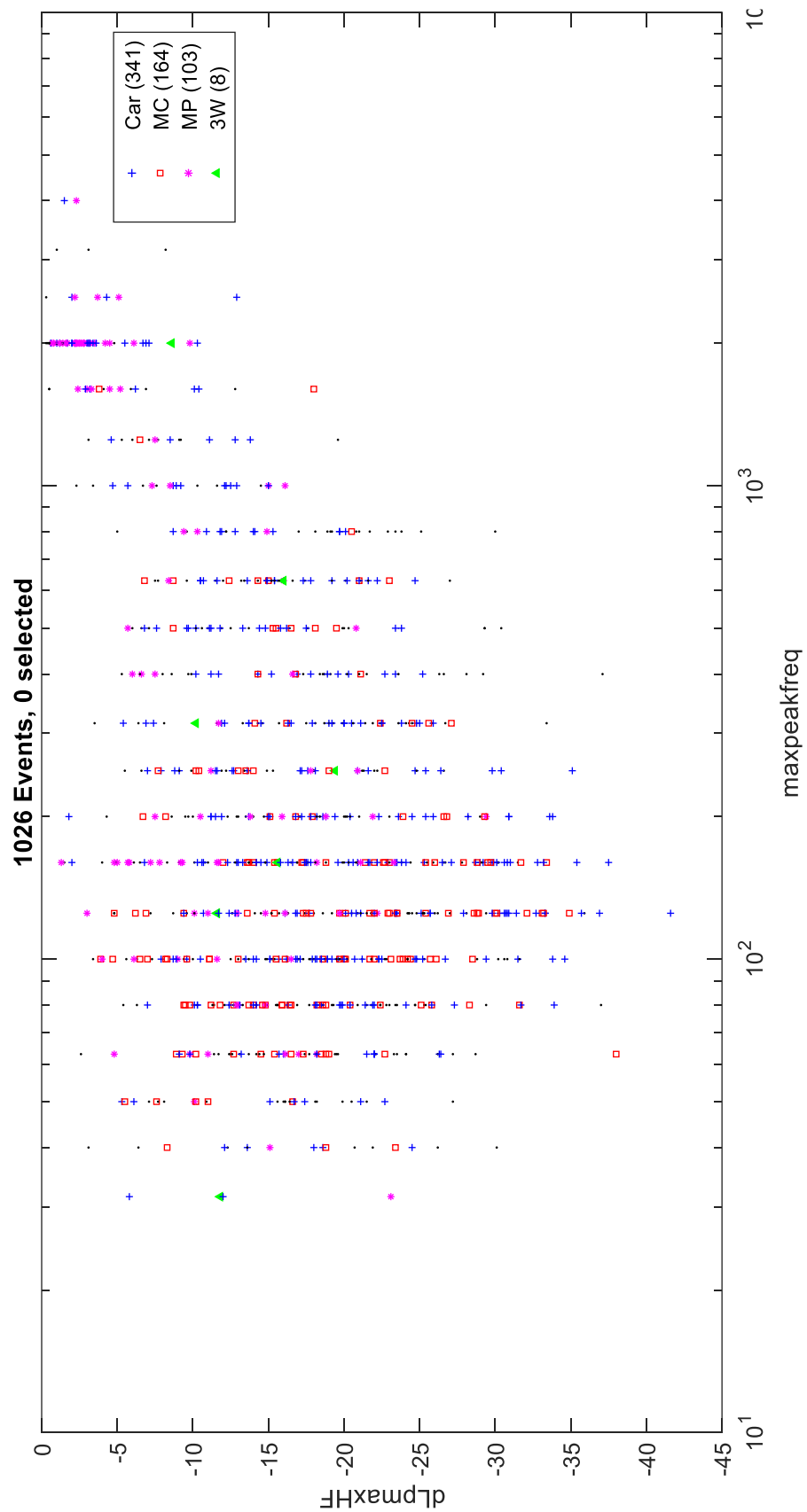
Figuur C.4: Event features met het passageniveau volgens typekeuring uitgezet tegen het gemeten L_{pAFmax} , met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd.

Figuur C.5: Event features met het standgeluidniveau volgens typekeuring uitgezet tegen het gemeten L_{pAFmax} , met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd.

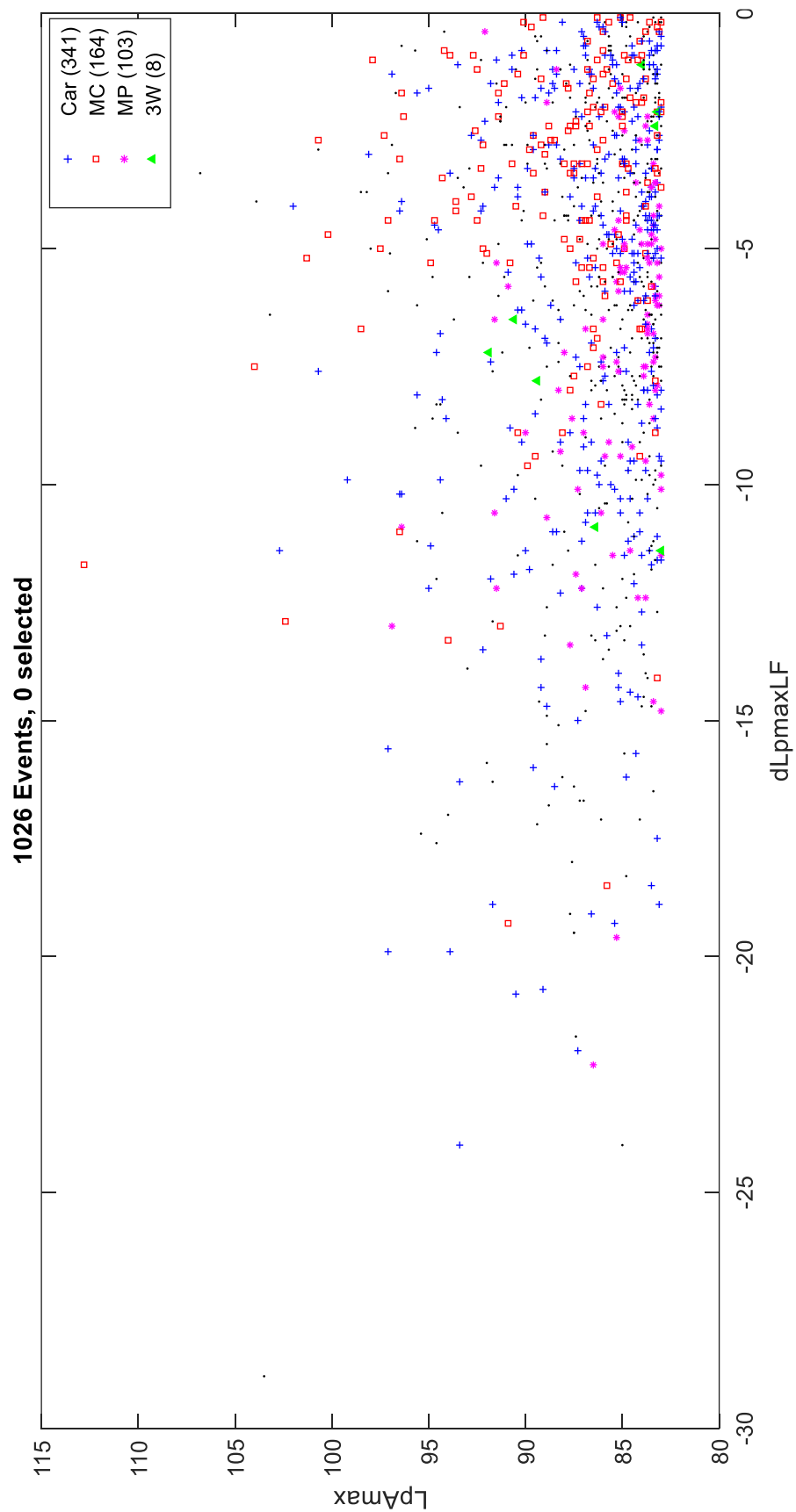
De laatste twee figuren tonen het verschil tussen de opgegeven typekeuringsniveaus met gemeten niveaus in de praktijk.



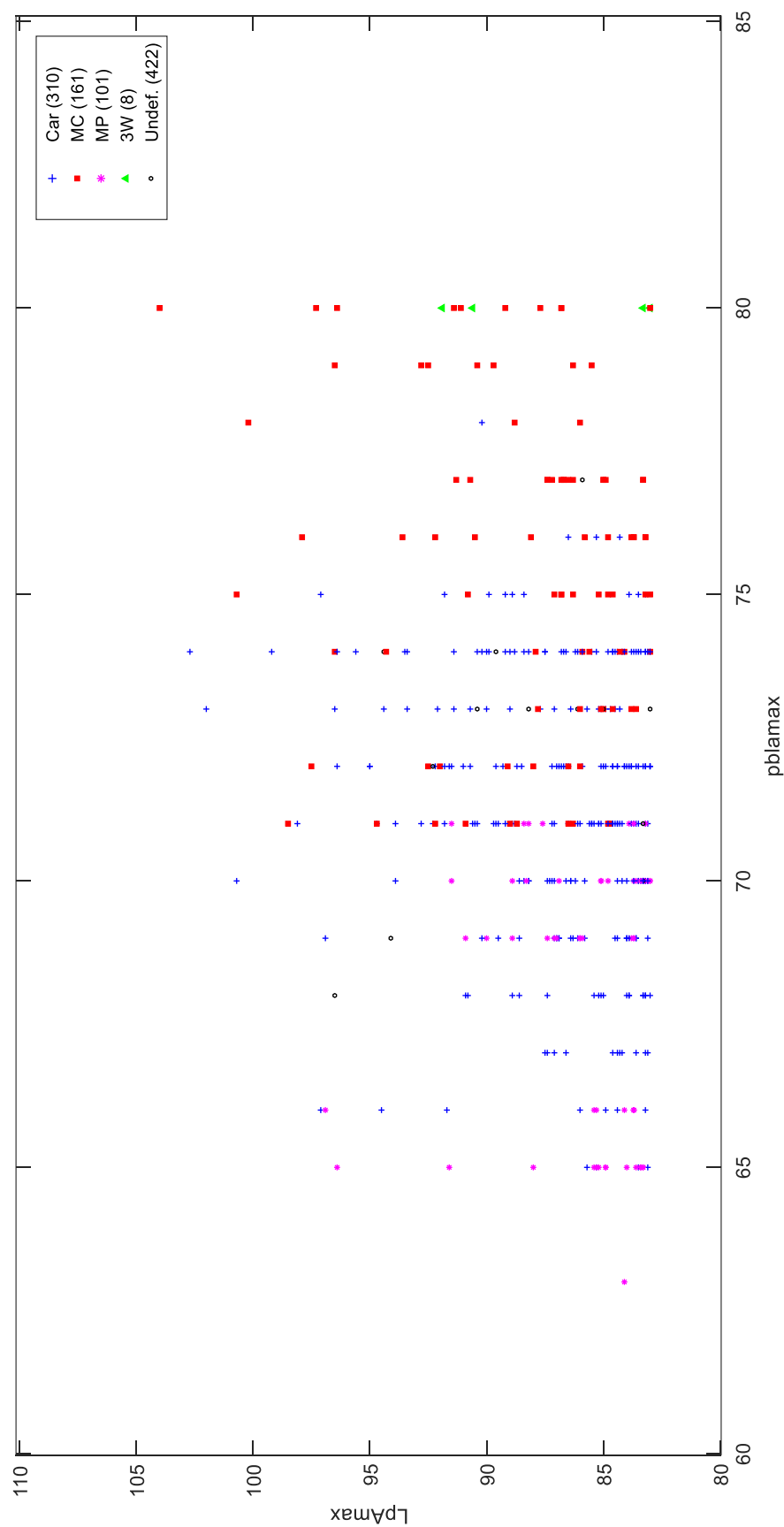
Figuur C.1 Event browser voorbeeld: alle luide voertuigpassages (ook zonder bekend kenteken) als functie van de tijd, met aanduiding van de vehicle sound event label.



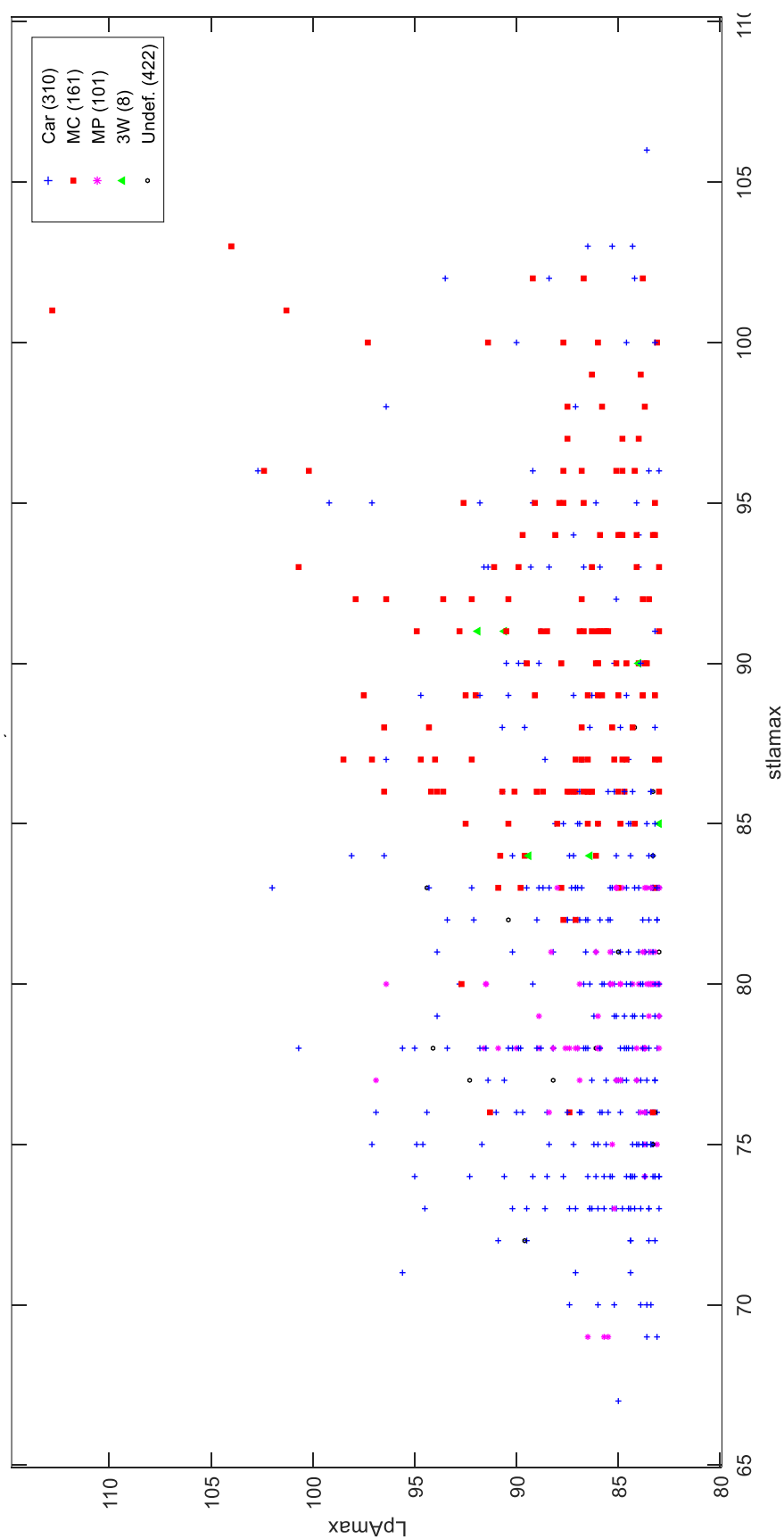
Figuur C.2 Event features voorbeeld: alle luide voertuigpassages (ook zonder bekend kenteken), met dLpmaxHF (verschil Lpmax en Lpmax hoogfrequent) uitgezet tegen maxpeakfreq (frequentie met hoogste spectrum niveau), met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd. Car = personenauto, MC= Motorfiets,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



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



Figuur C.4 Event features voorbeeld: luide voertuigpassages met bekend kenteken, met het passageniveau volgens typekeuring pblamax uitgezet tegen het gemeten L_{pAFmax} , met aanduiding van het voertuig voor zover geïdentificeerd. Car = personenauto, MC= Motorfiets, MP= Bromfiets of lichte scooter, 3W = driewielig voertuig of quad.



Figuur C.5 Event features voorbeeld: luide voertuigpassages met bekend kenteken, met het standgeluidniveau volgens typekeuring stl_{max} uitgezet tegen het gemeten $L_{pA_{Fmax}}$, 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

Noot: De APK wordt vanuit de EU voorgeschreven, Nederland heeft nu nog een uitzondering.

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

Noot: WOK houdt in wachten op keuring, oftewel oproep voor herkeuring door de RDW.

Mogelijk is hier meer mogelijk in relatie tot opvoeren waarbij meer geluid ontstaat.

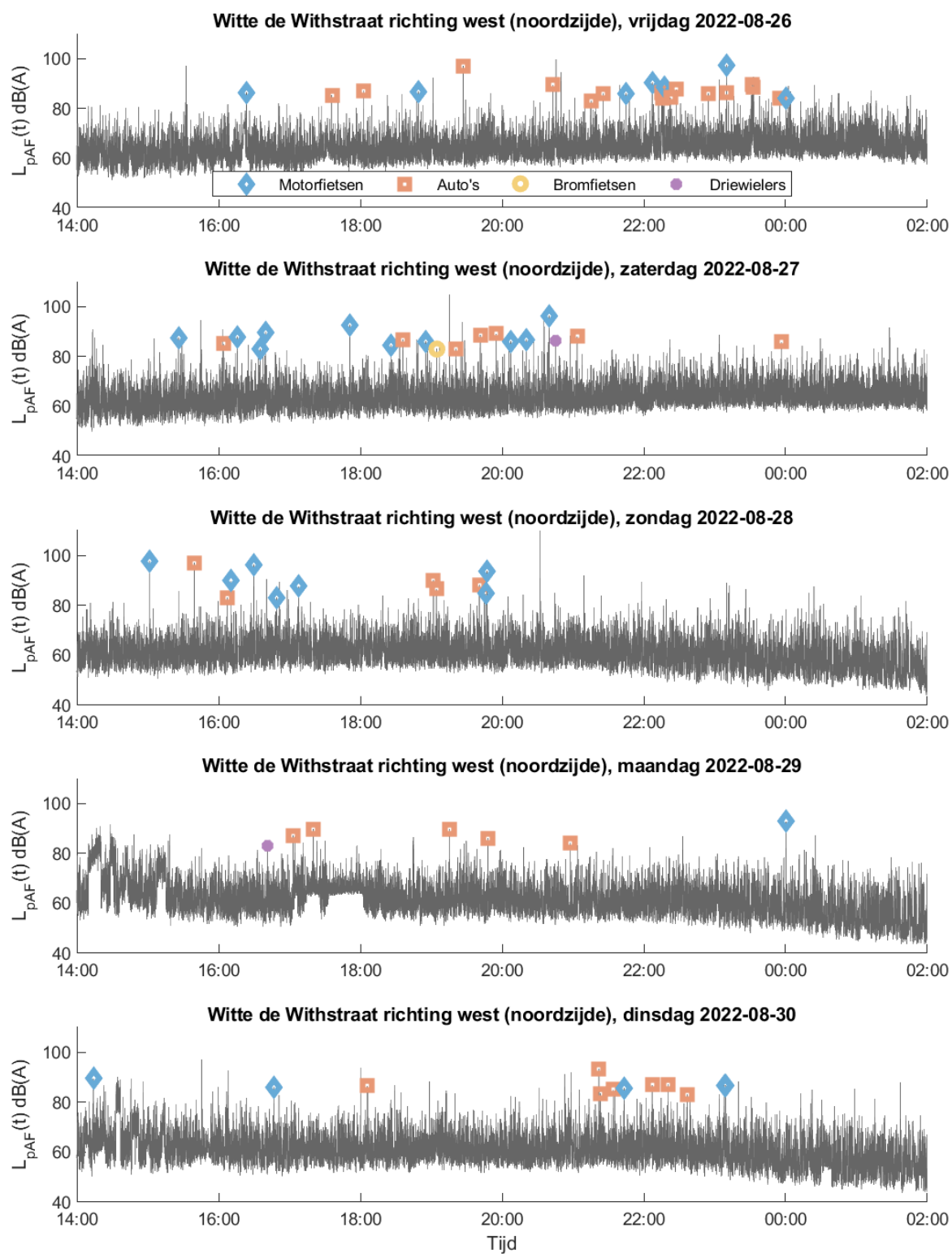
D.4 Maatregelen communicatie

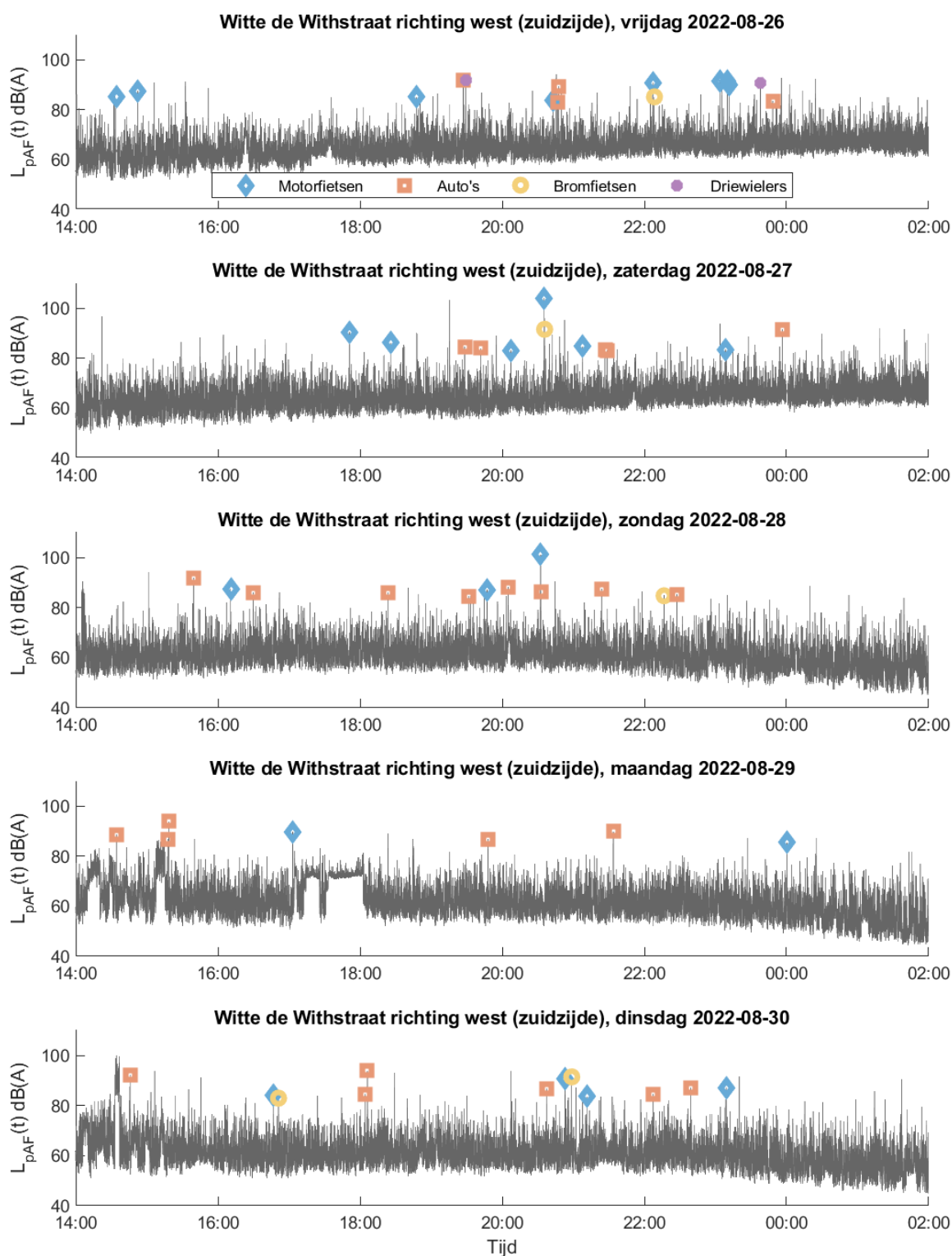
Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
Best practice uitwisseling voor gemeentes	Ja	Nationaal	Geen	Gemeentes
In kaart brengen van hinder (motoren als aparte groep)	Ja	Nationaal/Lokaal	END Actieplan	GGD, RIVM, Gemeentes, RO
Voorlichtingscampagnes 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

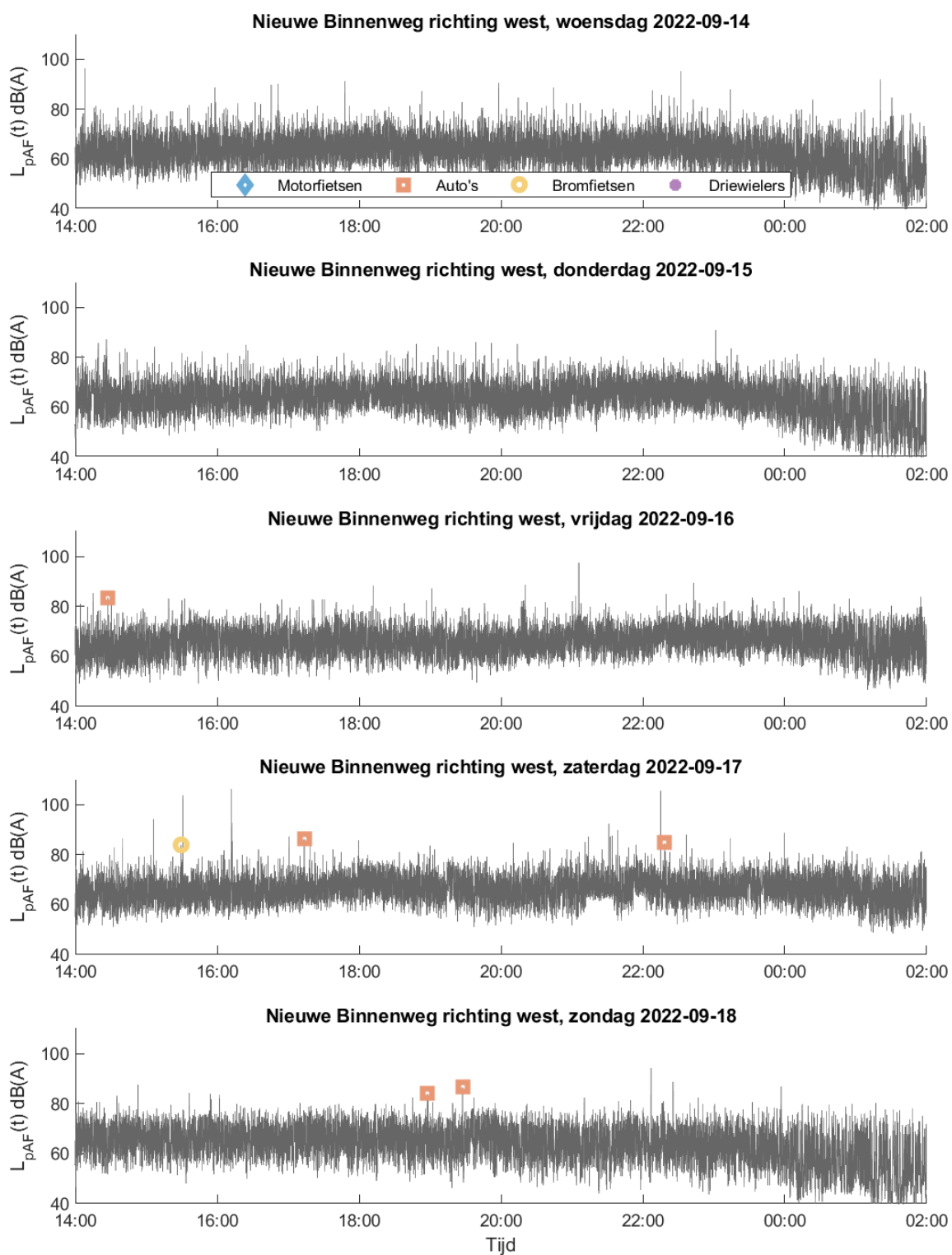
E Niveauverloop grafieken per locatie

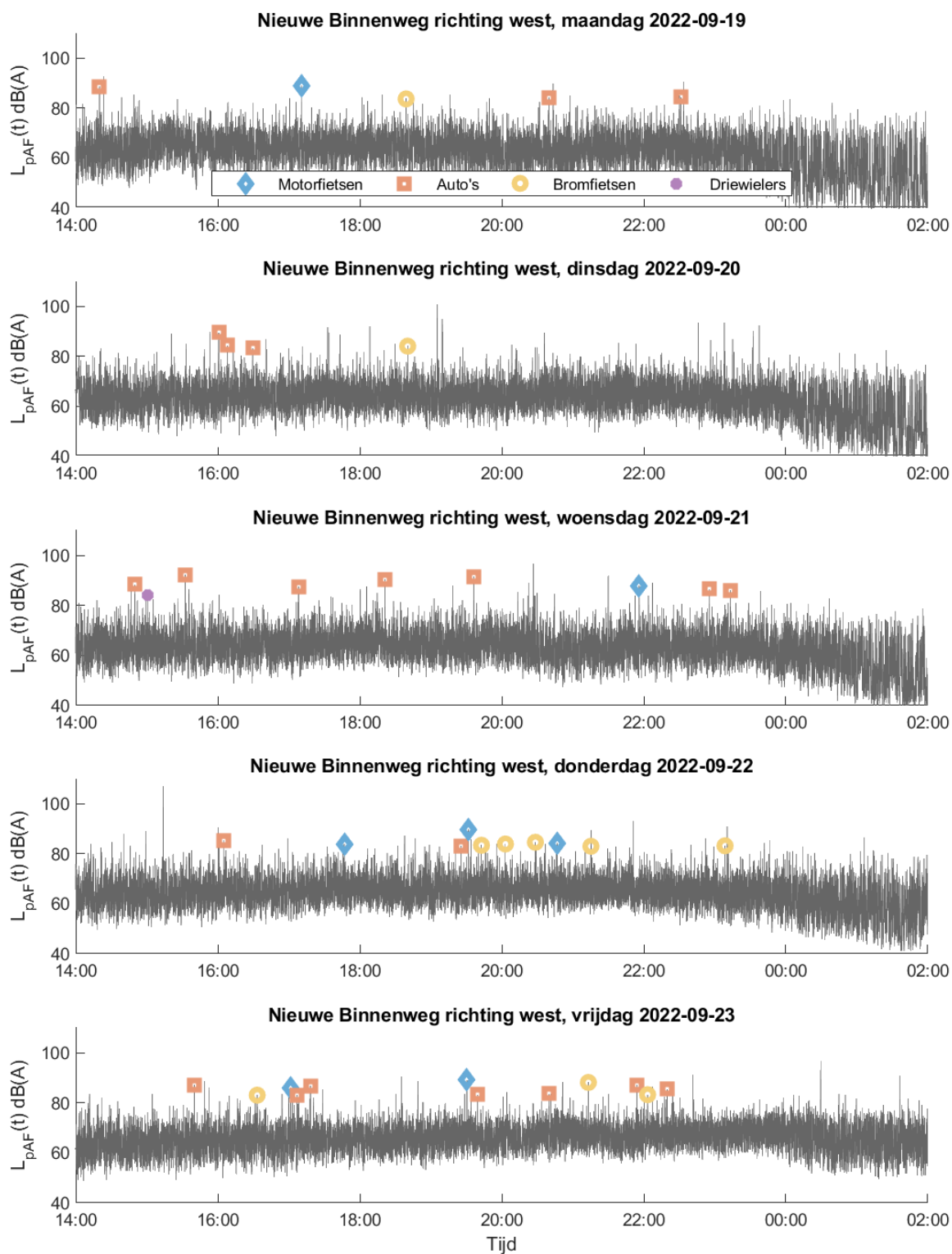
In de onderstaande figuren is het AF-gewogen geluiddrukkniveau als functie van de tijd $L_{pAF}(t)$ weergegeven, voor de drie locaties en beide richtingen, waarbij de geselecteerde luide passages van voertuigen **met bekend kenteken** zijn aangeduid met symbolen. In sommige periodes zijn minder luide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

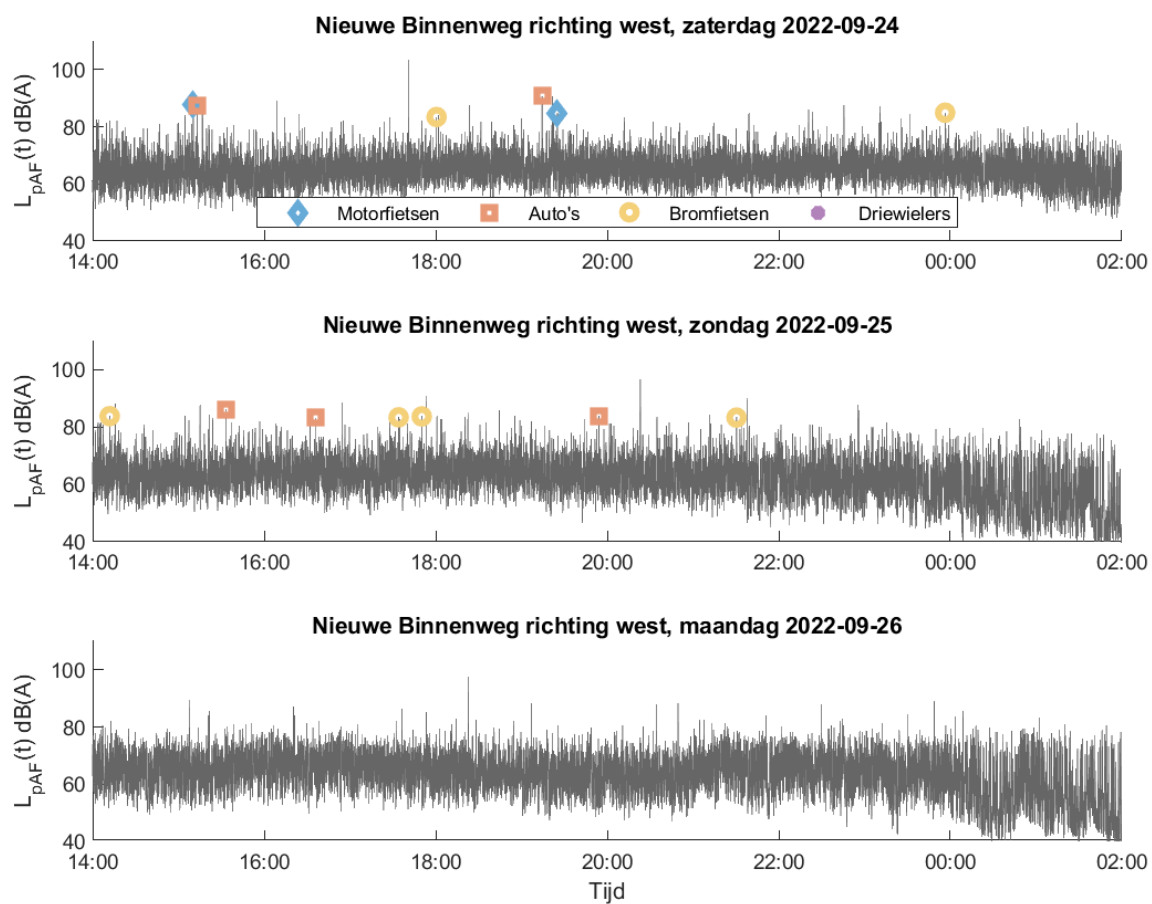
In de figuren zijn ook meer pieken zichtbaar die afkomstig kunnen zijn van andere bronnen of passages waar het voertuiggeluid vermengd was met andere voertuigen, of andere geluiden zoals claxons, sirenes, trampassages, bouwmachines, muziek, stemmen, honden of vogels dicht bij de microfoons.

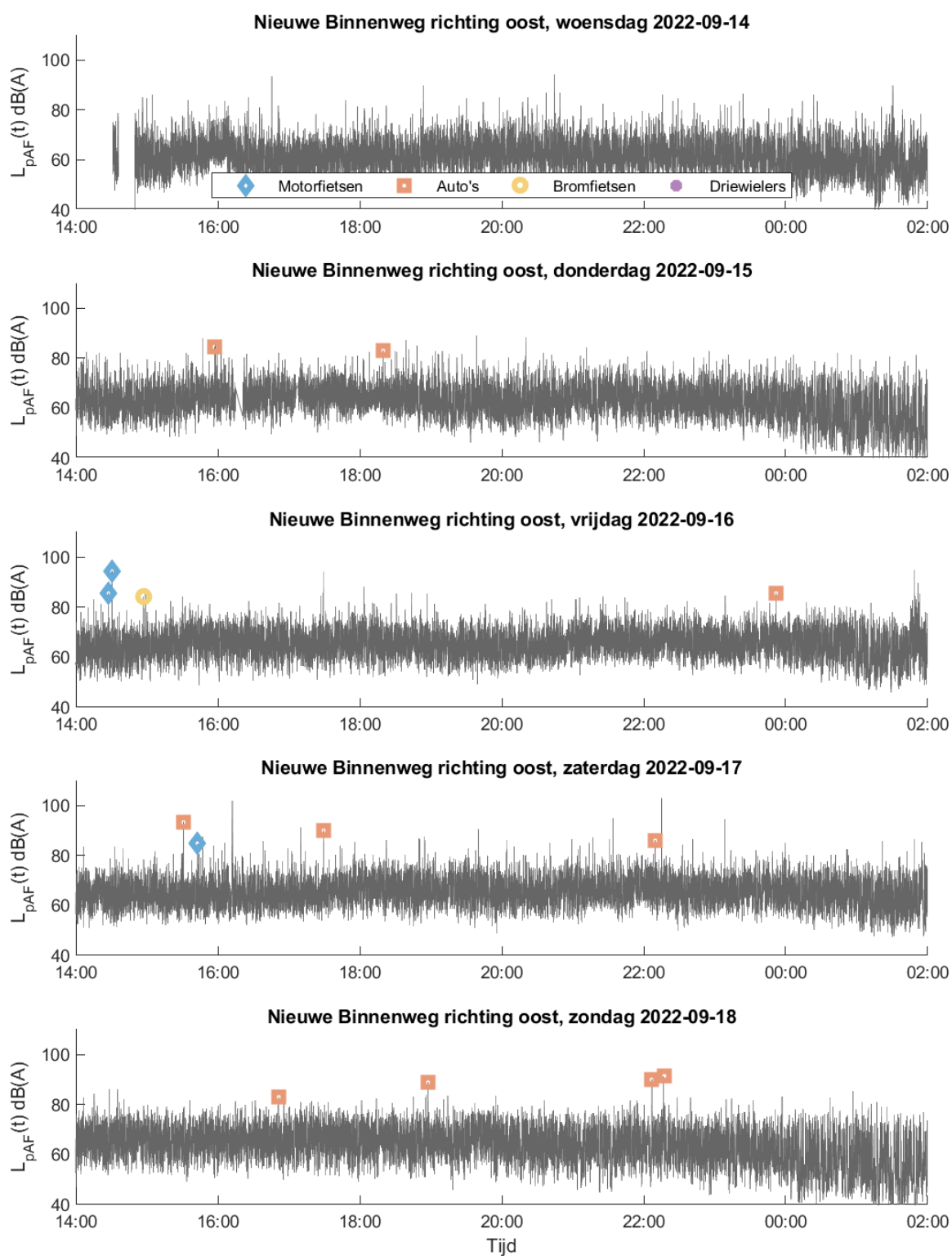


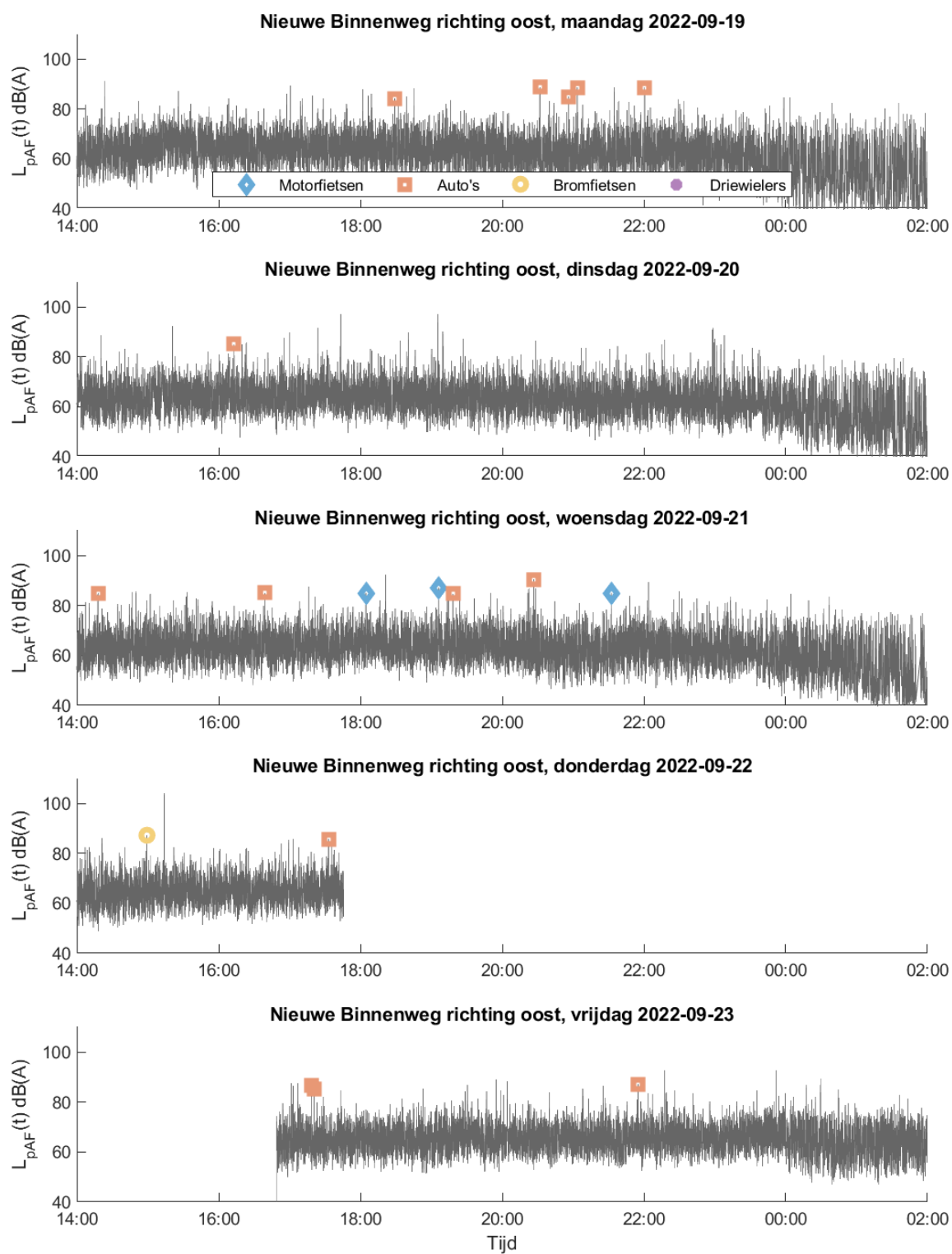


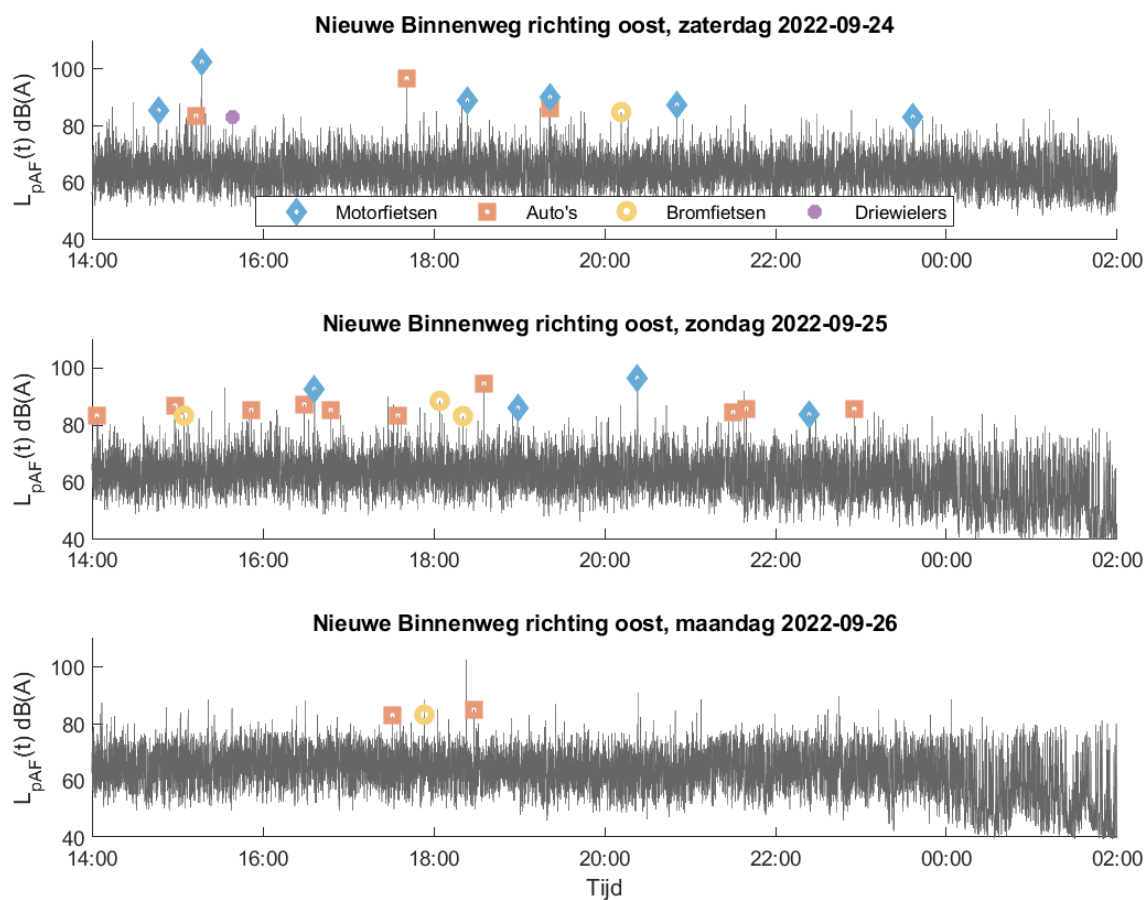


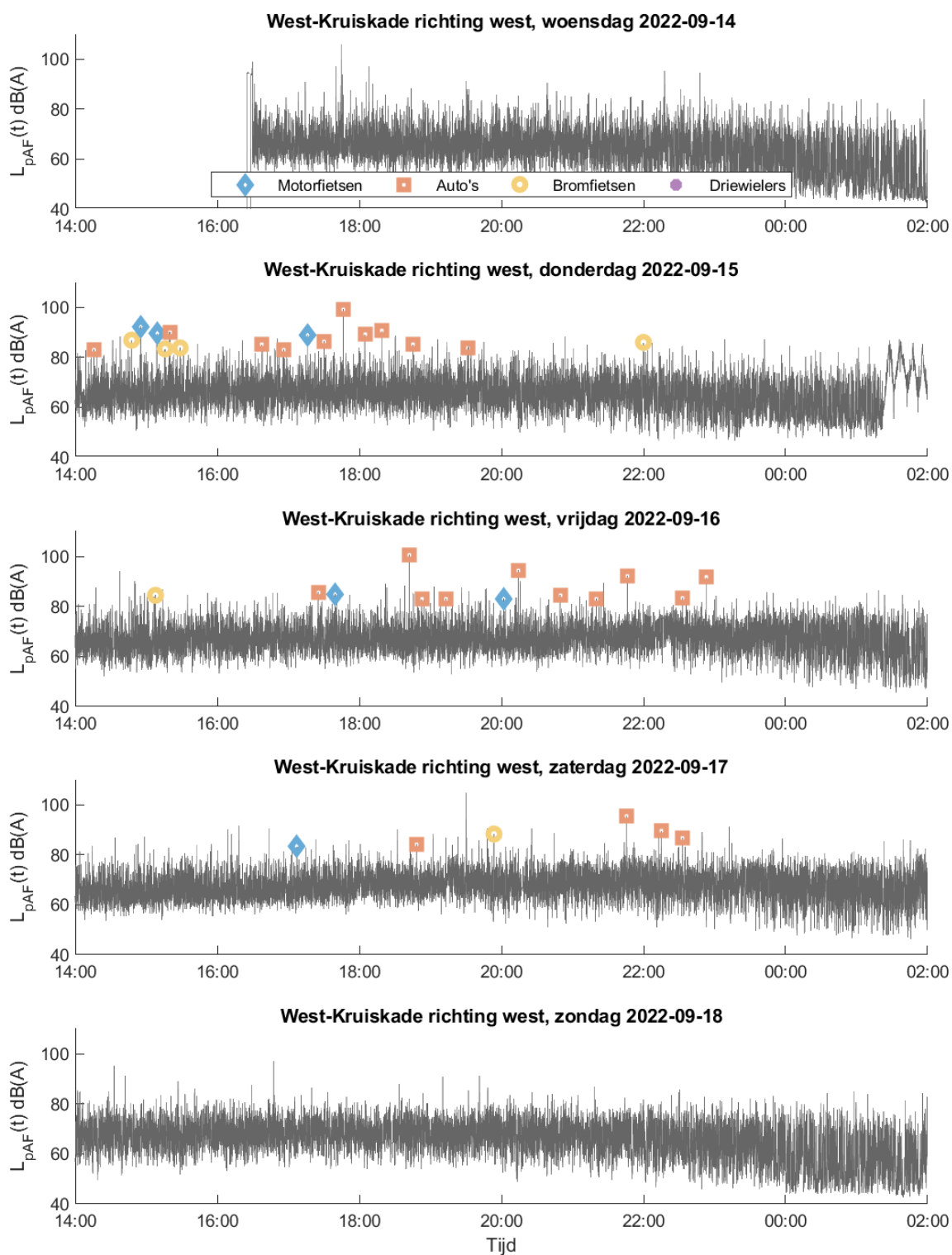


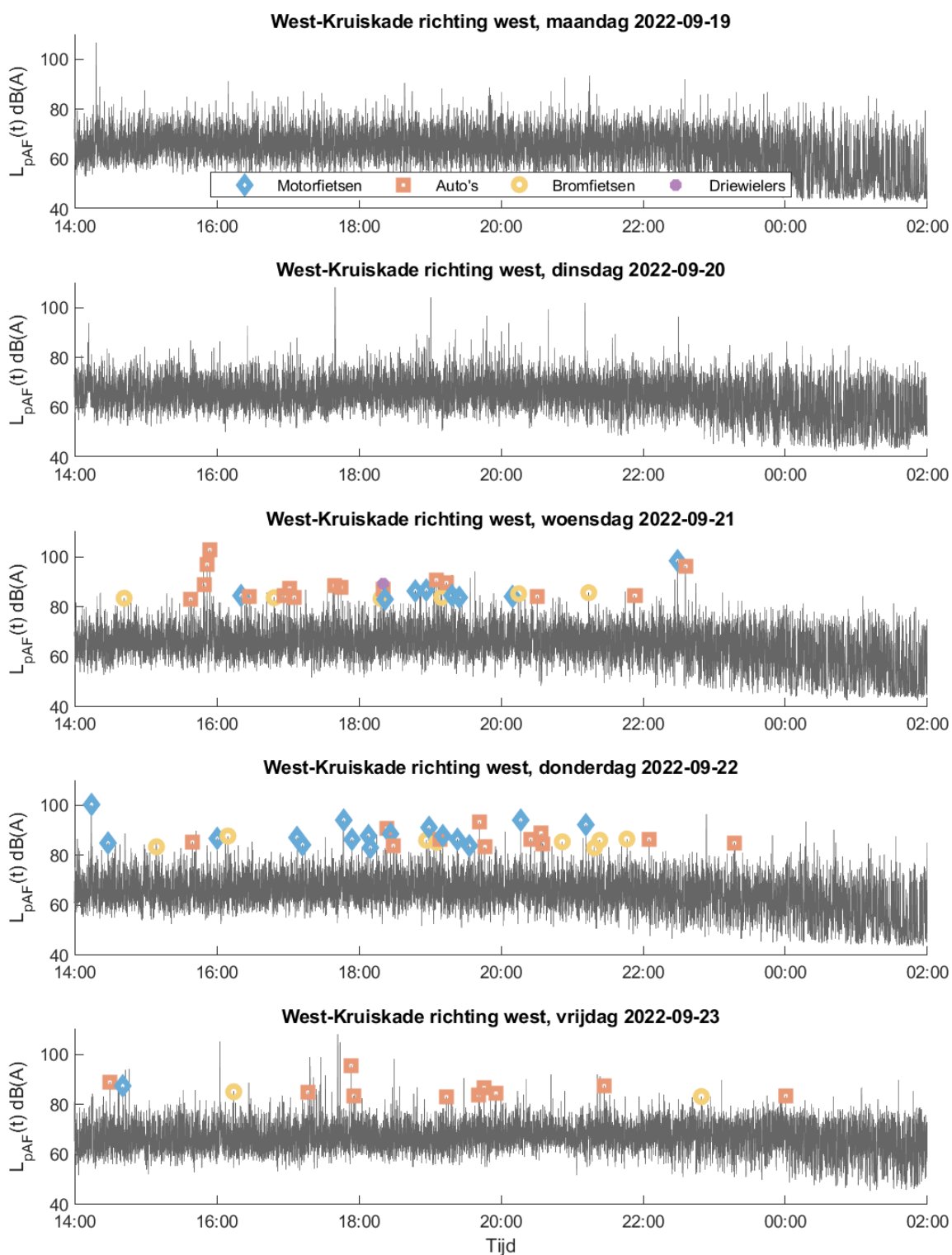


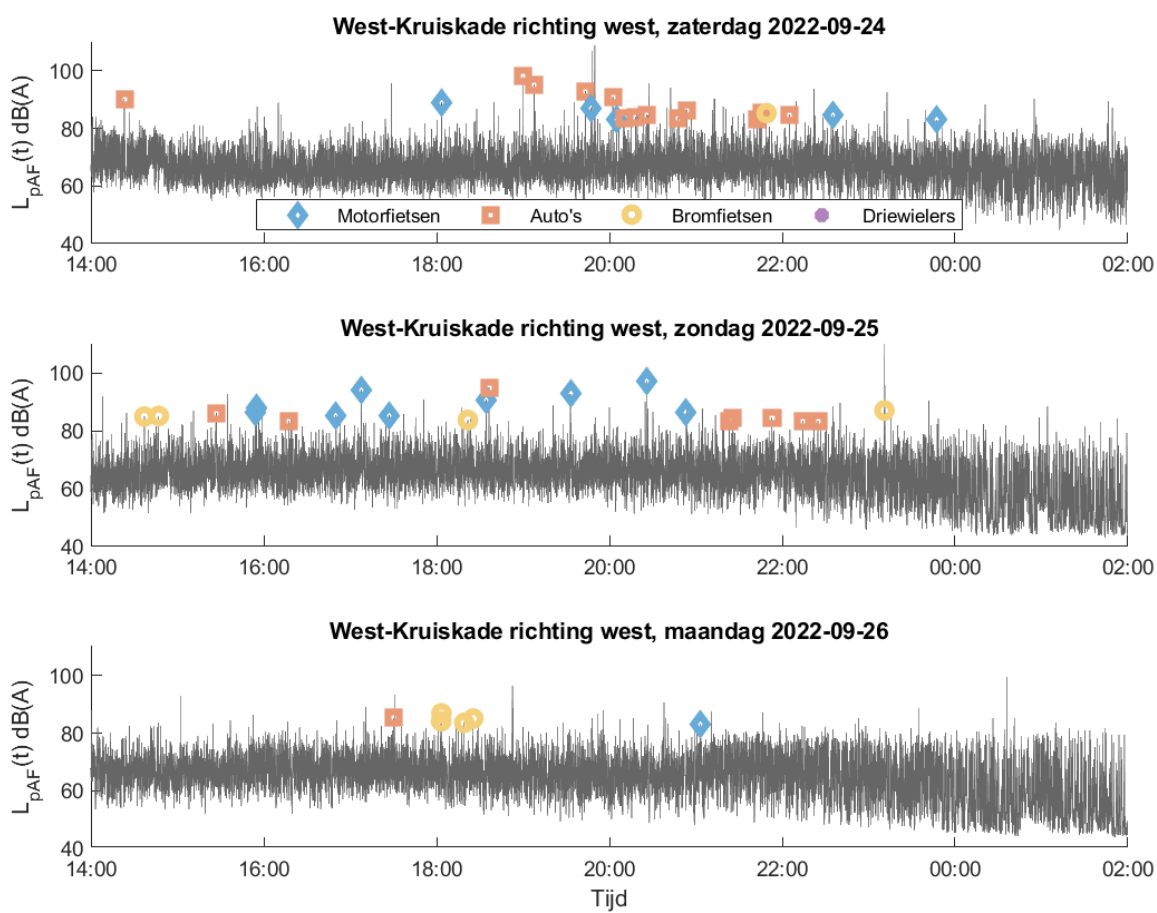


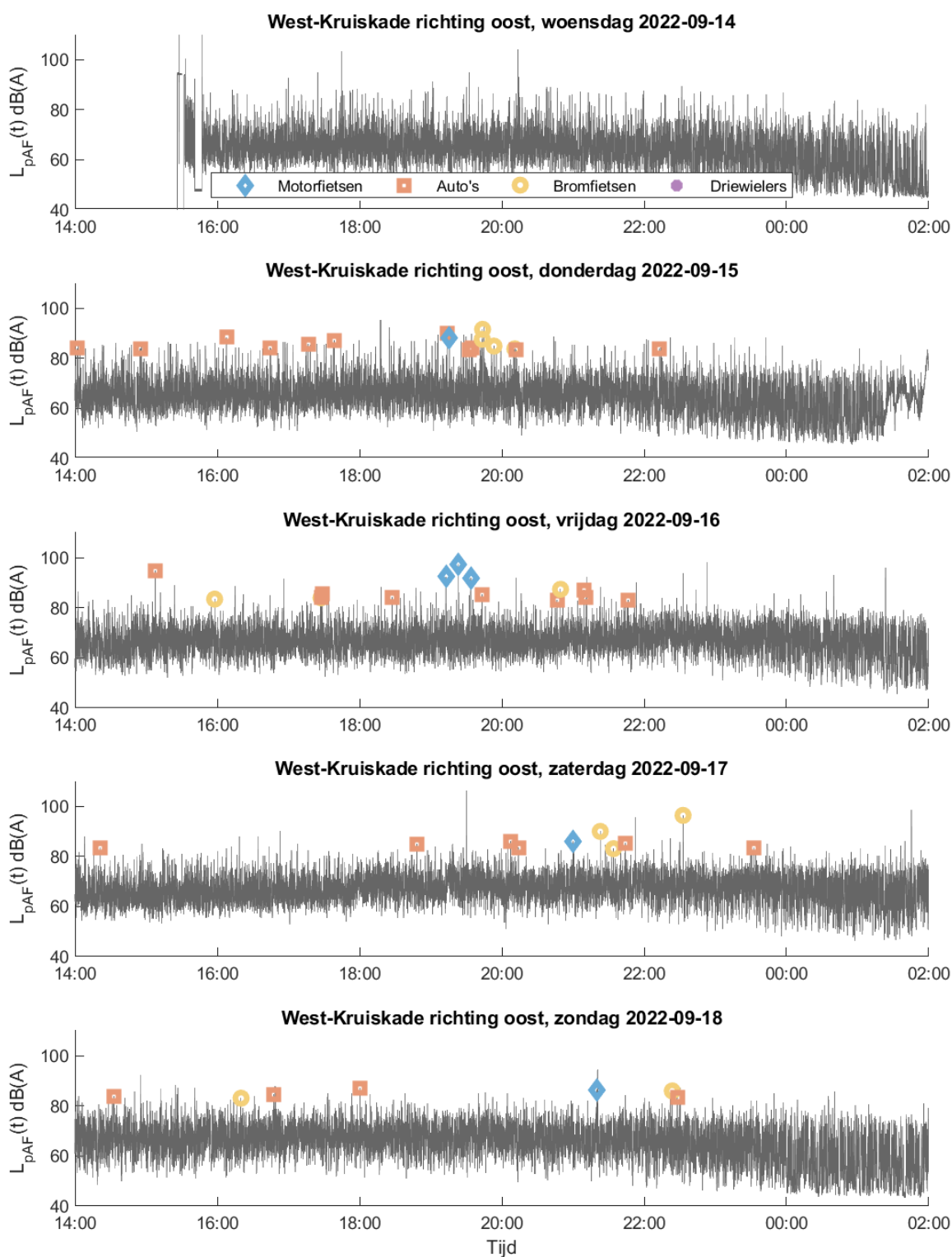


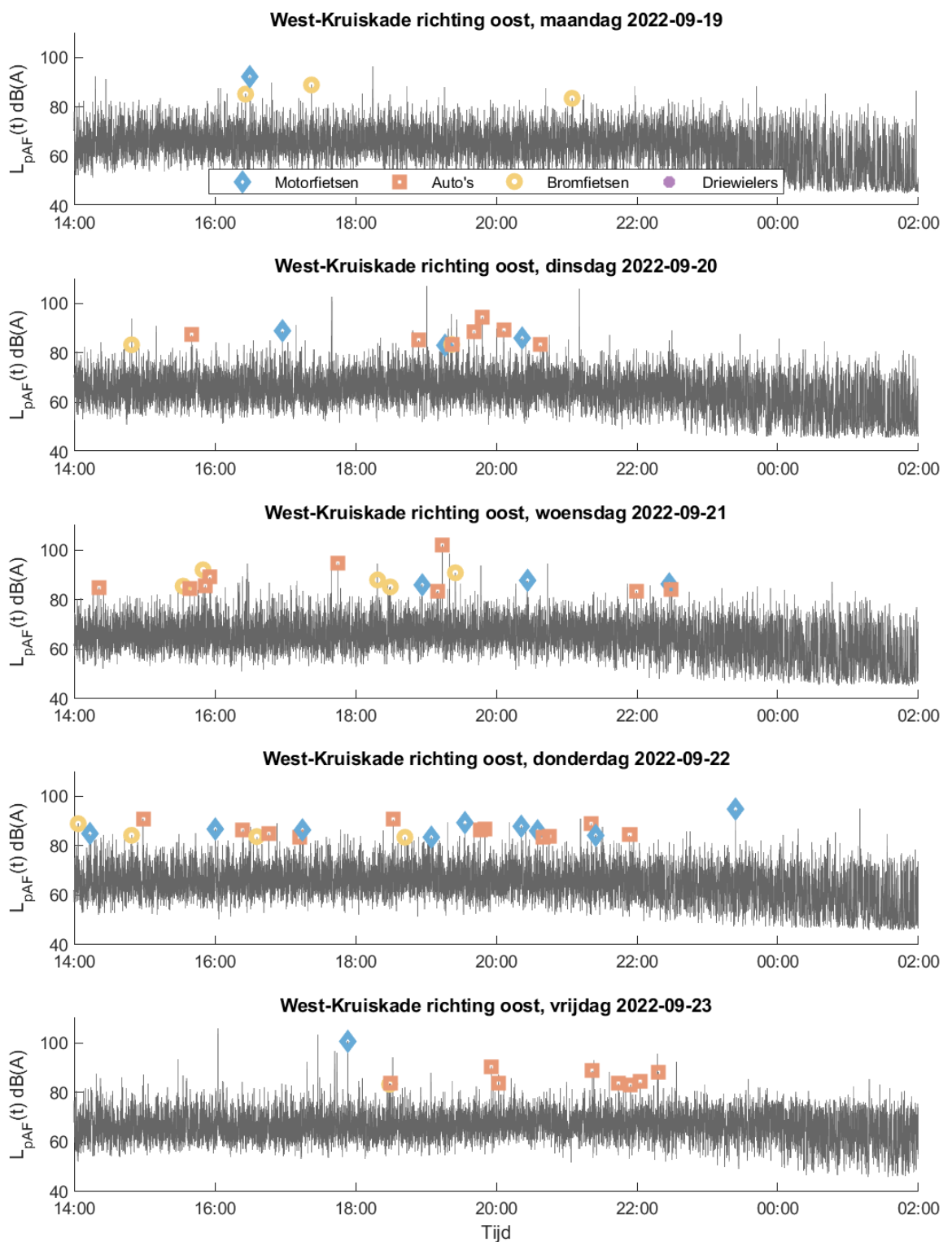


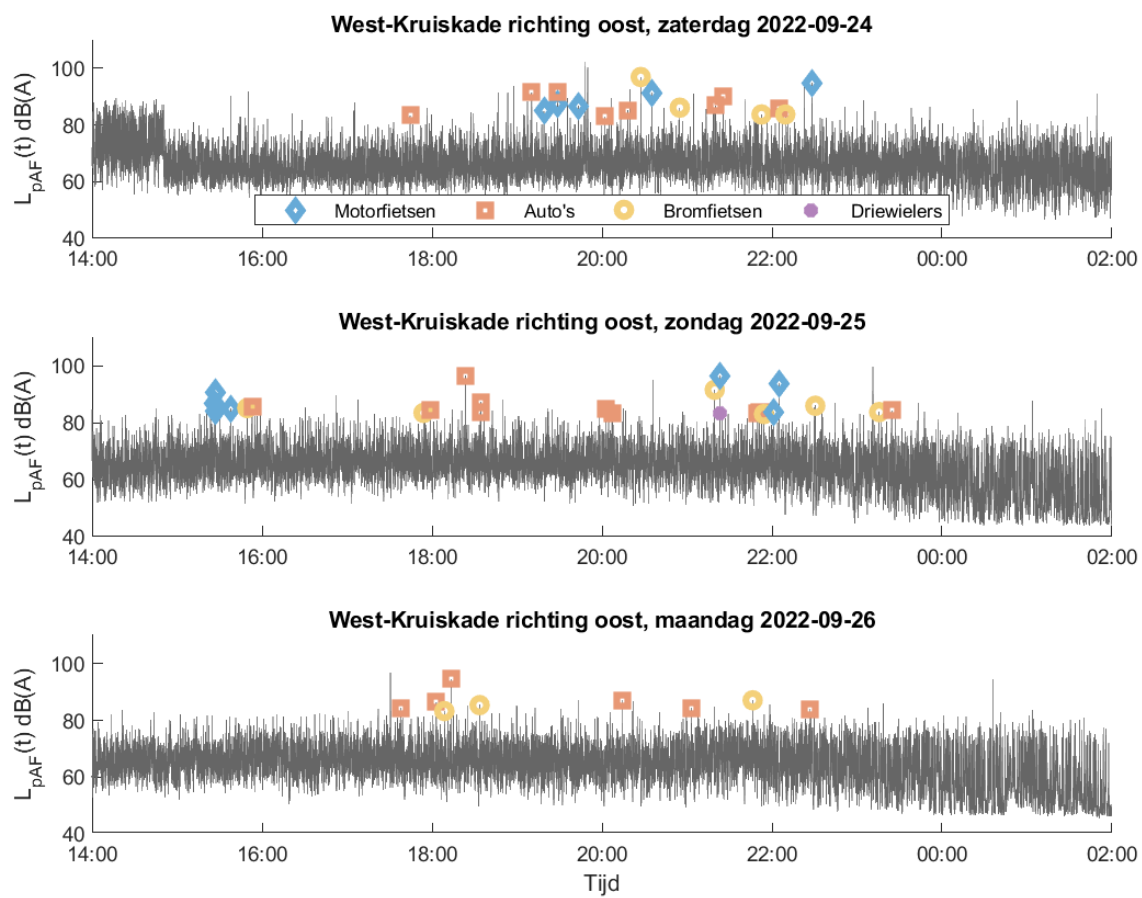






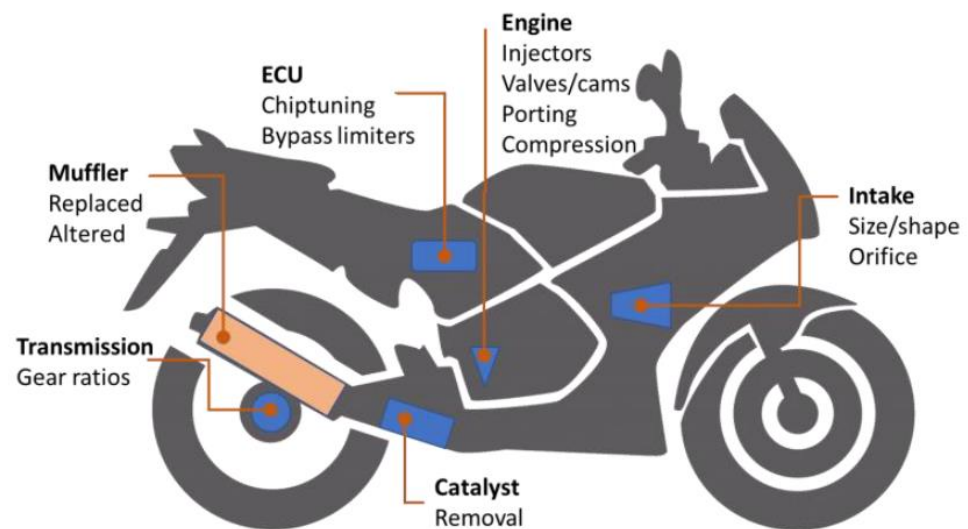






F Voertuigaanpassingen met effect op geluid

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 F.1 (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	